

І. НАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФИЗИЧЕСКИХ ТЕЛАХ И ИХ СВОЙСТВАХ

1. Физические тела. Физические явления

№1. Физическое тело: самолет, космический корабль, авторучка, автомобиль. Вещество: медь, фарфор, вода.

№2. а) Деревянная ложка, указка, стол, стул, шкаф. б) Стакан: стеклянный, керамический, алюминиевый, пластмассовый.

№3. Стекло: ваза, стакан, банка.
Резина: тапочки, ластики, шины.
Древесина: стол, стул, карандаш, указка.
Сталь: гвоздь, игла, клещи.
Пластмасса: ручка, расческа, заколка.

№4. Ножницы — сталь, стакан — стекло, футбольная камера — резина, лопата — дерево, сталь; карандаш — дерево, графит.

№5.

<i>Физическое тело</i>	<i>Вещество</i>	<i>Явление</i>
Вертолет, Луна, ножницы, стол, рельсы	Алюминий, медь, нефть, свинец, спирт, ртуть	Буря, выстрел, гром, кипение, метель, наводнение, пурга, снегопад, рассвет

№6. Механические: движение автомобиля, движение Солнца, планет, падение метеоритов.

№7. Тепловые явления: замерзание воды и таяние льда, кипение воды, похолодание.

№8. Звуковые явления: работа звонка, радио, эхо, гром.

№9. Электрические явления: горит лампа, нагревается утюг, молния.

№10. Магнитные явления: магнит притягивает гвозди, стрелка компаса поворачивается.

№11. Световые явления: светит солнце, горит костер, вспышка молнии, светит лампа.

№12.

Механические	Тепловые	Звуковые	Электрические	Световые
Шар катится; плывет бревно; маятник часов колеблется; облака движутся; летит голубь	Свинец плавится; холодает; снег тает; вода кипит	Слышны раскаты грома; эхо; шелестит листва	Гроза; горит электрическая лампа	Звезды мерцают; наступает рассвет; сверкает молния

№13. Летит снаряд, нагревается ствол, слышен звук выстрела, пушка откатывается назад.

2. Измерение физических величин

№14. $D_1 \approx 2,0$ см — диаметр монеты; $D_2 \approx 22$ см — диаметр мяча; $D_2 : D_1 = 22 : 2,0 \approx 11$.

Ответ: примерно в 11 раз.

№15. а) Толщина волоса — $d = 0,1$ мм.

$d = 0,1$ мм $= 0,01$ см $= 0,0001$ м $= 100$ мкм $= 100000$ нм
или

$d = 0,1$ мм $= 10^{-2}$ см $= 10^{-4}$ м $= 10^2$ мкм $= 10^5$ нм;

б) $d_1 = 0,5$ мкм — длина бактерии; n — количество бактерий.

$$d_1 = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ мм} = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ см};$$

$$n = \frac{0,1 \text{ мм}}{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ мм}} = 200; \quad n = \frac{1 \text{ мм}}{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ мм}} = 2000;$$

$$n = \frac{1 \text{ мм}}{0,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}} \cdot \frac{1 \text{ см}}{0,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}} = 20\,000.$$

№16. Нет, так как разные люди имеют различную длину шага.

№17. Длина бруска $l = 3,8$ см.

№18. Диаметр шара $d = 1,5$ см.

№19. 6 см; 3,5 см; 5,4 см; 8,6 см; 2,1 см; 3,9 см; 11,4 см; 7,3 см; 9,8 см; 10,8 см.

№20. а) 1 мм; б) 1 мм; в) 0,5 см; г) 1 см.

№21. Число витков $n = 30$. Длина катушки $l = 30$ мм.

d — диаметр проволоки. $d : l = 30 \text{ мм} : 30 = 1 \text{ мм}$.

№ 22. 1. По способу, указанному на рисунке — 22 мм.

2. Измерим диаметр — 7 мм. По формуле $l = \pi d$

$l = 3,14 \cdot 7 \text{ мм} = 21,98 \text{ мм}$.

№23. Пусть у нас имеется n монет. Если измерять длину стопки монет, то ошибка измерения по условию составит 1 мм. Следовательно, ошибка измерения толщины одной монеты будет равна

$\frac{1 \text{ мм}}{n}$. Ясно, что чем больше n , тем точнее измерение.

№ 24. Нужно уложить несколько однородных предметов вплотную друг к другу на прямой линии, например, вдоль линейки. Измерить длину получившейся цепочки и разделить эту длину на число предметов.

№25.

Дано:

$a = 5,8 \text{ м}$

$b = 1,7 \text{ м}$

$d = 13 \text{ м}$

S_1 — ?;

S_2 — ?

Решение:

$S_1 = a \cdot b$; $S_2 = \pi r^2 = \pi (d/2)^2$; $S_2 = \pi d^2/4$;

$S_1 = 5,8 \text{ м} \cdot 1,7 \text{ м} = 9,86 \text{ м}^2$

$S_2 = \frac{3,14 \cdot (13 \text{ м})^2}{4} = 132,665 \text{ м}^2 \approx 133 \text{ м}^2$.

Ответ: $S_1 = 9,86 \text{ м}^2$, $S_2 = 133 \text{ м}^2$.

№26.

Дано:

$S = 1 \text{ м}^2$

$S_1 = 1 \text{ см}^2$

l — ?

Решение:

Если кусочек имеет форму квадрата, и длина его стороны равна l_0 , то справедлива формула $S_1 = l_0 \cdot l_0$. Таким образом находим, что $l_0 = \sqrt{S_1} = 1 \text{ см}$. В одном квадратном метре содержится $100 \cdot 100 = 10\,000$ кусочков по 1 см^2 . Значит их общая длина равна $l = l_0 \cdot 10\,000 = 10\,000 \text{ см} = 100 \text{ м}$.

Ответ: 100 м.

№27.

Дано:

$d = 3 \text{ см}$

$\pi = 3,14$

$S = ?$

Решение:

$$S = \pi d^2 / 4; \quad S = \frac{3,14 \cdot (3 \text{ см})^2}{4} = 7,065 \text{ см}^2 \approx 7 \text{ см}^2.$$

№28.

Дано:

$l = 1,2 \text{ м}$

$b = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$

$c = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$

$V = ?$

Решение:

$V = l \cdot b \cdot c;$

$V = 1,2 \text{ м} \cdot 0,08 \text{ м} \cdot 0,05 \text{ м} = 0,0048 \text{ м}^3 = 4800 \text{ см}^3$

№30.

Дано:

$h = 4 \text{ м}$

$d = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$

$b = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}$

$V = ?$

Решение:

$V = h \cdot a \cdot b$

$V = 4 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 0,6 \text{ м} = 1,2 \text{ м}^3$

№31. 1) $950 \text{ мл} = 950 \text{ см}^3$; 2) $76 \text{ мл} = 76 \text{ см}^3$; 3) $165 \text{ мл} = 165 \text{ см}^3$.№32. Сходство: а) цена деления мензурок — 5 см^3 ;б) максимальный объем 100 см^3 .Различие: шкала мензурки б) линейная, а шкала мензурки а) — нелинейная.№33. Пусть цена деления мензурки A , тогда

$$A = (1000 \text{ см}^3 - 900 \text{ см}^3) : 10 = 10 \text{ см}^3.$$

Объем тела V равен объему вытесненной воды.

$$V = 800 \text{ см}^3 - 500 \text{ см}^3 = 300 \text{ см}^3.$$

№34. Налить в мензурку воды до определенного деления, отмечаем его, опускаем в мензурку, например, 20 дробинок; определяем объем вытесненной воды и делим его на 20.

№35. Если опустить тело в сосуд, изображенный на рис. 12 учебника, то часть воды выльется в мензурку; объем этой воды равен объему тела.

№36. Цена деления секундомера $A = \frac{15-10}{10} = 0,5$ (с).

№37. $12 \text{ с}; 1 \text{ с} = \frac{1}{60} \text{ мин} = \frac{1}{3600} \text{ ч}$. Отсюда $12 \text{ с} = 12 \cdot \frac{1}{60} \text{ мин} = 0,2 \text{ мин}$;

$12 \text{ с} = 12 \cdot \frac{1}{3600} \text{ ч} = \frac{1}{300} \text{ ч} \approx 0,003 \text{ ч}$. $1 \text{ с} = 10^3 \text{ мс} = 10^6 \text{ мкс}$.

Поэтому $12 \text{ с} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ мс} = 1,2 \cdot 10^7 \text{ мкс}$.

№38. $4^\circ - (-6^\circ) = 4^\circ + 6^\circ = 10^\circ \text{C}$.

№39. 1) $A_a = \frac{20^\circ - 10^\circ}{10} = 1^\circ \text{C}$; $A_b = \frac{20^\circ - 10^\circ}{10} = 1^\circ \text{C}$;

$A_v = \frac{20^\circ - 10^\circ}{10} = 1^\circ \text{C}$; $A_r = \frac{20^\circ - 15^\circ}{10} = 0,5^\circ \text{C}$; $A_d = \frac{20^\circ - 15^\circ}{10} = 0,5^\circ \text{C}$.

2) б) 34°C ; д) $22,5^\circ \text{C}$; 3) а) -20°C ; г) $-7,5^\circ \text{C}$;

4) а) 22°C ; б) 4°C ; в) 19°C ; г) 6°C ; д) 14°C .

3. Строение вещества

№40. Расстояние между атомами железа в кристаллической решетке стали больше размера молекул масла.

№41. Для определения диаметра молекулы надо видимый диаметр на снимке разделить на увеличение микроскопа $\frac{0,5 \text{ мм}}{200\,000} = 0,0000025 \text{ мм}$.

№42.

Дано:

$$V = 0,003 \text{ мм}^3$$

$$S = 300 \text{ см}^2 =$$

$$= 30\,000 \text{ мм}^2$$

$d = ?$

Решение:

Так как объем масла $V = S \cdot d$, где d — диаметр молекулы, то $d = V/S$;

$$d = \frac{0,003 \text{ мм}^3}{30000 \text{ мм}^2} = 0,0000001 \text{ мм}.$$

№43. 1) Нет, число молекул не увеличилось. 2) Нет, объем каждой молекулы не увеличился, увеличилось среднее расстояние между молекулами.

№44. Нет, так как между молекулами есть промежутки, то, объем всех молекул меньше объема газа в целом.

№45. Да, самые маленькие промежутки между молекулами твердых тел, больше между молекулами жидкости, молекулы в газах находятся на больших расстояниях друг от друга.

№46. Форма молекул не изменилась, увеличилось расстояние между ними и изменилась ориентация молекул.

№47. Объем воздуха в положении 1 больше, чем в положении 2, количество молекул не изменилось, значит отношение увеличилось.

№48. Смешать две разнородные жидкости, например воду и чернила.

№49. Состав молекул холодной и горячей воды одинаков, но объем горячей воды больше, так как при нагревании увеличивается расстояние между молекулами.

№50. Нет, разные.

№51. Так как расстояние между молекулами пара во много раз больше расстояний между молекулами воды, то это отношение больше для пара.

№52. При нагревании среднее расстояние между частицами увеличивается, при охлаждении — уменьшается.

№53. Увеличением расстояний между частицами из которых состоит проволока.

№54. Уменьшаются расстояния между молекулами из которых состоит материал рельса.

№55. Размеры деталей любых инструментов зависят от температуры. Но у точных измерительных инструментов даже малое изменение размеров деталей может привести к изменению показаний прибора. Поэтому точные приборы калибруют при определенной температуре.

4. Движение молекул и температура тела

№56. Распространение запахов обусловлено диффузией молекул пахучих веществ в воздухе.

№57. Из-за большого числа молекул, при движении они сталкиваются друг с другом и многократно изменяют направление движения.

№58. Молекулы углекислого газа благодаря диффузии покинули сосуд.

№59. Молекулы водорода проникают через промежутки между молекулами резины.

№60. Частички дыма и молекулы воздуха смешиваются благодаря конвекции и диффузии. При этом концентрация частичек дыма непрерывно уменьшается и он становится невидимым.

№61. В газах и жидкостях молекулы движутся быстрее и промежутки между ними больше, чем в твердом теле.

№62. Происходит диффузия — молекулы краски проникают между молекулами бумаги — краска переходит на другую бумагу.

№63. Молекулы жидкости распространяются между молекулами воды, смешиваются с ней — происходит диффузия.

№64. Происходит броуновское движение капелек масла в воде. Из-за малого размера капелек число соударений ее с молекулами воды в каждый данный момент времени не очень велико. А так как молекулы воды движутся беспорядочно, то чаще всего удары молекул о капельку не компенсируют друг друга. Поэтому передаваемый ими капельке суммарный импульс отличен от нуля. Следовательно, отлична от нуля результирующая сила давления молекул воды на капельку, которая и вызывает изменение ее движения.

№65. Температура выше в третьем стакане, так как процесс диффузии в нем идет быстрее (сахара осталось меньше, он быстрее растворяется).

№66. Молекулы краски диффундируют на белую ткань и окрасят ее.

№67. Для увеличения скорости диффузии в твердых телах эти тела надо нагревать, молекулы будут двигаться быстрее и увеличатся промежутки между молекулами.

№68. Лучше сохранять в холодном помещении, так как при более низких температурах скорости молекул ниже и диффундировать за пределы шара молекулы будут меньше.

№69. В холодном помещении, так как при низких температурах слабее броуновское движение капелек жира в молоке и, следовательно, меньше сопротивление их движению вверх (плотность жировых капелек меньше плотности остального содержимого молока и они всплывают из-за действия выталкивающей силы).

5. Взаимодействие молекул

№70. Между молекулами твердого тела преобладают силы притяжения.

№71. Мы не можем сблизить молекулы на такие расстояния, на которых будут действовать силы притяжения.

№72. Частички пыли обволакиваются водой и начинают взаимодействовать (притягиваться) друг с другом через молекулы воды, образуя сплошную гетерогенную среду.

№73. Молекулы соседних сухих листов разделены прослойкой воздуха (поверхность шероховатая) и практически не взаимодействуют. Если между листами находится вода, то молекулы вещества листов притягиваются к молекулам воды, а молекулы воды притягиваются друг к другу. Так осуществляется взаимодействие (притяжение) между мокрыми листами, которое значительно больше, чем между сухими.

№74. Силы притяжения между молекулами мела слабее, чем между молекулами мрамора, и, когда мы пишем мелом на доске, частички мела отслаиваются и остаются на доске.

№75. Сила притяжения между частичками твердых тел тем больше, чем большее давление нужно приложить, чтобы деформировать тело. Очевидно, что сила притяжения между частицами у стали максимальна, а у воска минимальна.

№76. Молекулы сближаются на такое расстояние, что между ними начинают действовать силы притяжения.

№77. Такая сварка возможна при условии, что частицы металлов будут сближены на расстояние взаимного притяжения.

№78. Возникают силы притяжения между молекулами стекла и воды.

№79. В твердом, так как молекулы расположены ближе друг к другу.

№80. Силы притяжения между молекулами ртути и меди больше, чем между молекулами масла и меди.

№81. Между молекулами веществ действуют не только силы притяжения, но и силы отталкивания, которые резко возрастают при чрезмерном сближении молекул.

№82. Проникновение в поверхностные слои склеиваемых тел в местах соприкосновения непрерывно движущихся частиц клея и припоя.

№83. При паянии внутрь изделий диффундируют частицы припоя, а при сварке — частицы вещества, которые свариваются.

6. Три состояния вещества

№84.

Состояние		
<i>твёрдое</i>	<i>жидкое</i>	<i>газообразное</i>
сахар, олово, лед, алюминий	вода, спирт, молоко	воздух, азот, кислород

№85. Можно, если заполнять его газом более тяжелым, чем воздух. Газ снизу вытеснит воздух, но сохранить такое состояние долго не удастся из-за наличия диффузии молекул.

№86. Нет, так как молекулы жидкой ртути подвижны и могут вырываться из ртути (испаряться).

№87. Да, при определенных условиях (очень низких температурах).

№88. Да, при высоких температурах.

№89. Туман — это взвесь капелек воды в воздухе. Следовательно, это жидкое состояние воды.

№90. Жидкое или твердое (замерзшие капельки).

№91. Все запахи, которыми обладают тела, обусловлены испарением или сублимацией (у твердых тел) молекул пахучего вещества, т. е. переходом его в газообразное состояние. Со временем всё пахучее вещество следа испаряется и уносится воздухом. Запах исчезает.

№92. Молекулы керосина проникли в промежутки между молекулами вещества фляги, и медленно диффундируют из него. Поэтому запах сохраняется.

№93. Олово перешло из кристаллического (твёрдого) в жидкое состояние. В кристаллах атомы или молекулы колеблются около положения равновесия в узлах кристаллической решетки. В жидком состоянии атомы олова более подвижны, их взаимное расположение менее упорядочено и непрерывно меняется.

№94. Сами молекулы не изменились. Увеличилось расстояние между молекулами и молекулы стали двигаться хаотично с большими скоростями.

II. ДВИЖЕНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ

7. Равномерное и неравномерное прямолинейное движение

№95. Книга находится:

- а) в покое так как книга относительно стола не перемещается;
- б) движется, так как перемещается вместе с поездом относительно рельсов;
- в) в покое, так как книга относительно пола не перемещается;
- г) движется, так как книга вместе с поездом перемещается относительно столбов.

№96. Ось колеса закреплена относительно кузова автомобиля и вместе с ним центр колеса движется по прямой линии.

№97. Обе стрелки совершают вращательное движение. Поэтому концы стрелок движутся по окружностям. Радиус окружности, описываемой концом минутной стрелки, больше и больше ее угловая и линейная скорости.

№98. Ось колеса жестко связана с рамой велосипеда. Поэтому траекторией движения точек обода относительно рамы является окружность.

№99. Прямолинейные траектории: рама, руль, сиденье; криволинейные: точки обода колеса, цепь, спицы, педали.

№100. Скорости станции и кораблей одинаковы, так как они не перемещались относительно друг друга, то их скорости относительно друг друга равны 0.

№101. В полдень, когда направление движения поверхности Земли совпадает с направлением движения Земли вокруг Солнца.

№102. Так как движутся самолеты с одинаковой скоростью, то их скорости относительно друг друга равны 0.

№103. Вверх с такой же по модулю скоростью, т.е. со скоростью 5 см/с.

№104. Одинаковые.

№105. Правые колеса автомобиля движутся по окружности большего радиуса, чем левые, а угловая скорость поворота всех колес одинакова. Поэтому правые колеса проходят больший путь.

№106. Проекции векторов перемещения на оси координат:

$$s_{1x} > 0; s_{2x} = 0; s_{3x} > 0; s_{4x} > 0; s_{5x} < 0; s_{6x} < 0;$$

$$s_{1y} = 0; s_{2y} > 0; s_{3y} < 0; s_{4y} > 0; s_{5y} > 0; s_{6y} = 0.$$

№107. Сделаем пояснительный рисунок.

Определим расстояния между этажами

а) 11-м и 5-м — 6 эт. $\times 4 \text{ м} = 24 \text{ м}$;

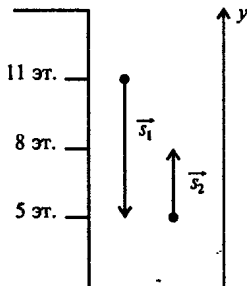
б) 5-м и 8-м — 3 эт. $\times 4 \text{ м} = 12 \text{ м}$.

Путь $s = |s_1| + |s_2| = 24 \text{ м} + 12 \text{ м} = 36 \text{ м}$.

Перемещение

$$s_y = s_{1y} + s_{2y} = -s_1 + s_2 = -24 \text{ м} + 12 \text{ м} = -12 \text{ м}.$$

Знак проекции отрицательный.



№108.

Дано:

$$l_1 = 400 \text{ м}$$

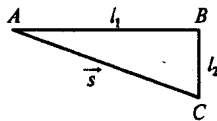
$$l_2 = 300 \text{ м}$$

$$l = ?;$$

$$s = ?$$

Решение:

Сделаем пояснительный рисунок и пусть путь будет l , а перемещение $\vec{s}$. Путь $l = l_1 + l_2$. Перемещение $\vec{s}$ является гипотенузой в прямоугольном треугольнике ABC , т.е.



$$s = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{l_1^2 + l_2^2}. \quad \text{Вычисление: } l = 400 \text{ м} + 300 \text{ м} = 700 \text{ м};$$

$$s = \sqrt{(400 \text{ м})^2 + (300 \text{ м})^2} = \sqrt{160000 \text{ м}^2 + 90000 \text{ м}^2} = \sqrt{250000 \text{ м}^2} = 500 \text{ м}.$$

№109.

Дано:

$$l_1 = 400 \text{ м}$$

$$l_2 = 500 \text{ м}$$

$$l_3 = 600 \text{ м}$$

$$l_4 = 200 \text{ м}$$

$$l_5 = 200 \text{ м}$$

$$l_6 = 300 \text{ м}$$

$$l = ?;$$

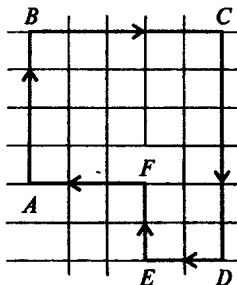
$$s = ?$$

Решение:

Изобразим в масштабе 1 клетка тетради — 100 м. По рисунку видно, что группа вернулась в начальную точку A . т.е. ее перемещение равно 0.

Путь же $l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6$;

$$l = 400 \text{ м} + 500 \text{ м} + 600 \text{ м} + 200 \text{ м} + 200 \text{ м} + 300 \text{ м} = 2200 \text{ м}.$$



№110.

Дано:

$r = 5 \text{ см}$

$\pi = 3,14$

$l = ?;$

$s = ?$

Решение:

Конец стрелки описывает окружность радиуса r . Длина окружности и есть путь стрелки $l = 2\pi r$. Так как стрелка приходит в первоначальное положение, то перемещение ее равно 0. Вычисление: $l = 2 \cdot 3,14 \cdot 5 \text{ см} = 31,4 \text{ см}$. $s = 0$.

№111. Наибольшей является скорость на участке CD , наименьшей на участке BC , так как расстояние CD наибольшее, а BC наименьшее, а скорость — отношение расстояния, проходимого телом за промежуток времени, к величине этого промежутка.

№112. Средняя скорость больше на участке $вг$, так как при одинаковом времени, расстояние $s_{вг} > s_{аб}$, а $v = s/t$. Следовательно $\frac{s_{вг}}{t} > \frac{s_{аб}}{t}$.

№113. Нет такое движение назвать равномерным нельзя, так как движущая льдина могла перемещаться не все время, а например несколько часов, а все остальное время не двигалась.

№114. $v = 60 \text{ км/ч}$. $\xrightarrow{\vec{v}}$ Длина стрелки 3 см.

№115.

Дано:

$s = 10 \text{ см}$

$t = 1 \text{ с}$

$v = ?$



$v = s/t;$

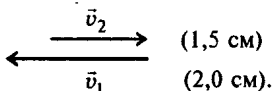
$v = 10 \text{ см} : 1 \text{ с} = 10 \text{ см/с}$

Длина стрелки 2 см.

№116.

$v_1 = 8 \text{ м/с}$

$v_2 = 6 \text{ м/с}$



№117. $v = 18 \text{ км/ч} = 18 \cdot (1000 \text{ м}/3600 \text{ с}) = 5 \text{ м/с} =$
 $= 5 \cdot (100 \text{ см/с}) = 500 \text{ см/с}$.
 $\xleftarrow{\quad} (2,5 \text{ см})$.

№118. $v = 36 \text{ км/ч} = 36 \cdot (1000 \text{ м}/3600 \text{ с}) = 10 \text{ м/с}$.

№119. $v_1 = 7,9 \text{ км/с} = 7,9 \cdot (1000 \text{ м/с}) = 7900 \text{ м/с}$.
 $v_{II} = 11,2 \text{ км/с} = 11,2 \cdot (1000 \text{ м/с}) = 11200 \text{ м/с}$.
 $v_{III} = 16,7 \text{ км/с} = 16,7 \cdot (1000 \text{ м/с}) = 16700 \text{ м/с}$.

Так как $1 \text{ с} = \frac{1}{3600} \text{ ч}$, то $v_1 = 7,9 \text{ км/с} = 7,9 \cdot 3600 \text{ км/ч} = 28\,440 \text{ км/ч}$.

$$v_{II} = 11,2 \text{ км/с} = 11,2 \cdot 3600 \text{ км/ч} = 40\,320 \text{ км/ч}.$$

$$v_{III} = 16,7 \text{ км/с} = 16,7 \cdot 3600 \text{ км/ч} = 60\,120 \text{ км/ч}.$$

№120.

Дано:

$$s_1 = 2700 \text{ км} = 2\,700\,000 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$$

$$v_2 = 715 \text{ м/с}$$

$$v_1 - ?$$

Решение:

$$v_1 = s_1/t_1; \quad v_1 = \frac{2\,700\,000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 750 \text{ м/с}.$$

В прямом направлении скорость самолета больше.

№121.

Дано:

$$v_3 = 15 \text{ м/с}$$

$$v_d = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$$

Скорость дельфина больше скорости зайца.

№122.

Дано:

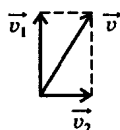
$$v_1 = 0,2 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 0,1 \text{ м/с}$$

$$v - ?$$

Решение:

Относительно наблюдателя груз одновременно участвует в 2-х движениях: поднимается вверх со скоростью $\vec{v}_1$, и движется горизонтально со скоростью $\vec{v}_2$. Изобразим векторы скоростей на рисунке. Результирующая



скорость движения груза находится как диагональ прямоугольника. Численное ее значение находится по теореме Пифагора

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{(0,2 \text{ м/с})^2 + (0,1 \text{ м/с})^2} = \sqrt{0,05 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 0,22 \text{ м/с}.$$

№123.

Дано:

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

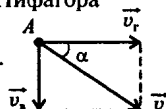
$$v_B - ?;$$

$$v_r - ?$$

Решение:

Изобразим вектор скорости движения санок и построим его составляющие. Получаем прямоугольный треугольник, в котором гипотенуза v , катеты v_r , v_B , а один из острых углов — 30° . Знаем, что катет, лежащий против $\angle 30^\circ$ равен $1/2 v$, следовательно $v_B = 1/2 v = 5 \text{ м/с}$. Для нахождения v_r воспользуемся теоремой Пифагора

$$v_r = \sqrt{v^2 - v_B^2} = \sqrt{100 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 25 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = \sqrt{75 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 8,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$



№124.

Дано:

$$t = 5 \text{ ч } 30 \text{ мин} = 5,5 \text{ ч}; s = 99 \text{ км}$$

 $v = ?$ Решение:

Средней скоростью называется отношение суммарного пройденного пути к общему времени перемещения.

$$v = s/t; v = 99 \text{ км}/5,5 \text{ ч} = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с.}$$

№125.

Дано:

$$s = 20 \text{ км}$$

$$t = 3 \text{ ч}$$

 $v_{\text{ср}} = ?$ Решение:

$$v_{\text{ср}} = s/t;$$

$$v_{\text{ср}} = 20 \text{ км} : 3 \text{ ч} \approx 6,67 \text{ км/ч.}$$

№126.

Дано:

$$s = 20 \text{ км} = 20\,000 \text{ м}$$

$$t_1 = 5 \text{ ч} = 18\,000 \text{ с}$$

$$t_2 = 2 \text{ ч} = 7200 \text{ с}$$

$$t_3 = 22 \text{ мин} = 1320 \text{ с}$$

$$t_4 = 1,4 \text{ мин} = 84 \text{ с}$$

$$v_1 = ?; v_2 = ?;$$

$$v_3 = ?; v_4 = ?$$

Решение:

$$v_1 = s/t_1; v_1 = 20\,000 \text{ м} : 18\,000 \text{ с} = 1,1 \text{ м/с.}$$

$$v_2 = s/t_2; v_2 = 20\,000 \text{ м} : 7200 \text{ с} = 2,8 \text{ м/с.}$$

$$v_3 = s/t_3; v_3 = 20\,000 \text{ м} : 1320 \text{ с} \approx 15 \text{ м/с.}$$

$$v_4 = s/t_4; v_4 = 20\,000 \text{ м} : 84 \text{ с} \approx 238 \text{ м/с.}$$

№127.

Дано:

$$t_1 = 17 \text{ ч}; t_2 = 22 \text{ ч}$$

$$s_1 = 101\,000 \text{ км}$$

$$s_2 = 152\,000 \text{ км}$$

 $v_{\text{ср}} = ?$ Решение:

$$v_{\text{ср}} = \Delta s / \Delta t. \quad \Delta s = s_2 - s_1. \quad \Delta t = t_2 - t_1.$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \cdot v_{\text{ср}} = \frac{152\,000 \text{ км} - 101\,000 \text{ км}}{5 \text{ ч}} = 10\,200 \text{ км/ч.}$$

№128.

Дано:

$$t = 30 \text{ с}$$

$$v = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$$

 $s = ?$ Решение:

Из формулы скорости $v = s/t$ находим

$$s = v \cdot t.$$

$$s = 20 \text{ м/с} \cdot 30 \text{ с} = 600 \text{ м.}$$

№129.

Дано:

$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$

$v = 850 \text{ км/ч}$

 $s = ?$ Решение: $s = v \cdot t$. Переведем скорость в м/с.

$v = 850 \text{ км/ч} = 850 \cdot (1000 \text{ м}/3600 \text{ с}) \approx 236,1 \text{ м/с}$

$s = 236,1 \text{ м/с} \cdot 60 \text{ с} \approx 14167 \text{ м} \approx 14,2 \text{ км}$

№130.

Дано:

$s = 15 \text{ км} = 15\,000 \text{ м}$

$v = 0,5 \text{ м/с}$

 $t = ?$ Решение:

$t = s/v; \quad t = \frac{15000 \text{ м}}{0,5 \text{ м/с}} = 30000 \text{ с} = \frac{30000}{3600} \text{ ч} =$

$= 8 \frac{1}{3} \text{ ч} = 8 \text{ ч } 20 \text{ мин}$

№131.

Дано:

$s_1 = 300 \text{ м}$

$v_1 = 5 \text{ м/с}$

$v_2 = 0,8 \text{ см/с} =$
 $= 0,008 \text{ м/с}$

 $l = ?$ Решение:

Для определения длины бикфордова шнура можно умножить скорость горения шнура на время сгорания $l = v_2 \cdot t$. Время сгорания шнура, это, как минимум, время за которое человек должен пробежать 300 м. Его можно определить по формуле $t = s_1/v_1$.

$t = \frac{300 \text{ м}}{5 \text{ м/с}} = 60 \text{ с}; \quad l = 0,008 \text{ м/с} \cdot 60 \text{ с} = 0,48 \text{ м}$

№132.

Дано:

$t_1 = 5 \text{ мин}$

$s_1 = 600 \text{ м}$

$t_2 = 0,5 \text{ ч} = 30 \text{ мин}$

 $s_2 = ?$ Решение:

Чтобы найти s_2 , воспользуемся формулой $s_2 = v \cdot t_2$. Так как трактор движется с постоянной скоростью $v = s_1/t_1$, $v = 600 \text{ м} : 5 \text{ мин} = 120 \text{ м/мин}$; $s_2 = 120 \text{ м/мин} \cdot 30 \text{ мин} = 3600 \text{ м}$.

№133.

Дано:

$s_1 = 120 \text{ м}$

$t_1 = 10 \text{ с}$

$s_2 = 360 \text{ м}$

$t_2 = 1,5 \text{ мин} = 90 \text{ с}$

 $v_{\text{ср}} = ?$ Решение:

Средняя скорость — это отношение всего пути, которое прошло тело, ко времени движения

$v_{\text{ср}} = s/t; \quad s = s_1 + s_2; \quad t = t_1 + t_2. \quad v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$

$v_{\text{ср}} = \frac{120 \text{ м} + 360 \text{ м}}{10 \text{ с} + 90 \text{ с}} = \frac{480 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 4,8 \text{ м/с}$

№134.

Дано:

$$\begin{array}{l}
 t_1 = 12 \text{ с} \\
 v_1 = 6 \text{ м/с} \\
 t_2 = 9 \text{ с} \\
 v_2 = ?
 \end{array}$$

Решение:

$$\begin{array}{l}
 v_2 = s_2/t_2; \quad s_2 = s_1 = v_1 \cdot t_1. \\
 v_2 = \frac{v_1 \cdot t_1}{t_2}; \quad v_2 = \frac{6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 12 \text{ с}}{9 \text{ с}} = 8 \text{ м/с}.
 \end{array}$$

№135.

Дано:

$$\begin{array}{l}
 s_1 = 3 \text{ км} = 3000 \text{ м} \\
 v_1 = 5,4 \text{ км/ч} = 1,5 \text{ м/с} \\
 v_2 = 10 \text{ м/с} \\
 s_2 = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м} \\
 v_{\text{ср}} = ?
 \end{array}$$

Решение:

Средняя скорость движения находится по формуле $v_{\text{ср}} = s/t$; $s = s_1 + s_2$; $t = t_1 + t_2$. Время движения лыжника можно определить по формулам $t_1 = s_1/v_1$; $t_2 = s_2/v_2$.

$$t_1 = \frac{3000 \text{ м}}{1,5 \text{ м/с}} = 2000 \text{ с}; \quad t_2 = \frac{1000 \text{ м}}{10 \text{ м/с}} = 100 \text{ с}.$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{3000 \text{ м} + 1000 \text{ м}}{2000 \text{ с} + 100 \text{ с}} = \frac{4000 \text{ с}}{2100 \text{ с}} = 1,9 \text{ м/с} \approx 2 \text{ м/с}.$$

№136.

Дано:

$$\begin{array}{l}
 s_1 = 4 \text{ км} \\
 t_1 = 12 \text{ мин} = 0,2 \text{ ч} \\
 s_2 = 12 \text{ км} \\
 t_2 = 18 \text{ мин} = 0,3 \text{ ч} \\
 v_{\text{ср1}} = ?; \quad v_{\text{ср2}} = ?; \\
 v_{\text{ср}} = ?
 \end{array}$$

Решение:

Средняя скорость на всем пути определяется по формуле: $v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2}$; $t_1 = \frac{s_1}{v_1}$. Вычисления:

$$t_1 = \frac{30000 \text{ м}}{15 \text{ м/с}} = 2000 \text{ с}; \quad v_{\text{ср}} = \frac{30000 \text{ м} + 40000 \text{ м}}{2000 \text{ с} + 3600 \text{ с}} = 125 \text{ м/с}.$$

№137.

Дано:

$$\begin{array}{l}
 s_1 = 30 \text{ км} = 30000 \text{ м} \\
 v_1 = 15 \text{ м/с} \\
 s_2 = 40 \text{ км} = 40000 \text{ м} \\
 t_2 = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с} \\
 v_{\text{ср}} = ?
 \end{array}$$

Решение:

$$v_{\text{ср1}} = \frac{s_1}{t_1}; \quad v_{\text{ср2}} = \frac{s_2}{t_2}; \quad v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2};$$

$$v_{\text{ср2}} = 12 \text{ км/0,3 ч} = 40 \text{ км/ч}.$$

$$v_{\text{ср1}} = 4 \text{ км/0,2 ч} = 20 \text{ км/ч}.$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{4 \text{ км} + 12 \text{ км}}{0,2 \text{ ч} + 0,3 \text{ ч}} = \frac{16 \text{ км}}{0,5 \text{ ч}} = 32 \text{ км/ч}.$$

№138.

Дано:

$s_2 = 630 \text{ м}$

$v = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с}$

$t = 2,5 \text{ мин} = 150 \text{ с}$

$l = ?$

Решение:

Длину поезда можно определить по формуле $l = s_1 - s_2$, где s_1 — расстояние, которое проходит весь поезд (от головы до хвоста) мост за 2,5 минуты $l = 5 \text{ м/с} \cdot 150 \text{ с} - 630 \text{ м} = 120 \text{ м}$.

№139.

Дано:

$v_1 = 40 \text{ км/ч}$

$t = 3 \text{ с}$

$l = 75 \text{ м}$

$v_2 = ?$

Решение:

В случае встречного движения тел со скоростями v_1 и v_2 , скорость относительного движения равна $v = v_1 + v_2$. Тогда $v = l/t = 75 \text{ м} : 3 \text{ с} = 25 \text{ м/с} = 90 \text{ км/ч}$.

$v_1 + v_2 = 90 \Rightarrow v_2 = 90 - v_1; v_2 = 90 - 40 = 50 \text{ (км/ч)}.$

№140.

Дано:

$v_1 = 54 \text{ км/ч}$

$v_2 = 36 \text{ км/ч}$

$s = 18 \text{ км}$

$t = ?$

Решение:

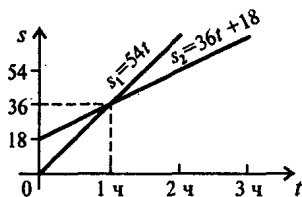
1. Время, через которое первый автомобиль догонит второго, можно определить по формуле $t = s/v$, где $v = v_1 - v_2$ — скорость первого автомобиля относительно второго. $v = 54 \text{ км/ч} - 36 \text{ км/ч} = 18 \text{ км/ч}$; $t = \frac{18 \text{ км}}{18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 1 \text{ ч}$.

2. Графический способ.

Уравнения движения тел имеют вид

$s_1 = v_1 t; s_1 = 54t.$

$s_2 = v_2 t + s; s_2 = 36t + 18.$



№141.

Дано:

$l = 4,070 \text{ м} =$

$= 4070 \text{ м}$

$t_b = 6 \text{ мин } 47 \text{ с} =$

$= 407 \text{ с}$

$v_a = v_b + 4,2 \text{ м/с}$

$\Delta t_a = ?$

Решение:

$v_b = l/t_b = 4070 \text{ м} : 407 \text{ с} = 10 \text{ м/с};$

$v_a = v_b + 4,2 \text{ м/с} = 10 \text{ м/с} + 4,2 \text{ м/с} = 14,2 \text{ м/с};$

$t_a = \frac{l}{v_a} = \frac{4070 \text{ м}}{14,2 \text{ м/с}} \approx 287 \text{ с};$

$\Delta t_a = t_b - t_a = 407 \text{ с} - 287 \text{ с} = 120 \text{ с} = 2 \text{ мин}.$

№142.

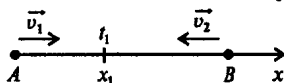
Дано:

$$\begin{aligned}
 t_{01} &= 9 \text{ ч;} \\
 t_{02} &= 9,5 \text{ ч} \\
 v_1 &= 40 \text{ км/ч} \\
 v_2 &= 60 \text{ км/ч} \\
 s &= 120 \text{ км}
 \end{aligned}$$

$$t_1 - ?; x_1 - ?$$

Решение:

Сделаем пояснительный рисунок.



Составим уравнения координат для двух автобусов.

$$\text{Для первого } x_1 = v_1 t_1. \quad (1)$$

$$\text{Для второго } x_2 = 120 - v_2(t_1 - 0,5). \quad (2)$$

Второе тело находится в движении на 0,5 ч меньше первого, поэтому $(t_1 - 0,5)$ ч — это его время движения. Так как в месте встречи тела имеют одинаковые координаты и время встречи одинаковое, то, приравняв уравнения (1) и (2), найдем время движения автобусов до встречи и, подставив его в уравнение (1), найдем расстояние места встречи от точки A.

$$\begin{aligned}
 v_1 \cdot t_1 &= 120 - v_2(t_1 - 0,5); \quad 40t_1 = 120 - 60(t_1 - 0,5); \quad 40t_1 = 120 - 60t_1 + 30; \\
 100t_1 &= 150; \quad t_1 = 1,5 \text{ (ч)}; \quad x_1 = 40 \cdot 1,5 = 60 \text{ (км)}.
 \end{aligned}$$

Автобусы встретятся через 1,5 ч после выхода первого автобуса в 60 км от точки A.

№143.

Дано:

$$\begin{aligned}
 t_1 &= t_2 = 24 \text{ ч} \\
 s_1 &= 600 \text{ км} \\
 s_2 &= 336 \text{ км} \\
 v_T &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

Скорости движения теплохода по и против течения соответственно равны $(v + v_T)$ и $(v - v_T)$. Они определяются

$$\text{по формулам } v + v_T = \frac{s_1}{t}; \quad v - v_T = \frac{s_2}{t}.$$

Подставив значения s_1 , s_2 и t , получим

$$v + v_T = 600 : 24 \Rightarrow v + v_T = 25; \quad v - v_T = 336 : 24 \Rightarrow v - v_T = 14.$$

Выразим из второго уравнения $v = v_T + 14$ и подставим в первое уравнение: $v_T + 14 + v_T = 25; \quad 2v_T = 11; \quad v_T = 5,5 \text{ (км/ч)}.$

№144.

Дано:

$$\begin{aligned}
 v &= 7,2 \text{ км/ч} = 2 \text{ м/с} \\
 s &= 150 \text{ м} \\
 l &= 0,5 \text{ км} = 500 \text{ м} \\
 v_p &= ?; \quad t = ?
 \end{aligned}$$

Решение:

Так как собственная скорость лодки направлена перпендикулярно берегу, то время переправы

$$\text{равно } t = \frac{l}{v} = \frac{500 \text{ м}}{2 \text{ м/с}} = 250 \text{ с.} \quad \text{Скорость течения}$$

реки будет $v_p = \frac{s}{t} = \frac{150 \text{ м}}{250 \text{ с}} = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, потому что вдоль берега лодка движется со скоростью v_p .

№145.

Дано:

$t_1 = 15 \text{ с}$

$v_1 = 5 \text{ м/с}$

$t_2 = 10 \text{ с}$

$v_2 = 8 \text{ м/с}$

$t_3 = 6 \text{ с}$

$v_3 = 20 \text{ м/с}$

$v_{\text{ср}} = ?$

Решение:

По определению средней скорости $v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}$.

Так как $s_1 = v_1 \cdot t_1$; $s_2 = v_2 \cdot t_2$ и $s_3 = v_3 \cdot t_3$, то

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2 + v_3 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 15 \text{ с} + 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 10 \text{ с} + 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 6 \text{ с}}{15 \text{ с} + 10 \text{ с} + 6 \text{ с}} =$$

$$= \frac{275 \text{ м}}{31 \text{ с}} \approx 8,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

№146.

Дано:

$s_1 = \frac{3}{4} s$

$v_1 = 60 \text{ км/ч}$

$s_2 = \frac{1}{4} s$

$v_2 = 80 \text{ км/ч}$

$v_{\text{ср}} = ?$

Решение:

Пусть весь путь составляет s км. Тогда средняя скорость по определению будет составлять $v_{\text{ср}} = \frac{s}{t_1 + t_2}$.

Находим, что $t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{0,75s}{v_1}$ и $t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{0,25s}{v_2}$. Под-

ставляя эти значения в формулу и сокращая на s , получим

$$v_{\text{ср}} = \frac{1}{\frac{0,75}{v_1} + \frac{0,25}{v_2}} = \frac{v_1 \cdot v_2}{0,75 \cdot v_2 + 0,25 \cdot v_1} = \frac{60 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}}{0,75 \cdot 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + 0,25 \cdot 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = 64 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

№147. Тело 1 за равные промежутки времени проходит равные отрезки пути. Следовательно, оно движется равномерно. Тело 2 движется ускоренно, а тело 3 — замедленно. Нельзя утверждать, что тела движутся прямолинейно, так как мы не знаем зависимость вектора перемещения от времени. В случае 1, например, это может быть равномерное движение по окружности.

№148. По графику выписываем данные и решаем задачу.

Дано:

$$s_1 = 40 \text{ км}$$

$$t_1 = 0,5 \text{ ч}$$

$$s_2 = 10 \text{ км}$$

$$t_2 = 1 \text{ ч}$$

$$s_3 = 0$$

$$t_3 = 1 \text{ ч}$$

$$v_1 - ?; v_2 - ?;$$

$$v_3 - ?; v_{\text{ср}} - ?$$

Решение:

$$v_1 = s_1 / t_1;$$

$$v_2 = s_2 / t_2;$$

$$v_3 = s_3 / t_3;$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}.$$

Вычисления:

$$v_1 = 40 \text{ км} : 0,5 \text{ ч} = 80 \text{ км/ч};$$

$$v_2 = 10 \text{ км} : 1 \text{ ч} = 10 \text{ км/ч};$$

$$v_3 = 0 : 1 \text{ ч} = 0 \text{ — тело покоится};$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{40 \text{ км} + 10 \text{ км}}{0,5 \text{ ч} + 1 \text{ ч} + 1 \text{ ч}} = 20 \text{ км/ч}$$

В точках излома графика скорость изменяется с 80 км/ч до 10 км/ч в первой точке, с 10 км/ч до 0 во второй точке, т. е. в этих точках тело движется неравномерно.

№149.

Дано:

$$t_1 = 15 \text{ с}$$

$$v_1 = 5 \text{ м/с}$$

$$t_2 = 10 \text{ с}$$

$$v_2 = 8 \text{ м/с}$$

$$t_3 = 6 \text{ с}$$

$$v_3 = 20 \text{ м/с}$$

$$v(t) - ?;$$

$$v_{\text{ср}} - ?$$

Решение:

1) Построим график зависимости скорости от времени.

2)

$$s_1 = v_1 \cdot t_1;$$

$$s_2 = v_2 \cdot t_2;$$

$$s_3 = v_3 \cdot t_3;$$

$$s_1 = 5 \text{ м/с} \cdot 15 \text{ с} = 75 \text{ м}.$$

$$s_2 = 8 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} = 80 \text{ м}.$$

$$s_3 = 20 \text{ м/с} \cdot 6 \text{ с} = 120 \text{ м}.$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{75 \text{ м} + 80 \text{ м} + 120 \text{ м}}{15 \text{ с} + 10 \text{ с} + 6 \text{ с}} =$$

$$= 8,9 \text{ м/с} \approx 9 \text{ м/с}. \quad s_4 = v_{\text{ср}} \cdot (t_1 + t_2 + t_3) =$$

$$= s_2 + s_2 + s_3. \text{ Площади под графиками равны.}$$

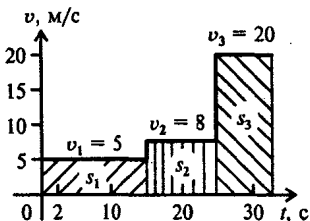


Рис. 1

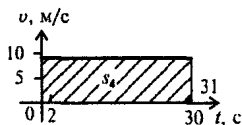


Рис. 2

№150. 1. Скорости движения тел по графикам можно определить по формуле $v = \frac{x - x_0}{t}$, где x_0 — начальная координата тела, x — координата тела через время t .

Для тела 1: $v_1 = (1 - 1) : 4 = 0$, т. е. скорость тела равна 0.

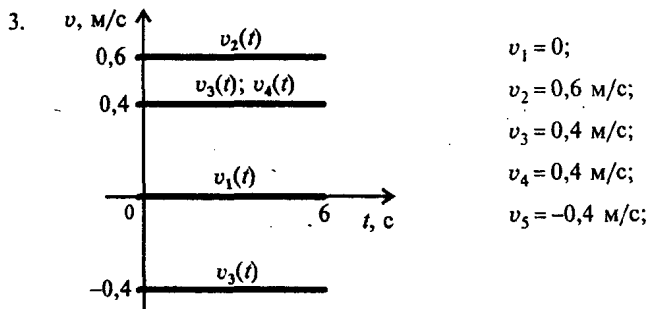
Для тела 2: $v_2 = (3 \text{ м} - 0 \text{ м}) : 5 \text{ с} = 0,6 \text{ м/с}$.

Для тела 3: $v_3 = (6 \text{ м} - 4 \text{ м}) : 5 \text{ с} = 0,4 \text{ м/с}$.

Для тела 4: $v_4 = (8 \text{ м} - 6 \text{ м}) : 5 \text{ с} = 0,4 \text{ м/с}$.

Для тела 5: $v_5 = (8 \text{ м} - 10 \text{ м}) : 5 \text{ с} = -0,4 \text{ м/с}$, т. е. тело движется навстречу телам 1, 2, 3 и 4.

2. Точки пересечения графиков говорят, что тела либо встречаются при движении либо одно тело догоняет другое. По данному рисунку видно, что 2-е тело догнало 1-е тело приблизительно через 1,5 с после начала своего движения. 5-е тело встречалось с 4-м телом через 5 с после начала движения.



№151.

1. $x = x(t) — ?$

Уравнение зависимости координаты от времени имеет вид

$x = x_0 + v_x t$ (1), здесь x_0 — начальная координата, т. е. положение тела в момент времени $t = 0$; $v_x = \frac{x - x_0}{t}$ — скорость тела.

На рисунке в учебнике графики движения трех тел. Для каждого из них надо определить x_0 и v_x и подставить их в формулу (1).

1. $x_{01} = 5 \text{ (м)}$ $v_{1x} = 0$ (координата тела неизменная),
 $x_1 = 5$ — уравнение координаты 1-го тела.

2. $x_{02} = 5 \text{ (м)}$ $v_{2x} = \frac{0-5}{5} = -1 \text{ (м/с)}$
 $x_2 = 5 - t$ — уравнение координаты 2-го тела.

3. $x_{03} = -10 \text{ (м)}$ $v_{3x} = \frac{0-(-10)}{20} = 0,5 \text{ (м/с)}$
 $x_3 = -10 + 0,5 t$ — уравнение координаты 3-го тела.

II. а) Для нахождения координат тел по графикам надо из точки $t = 5 \text{ с}$ восстановить перпендикуляр до пересечения с графиком и провести прямую перпендикулярную оси x . Итак, по графику через 5 секунд $x_1 = 5 \text{ м}$; $x_2 = 0 \text{ (м)}$; $x_3 = -7,5 \text{ (м)}$.

б) Чтобы найти координату тела через некоторое время по уравнению координаты надо в уравнение координаты поставить соответствующее время: $x_1 = 5$ (м); $x_2 = 5 - 1 \cdot 5 = 0$ (м); $x_3 = -10 + 0,5 \cdot 5 = -7,5$ (м).

III. Время и место встречи определяем по точке пересечения графиков. Перпендикуляры, опущенные из точки пересечения графиков на оси времени и координаты дают нам время и место встречи (t_A ; x_A): $t_A = 10$ с; $x_A = -5$ м. Второе и третье тела встретились через 10 с после начала движения в точке с координатой -5 м.

№152. Нет. Ведь по определению при равномерном движении за равные промежутки времени тело должно проходить одинаковые отрезки пути. В условии задачи приведен пример равноускоренного движения.

№153. График скорости равномерного прямолинейного движения — прямая, параллельная оси времени, так как скорость со временем не изменяется ни по величине ни по направлению (см. рис. в учебнике).

Итак, графиком равномерного прямолинейного движения является график 4. Точка пересечения графиков 3 и 5 указывает, что примерно через 1,2 с после начала движения 3-го и 5-го тел скорости этих тел стали одинаковыми, но утверждать, что координаты тел стали одинаковыми, нельзя.

№154.

I. Начальные скорости движения — точки пересечения графиков функций с осью v . Так $v_{01} = 0$ (м/с); $v_{03} = 14$ (м/с); $v_{04} = 8$ (м/с).

II. Приращение скорости за 1 с обозначим $\Delta v / \Delta t$, здесь Δv — изменение скорости за время Δt .

$\frac{\Delta v_1}{\Delta t} = \frac{4-0}{2} = 2$ м/с²; $\frac{\Delta v_3}{\Delta t} = \frac{0-14}{5} = -2,8$ м/с²; $\frac{\Delta v_4}{\Delta t} = 0$ м/с² — скорость со временем не изменяется.

III. Для определения средней скорости за 6 с надо путь, пройденный телом за 6 с, разделить на время 6 с. Путь можно найти как площадь фигуры под графиком за 6 с.

- 1) Первый график $s = 1/2 \cdot 6 \cdot 12 = 36$ (м), график функции 1 за 6 с дает нам треугольник $v_{1cp} = 36$ м : 6 с = 6 м/с.
- 2) третий график $s = 1/2 \cdot 6 \cdot 17 = 51$ м,
 $v_{3cp} = 45,1$ м : 6 с = 8,5 м/с.
- 3) 4-й график $s = 8 \cdot 6 = 48$ (м), $v_{4cp} = 48$ м : 6 с = 8 м/с.

№155.

Дано:

$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$

$v_0 = 18 \text{ км/ч} =$

$= 5 \text{ м/с}$

$v = 72 \text{ км/ч} =$

$= 20 \text{ м/с}$

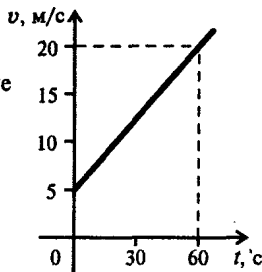
$a = ?; v_x(t) = ?$

Решение:

По определению ускорение можно найти по формуле

$$a = \frac{v - v_0}{t};$$

$$a = \frac{20 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{60 \text{ с}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$



№156.

Дано:

$a = -0,5 \text{ м/с}^2$

$v_0 = 54 \text{ м/с} =$

$= 15 \text{ м/с}$

$v = 0$

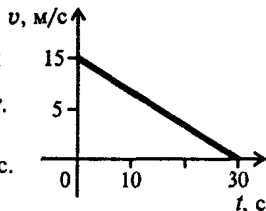
$t = ?; v(t) = ?$

Решение:

Из определения ускорения

$$a = \frac{v - v_0}{t} \text{ найдем время } t.$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}; t = \frac{0 - 15 \text{ м/с}}{-0,5 \text{ м/с}^2} = 30 \text{ с}.$$



№157. Зависимость скорости от времени имеет вид $v = v_0 + at$, где v_0 — начальная скорость движения тела, a — ускорение движения. Рассмотрим каждый график в отдельности.

1) $v_{01} = 0$; $a_1 = \frac{2-0}{1} = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}$; $v_1 = 2t$. Первое тело движется без начальной скорости равноускоренно с ускорением 2 м/с^2 .

2) $v_{02} = -4 \text{ м/с}$; $a_2 = \frac{2-(-4)}{4} = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}$; $v_2 = -4 + 2t$. Второе тело движется с начальной скоростью -4 м/с , с ускорением 2 м/с^2 .

3) $v_{03} = 14 \text{ м/с}$; $a_3 = \frac{2-14}{5} = -2,8 \text{ (м/с}^2\text{)}$; $v_3 = 14 - 2,8t$. Третье тело движется с начальной скоростью 14 м/с равнозамедленно, с ускорением $-2,8 \text{ м/с}^2$.

4) $v_{04} = 8 \text{ м/с}$; $a_4 = \frac{8-8}{6} = 0 \text{ (м/с}^2\text{)}$; $v_4 = 8$. Четвертое тело движется равномерно со скоростью 8 м/с .

5) $v_{05} = 10 \text{ м/с}$; $a_5 = \frac{12-10}{5} = 0,4 \text{ (м/с}^2\text{)}$; $v_5 = 10 + 0,4t$. Пятое тело движется с начальной скоростью 10 м/с равноускоренно с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$.

№158.

Дано:

$$\begin{aligned} s &= 1 \text{ км} = 1000 \text{ м} \\ v_1 &= 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с} \\ v_2 &= 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с} \\ a - ? \end{aligned}$$

Решение:

По формуле $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$ находим $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s}$

$$a = \frac{400 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 100 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 1000 \text{ м}} = 0,15 \text{ м/с}^2.$$

№159.

Дано:

$$\begin{aligned} v_1 &= v_0 = 360 \text{ км/ч} = 100 \text{ м/с} \\ a &= 9 \text{ м/с}^2; t = 10 \text{ с} \\ v_2 - ?; s_2 - ?; v_{\text{ср}2} - ? \end{aligned}$$

Решение:

Скорость можно определить по формуле

$$v = v_0 + at \Rightarrow v_2 = v_1 + at. \quad s_2 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a};$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_2}{t}. \quad v_2 = 100 \text{ м/с} + 9 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ с} = 190 \text{ м/с};$$

$$s_2 = \frac{(190 \text{ м/с})^2 - (100 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 9 \text{ м/с}^2} = 1450 \text{ м}; \quad v_{\text{ср}} = \frac{1450 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 145 \text{ м/с}.$$

№160.

Дано:

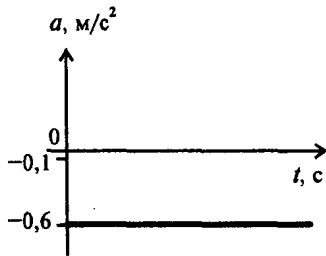
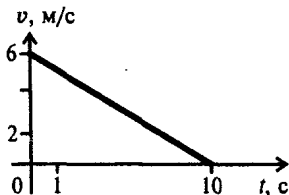
$$\begin{aligned} v_1 &= v_0 = 6 \text{ м/с} \\ a_1 &= -0,6 \text{ м/с}^2 \\ v_2 &= 0 \\ t - ?; s - ?; \\ v(t) - ?; \\ a(t) - ? \end{aligned}$$

Решение:

Время t можно определить по формуле $t = \frac{v - v_0}{a} \Rightarrow$

$$t = \frac{v_2 - v_1}{a}; \text{ тормозной путь } s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}.$$

$$t = \frac{0 - 6 \text{ м/с}}{-0,6 \text{ м/с}^2} = 10 \text{ с}; \quad s = \frac{0 - 36 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot (-0,6 \text{ м/с}^2)} = 30 \text{ м}.$$



8. Равномерное движение по окружности

№161.

Дано:

$t_2 = 2 \text{ мин} =$

$= 120 \text{ с}$

$N = 2400$

$r = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

$n - ?; T - ?;$

$v - ?$

Решение:

По определению: $n = \frac{N}{t}; n = \frac{2400}{120 \text{ с}} = 20 \frac{1}{\text{с}} = 20 \text{ Гц};$

$$T = \frac{1}{n}; T = \frac{1}{20 \text{ Гц}} = 0,05 \text{ с}; v = 2\pi r n;$$

$$v = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 20 \frac{1}{\text{с}} = 12,56 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 12,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

№162.

Дано:

$r_1 = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$

$r_2 = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$

$v_1/v_2 - ?$

Решение:

$v_1 = 2\pi r_1 n_1; v_2 = 2\pi r_2 n_2$. Разделим первое уравнение на второе. Частоты вращения всех точек обода колеса одинаковы, следовательно $n_1 = n_2$. Получаем

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{2\pi r_1 n_1}{2\pi r_2 n_2} = \frac{r_1}{r_2}; \frac{v_1}{v_2} = \frac{0,08 \text{ м}}{0,05 \text{ м}} = 1,6.$$

Линейная скорость точки обода колеса радиусом 8 см в 1,6 раза больше точки, расположенной на 3 см ближе к оси вращения.

№163.

Дано:

$v = 25,2 \text{ км/ч} =$

$= 25,2 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} =$

$= 7 \text{ м/с}$

$d = 70 \text{ см} = 0,7 \text{ м}$

$t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$

$N - ?$

Решения:

Количество оборотов колеса находим как отношение расстояния, которое проехал велосипедист за 10 минут, к длине окружности колеса:

$$N = s/l; s = v \cdot t; l = 2\pi r = \pi d.$$

$$N = \frac{v \cdot t}{\pi d}; N = \frac{7 \text{ м/с} \cdot 600 \text{ с}}{3,14 \cdot 0,7 \text{ м}} = 1910.$$

№164.

Дано:

$v = 715 \text{ м/с}; s_1 = 5 \text{ м}$

$n = 3000 \text{ об/с}$

$N_1 - ?$

Решение:

Количество оборотов N_1 на пути 5 м можно определить по формуле $N_1 = t_1/T$, где t_1 — время движения пули на расстояние s . T — период вращения пули. По определению $T = 1/n$.

$$t_1 = s_1/v; N_1 = \frac{s_1/v}{1/n} = \frac{s_1 \cdot n}{v}. N_1 = \frac{5 \text{ м} \cdot 3000 \frac{1}{\text{с}}}{715 \text{ м/с}} = 20,979 \approx 21.$$

№165.

Дано:

$v = 6 \text{ мм/с}$

$l = ?$

Решение:

Длина минутной стрелки — это радиус окружности, которую описывает эта стрелка при своем движении $l = R$. Один оборот стрелка делает за время $t = T = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$.

По определению $v = 2\pi R \cdot n$; $n = \frac{1}{T}$; $\Rightarrow v = \frac{2\pi R}{T}$; $\Rightarrow l = R = \frac{v \cdot T}{2\pi}$.

$$l = \frac{6 \text{ мм/с} \cdot 3600 \text{ с}}{2 \cdot 3,14} = 3439,49 \text{ мм} \approx 3,44 \text{ м}.$$

№166.

Дано:

$R = 1,5 \cdot r$

$v_m/v_{\text{ч}} = ?$

Решение:

Минутная стрелка делает 1 оборот за 1 час, а часовая — за 12 часов. То есть частота обращения минутной стрелки в 12 раз больше, чем часовой: $n_m/n_{\text{ч}} = 12$. Так как линейная скорость конца стрелки равна $v = 2\pi n r$, то

$$\frac{v_m}{v_{\text{ч}}} = \frac{2\pi R n_m}{2\pi r n_{\text{ч}}} = 1,5 \cdot 12 = 18.$$

№167.

Дано:

$R = 20 \text{ м}$

$a_{\text{ц}} = 5 \text{ м/с}^2$

$v = ?$

Решение:

По определению центростремительное ускорение определяется по формуле

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{a_{\text{ц}} R} = \sqrt{20 \text{ м} \cdot 5 \text{ м/с}^2} = 10 \text{ м/с}.$$

№168.

Дано:

$R = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$

$n = 120 \text{ об/мин}$

$v = ?$; $T = ?$;

$\omega = ?$; $a_{\text{ц.с.}} = ?$

Решение:

Все величины находятся по определениям

$$v = 120 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 120 \frac{1}{60 \text{ с}} = 2 \text{ с}^{-1}; \omega = 2\pi \cdot v;$$

$$a_{\text{ц.с.}} = \omega^2 R; T = \frac{1}{v}.$$

$$T = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ с}; \omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 2 \frac{1}{\text{с}} = 12,56 \text{ рад/с} \approx 13 \text{ рад/с}.$$

$$a_{\text{ц.с.}} = (12,56 \text{ 1/с})^2 \cdot 0,3 \text{ м} = 47,32 \text{ м/с}^2 \approx 47 \text{ м/с}^2.$$

№169.

Дано:

$\varphi = 60^\circ$

$R = 6370 \text{ км} =$

$= 6\,370\,000 \text{ м}$

$T = 24 \text{ ч} =$

$= 24 \cdot 3600 \text{ с} =$

$= 86\,400 \text{ с}$

$v - ?; a_{\text{ц}} - ?$

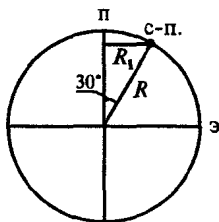
Решение:

Сделаем рисунок: $v = 2\pi R_1 \frac{1}{T}$; $R_1 = \frac{1}{2} R$ — катет против угла в 30°

$$v = 2 \cdot \frac{1}{2} \pi R \frac{1}{T} \Rightarrow v = \frac{\pi R}{T}. \quad a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R_1} = \frac{v^2}{\frac{1}{2} R} = \frac{2v^2}{R};$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 6\,370\,000 \text{ м}}{86\,400 \text{ с}} = 2315 \text{ м/с} \approx 232 \text{ м/с};$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{(232 \text{ м/с})^2 \cdot 2}{6\,370\,000 \text{ м}} = 0,0168992 \text{ м/с}^2 \approx 0,017 \text{ м/с}^2.$$



№170.

Дано:

$l = 0,5 \text{ м}$

$n = 1600 \text{ об/мин} =$

$= \frac{1600}{60} \frac{1}{\text{с}}; \varphi = 12^\circ$

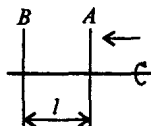
$v - ?$

Решение:

Рисунок в профиль.

За время $t = l/v$ (1), в течение которого пуля пролетает расстояние l , колеса успевают повернуться на угол φ .По формуле $\omega = \frac{\varphi}{t} \Rightarrow t = \frac{\varphi}{\omega}$ (2). Приравняемформулы (1) и (2): $\frac{\varphi}{\omega} = \frac{l}{v} \Rightarrow v = \frac{\omega l}{\varphi}; \quad \omega = \frac{2\pi n}{2\pi} = \frac{2\pi n}{360^\circ}$ (по определению).

$$v = \frac{2\pi n l}{\varphi} = \frac{360^\circ \cdot \frac{1600}{60} \frac{1}{\text{с}}}{12^\circ} = \frac{360^\circ \cdot 1600 \frac{1}{\text{с}} \cdot 0,5 \text{ м}}{12^\circ \cdot 60} = 400 \text{ м/с}.$$



9. Инертность тел

№171. Пассажиры стремятся сохранить состояние покоя или равномерного прямолинейного движения в силу свойства инертности массы. Поэтому они стремятся остаться на месте, когда скорость автобуса резко увеличивается (отклоняются назад). Либо стремятся двигаться с прежней скоростью автобуса при внезапной остановке (отклоняются вперед).

№172. Так как пассажиры, сохраняя свою скорость, отклонились вправо по инерции, то речной трамвай повернул влево.

№173. Мяч движется вперед, стремясь сохранить свою скорость, следовательно поезд затормозил.

№174. При ударе щелчком открытка приходит в быстрое движение, а монета, сохраняя состояние покоя, падает в стакан.

№175. *Левый рисунок:* полено с топором движется вниз, при резком торможении полена топор продолжает двигаться вниз по инерции и раскалывает полено. *Правый рисунок:* при движении вниз топора с поленом резко затормаживает топор, полено, продолжая двигаться по инерции, насаживается на топор.

№176. *Левый рисунок:* черенок с лопатой движется вниз и при резком торможении лопата насаживается на черенок. *Правый рисунок:* при резком ударе молотком о торец черенка черенок приходит в движение, а лопата, сохраняя состояние покоя, надевается на черенок.

№177. Даже при резком торможении автомобиль продолжает еще некоторое время двигаться по инерции.

№178. Автомобиль с неисправными тормозами продолжает двигаться при остановке ведущего автомобиля и может произойти авария.

№179. Патрон продолжает вращение по инерции.

№180. Чтобы по инерции проехать как можно большую часть подъема.

№181. Чтобы движущиеся средство не занесло (по инерции).

№182. Чтобы при резком торможении не упасть с кресла (по инерции).

№183. Чтобы едущие следом автомобили знали о торможении впереди едущего и по инерции не совершали наезд (успели затормозить).

№184. Встряхивая одежду, мы двигаем ее вниз, а потом резко останавливаем. Капли дождя двигаются вместе с одеждой, затем при резкой остановке или изменении направления движения, капли, сохраняя скорость, слетают с одежды (по инерции).

№185. Автомашина, двигаясь по инерции, может врезаться в трактор.

№186. Инерция. Шерстинки резко изменяют направление движения; капли воды, сохраняя направление, слетают с шерсти.

№187. Груз, сброшенный с самолета, в момент броска имел скорость самолета и по инерции продолжает движение вслед за самолетом. Переместится в сторону движения самолета.

№188. При резком поднятии груза подъемным краном груз не успевает прийти в движение и, оставаясь по инерции в покое, может разорвать трос или подъемный кран может перевернуться.

№189. При подземном толчке слои земли смещаются; дома, сохраняя состояние покоя (по инерции), разрушаются.

№190. Концы линейки остаются в покое в силу инерции, а середина начинает резко двигаться.

№191.  Набирает скорость;  Замедляет ход.

№192. Да, так как мяч движется со скоростью поезда.

№193. а) *Полезно*: Насаживание молотка, топора лопаты, фигурное катание; б) *вредно*: резкий поворот, резкое торможение.

№194. По инерции мы пролетаем через ров; разбежавшись, мы развиваем большую скорость.

10. Взаимодействие тел. Масса тел

№195. Книга взаимодействует с Землей (сила тяжести) и столом (сила упругости стола или сила реакции опоры). Книга находится в покое, потому что эти две силы равны по величине и направлены в противоположные стороны. Следовательно, суммарная действующая на книгу сила равна нулю.

№196, 198, 204. Ответ в задачнике.

№197. Мяч может прийти в движение от удара ногой, рукой, ракеткой, битой, отскочить от стенки.

№199. Потому, что вытекающая струя и брансбойт взаимодействуют друг с другом и на брансбойт действует сила реакции струи.

№200. Трубка взаимодействует со струей; трубка приходит в движение в результате отдачи.

№201. Так как взаимодействие струи с трубкой уравнивается взаимодействием струи с картонкой.

№202. Вода при вытекании взаимодействует с трубками (явление отдачи). На концы трубок действует сила отдачи (реактивная сила) и возникает вращающий момент.

№203. Колба начнет вращаться, так как выходящий пар взаимодействует с трубками. Возникает отдача и вращающий момент сил.

№205. Явление отдачи. Рыбы отталкиваются от струй воды, отбрасываемых жабрами.

№206. Перепонки на лапках птиц увеличивают площадь лапок. Взаимодействие с водой увеличивается.

№207. Если винтовку не прижимать к плечу, то в результате отдачи она приобретет большую скорость и ударит в плечо. Если плотно прижать приклад к плечу, то винтовка и тело человека составят как бы единое целое. Масса системы возрастет во много раз по сравнению с массой винтовки и скорость отдачи резко снизится.

№208. Так как в результате взаимодействия снаряд и пушка получают скорости, обратно пропорциональные массам. Чем больше масса, тем меньше скорость.

№209. Скорость баржи, полученная в результате взаимодействия баржи и мальчика, очень мала, потому что ее масса во много раз больше массы мальчика.

№210. Легче прыгнуть с лодки с грузом, так как при прыжке она будет двигаться с меньшей скоростью, чем лодка без груза.

№211. а) Если в точке *A* пережечь нить, то пружина взлетит благодаря силам упругости. Взаимодействие пружины и подставки. б) Движение мяча обусловлено взаимодействием мяча и пружины, Земли и мяча. в) Правая, так как ее масса с грузом меньше.

№212.

Дано:

$$\begin{aligned} v_{\text{л}} &= 4 \text{ см/с} \\ v_{\text{п}} &= 60 \text{ см/с} \\ m_{\text{л}} / m_{\text{п}} &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Так как скорости, полученные телами при их взаимодействии, обратно пропорциональны массам взаимодействующих тел, то можно записать

$$\frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{п}}} = \frac{v_{\text{п}}}{v_{\text{л}}}; \quad \frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{п}}} = \frac{60 \text{ см/с}}{4 \text{ см/с}} = 15.$$

Масса левой тележки в 15 раз больше массы правой.

№213.

Дано:

$v_{\text{л}} = 4 \text{ см/с}$

$v_{\text{п}} = 60 \text{ см/с}$

$m_{\text{п}} = 50 \text{ г}$

$m_{\text{л}} = ?$

Решение:Из равенства $\frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{п}}} = \frac{v_{\text{п}}}{v_{\text{л}}}$ получаем, что

$$m_{\text{л}} = m_{\text{п}} \cdot \frac{v_{\text{п}}}{v_{\text{л}}} = 50 \text{ г} \cdot \frac{60 \text{ см/с}}{4 \text{ см/с}} = 50 \text{ г} \cdot 15 = 750 \text{ г}.$$

№214.

Дано:

$m_{\text{п}} = 90 \text{ кг}$

$v_{\text{п}} = 3,6 \text{ км/ч} =$

$= 1 \text{ м/с}$

$m_{\text{с}} = 7,5 \text{ кг}$

$v_{\text{с}} = 12 \text{ м/с}$

$p_{\text{с}} / p_{\text{п}} = ?$

Решение:По определению импульс $p = m \cdot v$, тогда импульсы собаки и пешехода соответственно равны $p_{\text{с}} = m_{\text{с}} \cdot v_{\text{с}}$, $p_{\text{п}} = m_{\text{п}} \cdot v_{\text{п}}$. Найдём отношение импульсов

$$\frac{p_{\text{с}}}{p_{\text{п}}} = \frac{m_{\text{с}} \cdot v_{\text{с}}}{m_{\text{п}} \cdot v_{\text{п}}}. \quad \frac{p_{\text{с}}}{p_{\text{п}}} = \frac{7,5 \text{ кг} \cdot 12 \text{ м/с}}{90 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}} = \frac{90}{90} \Rightarrow \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{с}}} = 1.$$

Импульсы человека и собаки относятся как 1 : 1.

№215. а) Так как массы шаров равны, то наличие разных начальных скоростей шаров при абсолютно упругом ударе нельзя объяснить различием масс шаров. Следовательно, взаимодействие шаров и дощечки не является абсолютно упругим. При неупругом ударе часть энергии взаимодействия переходит во внутреннюю энергию тел (при этом они нагреваются). Чем большая доля механической энергии теряется, тем меньшая начальная скорость будет у сталкивающихся тел. Поэтому самым пластичным (деформируемым) является 3-й шар. Очевидно, он сделан из свинца. Менее деформируемый — это 2-й, алюминиевый шар. И, наконец, самым упругим является 1-й, стальной шар.

б) Начальные скорости тележек были равны нулю, значит можно воспользоваться формулой $\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}$. Подставляем $m_1 = 7,5 \text{ кг}$ и $m_2 = 1,5 \text{ кг}$ и получаем, что $\frac{v_1}{v_2} = \frac{7,5 \text{ кг}}{1,5 \text{ кг}} = 5$. То есть скорость правой тележки в 5 раз больше скорости левой.

№216. Масса правой тележки меньше массы левой тележки.

№217.

Дано:

$v_{\text{п}} = 0,5 \cdot v_{\text{л}}$

$m_{\text{л}} = 450 \text{ г}$

$m_{\text{п}} = ?$

Решение:

Воспользуемся формулой, вытекающей из закона сохра-

нения импульса: $\frac{m_{\text{л}}}{m_{\text{п}}} = \frac{v_{\text{п}}}{v_{\text{л}}}$. Из нее получаем $m_{\text{п}} = m_{\text{л}} \cdot \frac{v_{\text{л}}}{v_{\text{п}}} =$

$$= m_{\text{л}} \frac{v_{\text{л}}}{0,5 \cdot v_{\text{л}}} = 2m_{\text{л}} = 2 \cdot 450 \text{ г} = 900 \text{ г}.$$

№218. Большую скорость приобретет левая лодка, так как ее масса меньше, чем масса лодки с мальчиком. К тому же у нее меньше сопротивление движению со стороны воды, ведь она двигается носом вперед, а правая — кормой вперед.

№219.

Дано:

$\Delta v_1 = 20 \text{ см/с}$

$\Delta v_2 = 60 \text{ см/с}$

$m_1 = 0,6 \text{ кг}$

$m_2 = ?$

Решение:

При взаимодействии двух изолированных тел их общий импульс остается неизменным. Пусть тележка массой m_1 до взаимодействия имела скорость v_1 , а тележка массой m_2 имела скорость v_2 . Их суммарный импульс составлял величину $(m_1 v_1 + m_2 v_2)$. После взаимодействия суммарный импульс тележек станет равен $m_1(v_1 + \Delta v_1) +$

$+ m_2(v_2 - \Delta v_2)$, где Δv_1 и Δv_2 — изменения скоростей тележек. Они имеют разные знаки, так как увеличение скорости одной тележки происходит за счет уменьшения скорости другой. По закону сохранения импульса $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1(v_1 + \Delta v_1) + m_2(v_2 - \Delta v_2)$. После упрощения получим $m_1 \cdot \Delta v_1 = m_2 \cdot \Delta v_2$. Отсюда

$$m_2 = m_1 \frac{\Delta v_1}{\Delta v_2} = 0,6 \text{ кг} \cdot \frac{20 \text{ см/с}}{60 \text{ см/с}} = 0,2 \text{ кг}.$$

№220.

Дано:

$m_1 = 3 \text{ кг}$

$v_1 = 15 \text{ см/с}$

$m_2 = 1 \text{ кг}$

$v_2 = ?$

Решение:

Пусть на оба шара действовала одинаковая сила F в течение времени t . Тогда мы можем записать:

$$F \cdot t = m_1 v_1 \text{ и } F \cdot t = m_2 v_2.$$

Приравнявая, получаем

$$m_1 v_1 = m_2 v_2. \text{ Отсюда } v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2} = \frac{3 \text{ кг} \cdot 15 \text{ см/с}}{1 \text{ кг}} = 45 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

№221.

Дано:

$m_1 = 30 \text{ кг}$

$m_2 = 45 \text{ кг}$

$v_1 = 1,5 \text{ м/с}$

$v_2' = ?$

Решение:

До прыжка суммарный импульс системы мальчик—лодка равнялся нулю (лодка и мальчик неподвижны относительно берега). После прыжка их общий импульс стал равен $(m_1 v_1 - m_2 v_2)$, так как скорости v_1 и v_2 направлены в противоположные стороны. Скорости v_1 и v_2 измеряются в данном случае относительно берега. По закону сохранения импульса $m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0$. Поэтому $v_2 = v_1 \frac{m_1}{m_2} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{30 \text{ кг}}{45 \text{ кг}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. По закону сложения скоростей скорость мальчика относительно лодки будет равна $v_2' = v_1 + v_2 = 1,5 \text{ м/с} + 1 \text{ м/с} = 2,5 \text{ м/с}$.

№222.

Дано:

$m_m = 46 \text{ кг}$

$m_n = 1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$

$v_m = 1,5 \text{ м/с}$

$v_n = ?$

Решение:

Мальчик совершает прыжок быстро, поэтому можно считать, что за время прыжка суммарный импульс системы мальчик—плот остался неизменным. Перед прыжком плот и мальчик на нем покоились относительно берега. Значит, их импульс равнялся нулю. Следовательно, сразу после прыжка суммарный импульс системы мальчик—плот остался равным нулю. В проекции на направление движения получаем уравнение $m_m v_m - m_n v_n = 0$ (скорости $\vec{v}_m$ и $\vec{v}_n$ противоположны). Находим

$$v_n = v_m \frac{m_m}{m_n} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{46 \text{ кг}}{1000 \text{ кг}} = 0,069 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

№223. Рассуждая аналогично предыдущим задачам, приходим к соотношению $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$. Следовательно, чтобы скорости тел после взаимодействия стали равными ($v_1 = v_2$), необходимо, чтобы массы тел были одинаковы ($m_1 = m_2$).

№224, 227. Ответ в задачнике.

№225. Нет, масса гири не изменилась, изменился лишь вес гири (стал меньше) благодаря действию выталкивающей силы.

№226. Сила натяжения веревки равна силе, с которой каждый мальчик тянет за веревку (500 Н). То есть натяжение веревки равно 500 Н и она не разорвется. Можно считать, что воздействие одного мальчика на другого передается посредством веревки и сила их взаимодействия равна 500 Н.

11. Плотность вещества

№228. По определению плотность (средняя плотность) есть отношение массы к объему вещества $\rho = \frac{m}{V}$. Массы кубиков равны, а длина ребра янтарного кубика в два раза больше длины ребра медного. Следовательно, объем медного кубика в 8 раз меньше и его плотность в 8 раз выше плотности янтарного кубика.

№229.

Дано:

$$m_1 = 2 m_2$$

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho$$

$$V_1 / V_2 = ?$$

Решение:

Запишем значения масс для 2-х заклепок и найдем их

$$\text{отношение } m_1 = \rho V_1 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{m_2}{2m_2} = 0,5.$$

Объем первой заклепки в 2 раза больше объема второй.

№230. По условию задачи объемы шаров равны. Выразим их массы m через плотность ρ и объем V : $m_A = \rho_A \cdot V$ и $m_{\text{П}} = \rho_{\text{П}} \cdot V$. Возьмем отно-

шение $\frac{m_A}{m_{\text{П}}} = \frac{\rho_A}{\rho_{\text{П}}} = \frac{2,7 \text{ г/см}^3}{0,9 \text{ г/см}^3} = 3$. Следовательно, парафиновый шар легче алюминиевого в 3 раза.

№231. Так как объемы взвешиваемых жидкостей одинаковы, а массы различны, то большей плотностью обладает молоко (наибольшая масса), а наименьшей плотностью — масло (наименьшая масса).

№232. Так как весы уравновешены, то масса грузов одинаковы, но объем правого груза меньше объема левого груза, следовательно его плотность больше. Плотность вещества, из которого сделан правый кубик, больше.

№233. Так как массы растворов одинаковы, а объем серной кислоты меньше объема воды, то плотность серной кислоты больше плотности воды.

№234. Массы грузов одинаковы. Плотность того груза больше, объем которого меньше. Из таблицы: $\rho_{\text{ол}} = 7,3 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{св}} = 11,3 \text{ г/см}^3$. Следовательно, левый брусок свинцовый, правый — из олова.

№235. Так как объемы тел одинаковы, а массы различны, следовательно тело, имеющее большую массу, сделано из вещества, имеющего большую плотность. $\rho_{\text{ж}} = 7,8 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{ч}} = 7 \text{ г/см}^3$. Масса левого бруска больше — он железный.

№236. Например, платина ($\rho_{\text{п}} = 21,46 \text{ г/см}^3$) и магний ($\rho_{\text{м}} = 1,76 \text{ г/см}^3$).

№ 237.

Дано:

$$\begin{aligned} V_{\text{с}} &= V_{\text{д}} \\ \rho_{\text{с}} &= 400 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_{\text{д}} &= 800 \text{ кг/м}^3 \\ m_{\text{д}} &= 40 \text{ кг} \\ m_{\text{с}} &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Запишем, как определяются массы соснового и дубового брусков: $m_{\text{с}} = \rho_{\text{с}} \cdot V_{\text{с}}$; $m_{\text{д}} = \rho_{\text{д}} \cdot V_{\text{д}}$. Найдем отношение этих уравнений и сократим на объем

$$\frac{m_{\text{с}}}{m_{\text{д}}} = \frac{\rho_{\text{с}}}{\rho_{\text{д}}}; m_{\text{с}} = \frac{m_{\text{д}} \cdot \rho_{\text{с}}}{\rho_{\text{д}}}; m_{\text{с}} = \frac{40 \text{ кг} \cdot 400 \text{ кг/м}^3}{800 \text{ кг/м}^3} = 20 \text{ кг}.$$

№ 238.

Дано:

$$\begin{aligned} V_{\text{в}} &= 500 \text{ мл} = 500 \text{ см}^3 \\ m_{\text{с.к.}} &= 720 \text{ г} \\ \rho_{\text{с.к.}} &= 1,8 \text{ г/см}^3 \\ V_{\text{с.к.}} &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Определим объем, который может занять 720 г серной кислоты

$$V_{\text{с.к.}} = \frac{m_{\text{с.к.}}}{\rho_{\text{с.к.}}}; V_{\text{с.к.}} = \frac{720 \text{ г}}{1,8 \text{ г/см}^3} = 400 \text{ см}^3.$$

Объем, который могут занять 720 г серной кислоты, равен 400 см³, следовательно 720 г серной кислоты вместятся в бутылку объемом 500 см³.

№ 239. Массы брусков одинаковы, плотность олова меньше плотности свинца, следовательно брусок из олова больше по объему и при погружении вытеснит больший объем воды.

№ 240. При равных массах та деталь имеет больший объем, плотность вещества которой меньше. $\rho_{\text{ал}} < \rho_{\text{м}}$, следовательно $V_{\text{ал}} > V_{\text{м}}$. Уровень керосина станет выше при опускании алюминиевого бруска.

№ 241.

Дано:

$$\begin{aligned} S_{\text{ж}} &= S_{\text{ал}} \\ \rho_{\text{ж}} &= 7,8 \text{ г/см}^3 \\ m_{\text{ж}} &= m_{\text{ал}} \\ \rho_{\text{ал}} &= 2,7 \text{ г/см}^3 \\ l_{\text{ал}}/l_{\text{ж}} &= ? \end{aligned}$$

Решение:

$m_{\text{ал}} = \rho_{\text{ал}} \cdot V_{\text{ал}}$; $V = S \cdot l$; $m_{\text{ал}} = \rho_{\text{ал}} \cdot S_{\text{ал}} \cdot l_{\text{ал}}$; $m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \cdot S_{\text{ж}} \cdot l_{\text{ж}}$. Найдем отношение этих уравнений

$$\frac{m_{\text{ал}}}{m_{\text{ж}}} = \frac{\rho_{\text{ал}} \cdot S_{\text{ал}} \cdot l_{\text{ал}}}{\rho_{\text{ж}} \cdot S_{\text{ж}} \cdot l_{\text{ж}}} \text{ и сократим на массы и площади:}$$

$$\frac{l_{\text{ал}} \cdot \rho_{\text{ал}}}{l_{\text{ж}} \cdot \rho_{\text{ж}}} = 1 \Rightarrow \frac{l_{\text{ал}}}{l_{\text{ж}}} = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ал}}} \quad \frac{l_{\text{ал}}}{l_{\text{ж}}} = \frac{7,8 \text{ г/см}^3}{2,7 \text{ г/см}^3} \approx 2,9.$$

Длина стержня из алюминия в 2,9 раза больше длины железного стержня.

№242. Масса газа m равна суммарной массе его молекул, т.е. произведению числа молекул N на массу одной молекулы m_0 : $m = N \cdot m_0$.

Так как плотность газа $\rho = \frac{m}{V} = \frac{N \cdot m_0}{V}$ и N и V у газов одинаковы, то различие плотностей газов происходит из различия масс молекул (молекулярных масс).

№243. Различие в плотностях водяного пара и воды обусловлено тем, что среднее расстояние между молекулами водяного пара во много раз больше. Следовательно больше объем, занимаемый водяным паром, значит плотность водяного пара меньше, чем плотность воды.

№244. Наибольшая — в твердом, наименьшая — в газообразном, так как в твердом состоянии молекулы находятся на меньших расстояниях, чем в жидком и газообразном.

№245. При переходе вещества из твердого состояния в жидкое среднее расстояние между молекулами увеличивается и, как следствие, уменьшается плотность.

№246. Налить стакан молока, взвесить; затем налить стакан воды, взвесить. У молока масса больше, но объемы молока и воды одинаковы, следовательно плотность молока больше плотности воды.

№247. Масса не изменилась, объем увеличился, следовательно плотность уменьшилась.

№248. Масса воды не изменяется, объем увеличивается; плотность уменьшается.

№249. Масса воды не изменяется, объем уменьшается; плотность увеличивается.

№250. Масса молекул не изменяется, масса газа в цилиндре не изменяется, объем уменьшается, плотность газа увеличивается.

№251. Так как масса газа в цилиндре не уменьшается, а объем газа увеличивается, плотность воздуха уменьшается.

№252. Это означает что 1 м^3 жидкого кислорода имеет массу 1140 кг.

№253. Плотность гелия $\rho_{\text{He}} = 0,00018 \text{ кг/м}^3$, плотность водорода $\rho_{\text{H}_2} = 0,00009 \text{ кг/м}^3$.

Дано:

$\rho_{\text{He}} = 0,00018 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{H}_2} = 0,00009 \text{ кг/м}^3$

$V = 1 \text{ м}^3$

$m_{\text{He}}/m_{\text{H}_2} - ?$

Решение:

$$\frac{m_{\text{He}}}{m_{\text{H}_2}} = \frac{\rho_{\text{He}} V}{\rho_{\text{H}_2} V} = \frac{\rho_{\text{He}}}{\rho_{\text{H}_2}} = \frac{0,00018 \text{ кг/м}^3}{0,00009 \text{ кг/м}^3} = 2.$$

Масса 1 м³ гелия в 2 раза больше массы 1 м³ водорода.

№254.

Дано:

$V = 1 \text{ дм}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$

$\rho_{\text{ал}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{св}} = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$(m_{\text{св}} - m_{\text{ал}}) - ?$

Решение:

Найдем массы свинца и алюминия:

$m_{\text{св}} = \rho_{\text{св}} \cdot V = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 11,3 \text{ кг};$

$m_{\text{ал}} = \rho_{\text{ал}} \cdot V = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 2,7 \text{ кг};$

Отсюда разность их масс

$m_{\text{св}} - m_{\text{ал}} = 11,3 \text{ кг} - 2,7 \text{ кг} = 8,6 \text{ кг}.$

№255.

Дано:

$V = 1 \text{ м}^3$

$\rho_{\text{м}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{п}} = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$m_{\text{м}}/m_{\text{п}} - ?$

Решение:

$$\frac{m_{\text{м}}}{m_{\text{п}}} = \frac{\rho_{\text{м}} \cdot V}{\rho_{\text{п}} \cdot V} = \frac{\rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{п}}} = \frac{2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}{0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} = 3.$$

Масса мрамора в 3 раза больше массы парафина.

№256.

Дано:

$m = 59 \text{ г}$

$V = 50 \text{ см}^2$

$\rho - ?$

Решение:

$\rho = \frac{m}{V}$

$$\rho = \frac{59 \text{ г}}{50 \text{ см}^3} = 1,18 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1,18 \frac{0,001 \text{ кг}}{0,000001 \text{ м}^3} = 1180 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

№257.

Дано:

$V = 125 \text{ см}^3$

$m = 800 \text{ г}$

$\rho = 7 \text{ г/см}^3$

$m_1 - ?$

Решение:

Найдем массу сплошного чугунного шара и сравним ее с данной массой.

$m_1 = V \cdot \rho; m_1 = 125 \text{ см}^3 \cdot 7 \text{ г/см}^3 = 875 \text{ г}.$

Так как $m_1 > m$, то шар полый.

№258. Найдем плотность металла: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{461,5 \text{ г}}{65 \text{ см}^3} = 7,1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. По таблице плотностей находим, что это цинк.

№259.

Дано:

$$V = 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$m = 920 \text{ г} = 0,92 \text{ кг}$$

 $\rho - ?$ Решение:

По определению плотность масла равна

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,92 \text{ кг}}{10^{-3} \text{ м}^3} = 920 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Дано:

$$m_{\text{м}} = 240 \text{ г}$$

$$V_{\text{к}} = 75 \text{ см}^3$$

$$m_{\text{мк}} = 375 \text{ г}$$

 $\rho_{\text{к}} - ?$ Решение:Сначала найдем массу кислоты: $m_{\text{к}} = m_{\text{мк}} - m_{\text{м}} = 375 \text{ г} -$ $- 240 \text{ г} = 135 \text{ г}$. Теперь вычисляем плотность: $\rho_{\text{к}} = \frac{m_{\text{к}}}{V_{\text{к}}} =$

$$= \frac{135 \text{ г}}{75 \text{ см}^3} = 1,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$
 По таблице плотностей определяем,

что это серная кислота.

№261.

Дано:

$$m = 3,9 \text{ кг} = 3900 \text{ г}$$

$$V = 500 \text{ см}^3$$

 $\rho - ?$ Решение:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3900 \text{ г}}{500 \text{ см}^3} = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$
 Это сталь.

№262.

Дано:

$$m = 300 \text{ г}$$

$$a = 15 \text{ см}$$

$$b = 5 \text{ см}$$

$$c = 2 \text{ см}$$

 $\rho - ?$ Решение:

Находим объем бруска:

$$V = a \cdot b \cdot c = 15 \text{ см} \cdot 5 \text{ см} \cdot 2 \text{ см} = 150 \text{ см}^3.$$

Теперь рассчитываем его плотность:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{300 \text{ г}}{150 \text{ см}^3} = 2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

№263.

а) Дано:

$$m = 32 \text{ кг}$$

$$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$$

 $V - ?$ Решение:

$$V = \frac{m}{\rho}; \quad V = \frac{32 \text{ кг}}{800 \text{ кг/м}^3} = 0,04 \text{ м}^3 = 40 \text{ л}.$$

6) Дано:

$$V_B = 75 \text{ мл} = 75 \text{ см}^3$$

$$m_K = m_B$$

$$\rho_B = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_K = 0,8 \text{ г/см}^3$$

$$V_K = ?$$

Решение:

$$V_K = \frac{m_K}{\rho_K}; \quad m_K = m_B; \quad m_B = \rho_B V_B;$$

$$m_B = 1 \text{ г/см}^3 \cdot 75 \text{ см}^3 = 75 \text{ г.}$$

$$V_K = \frac{75 \text{ г}}{0,8 \text{ г/см}^3} = 93,75 \text{ см}^3.$$

Поместится, так как $V_K = 93,75 \text{ см}^3$, а общий объем мензурки 100 см^3 .

№264.

Дано:

$$N = 50$$

$$V_1 = 20 \text{ дм}^3 = 0,02 \text{ м}^3$$

$$\rho = 400 \text{ кг/м}^3$$

$$m = ?$$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} m &= Nm_1 \\ m_1 &= \rho V_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow m = N\rho V_1$$

$$m = 50 \cdot 400 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,02 \text{ м}^3 = 400 \text{ кг.}$$

Масса автомобиля увеличится на 400 кг.

№265.

а) Дано:

$$m_n = 21 \text{ т} = 21\,000 \text{ кг}$$

$$V_r = 19 \text{ м}^3$$

$$\rho_r = 2600 \text{ кг/м}^3$$

$$m = ?$$

Решение:

$$m = m_n + m_r; \quad m_r = \rho_r \cdot V_r;$$

$$m_r = 2600 \text{ кг/м}^3 \cdot 19 \text{ м}^3 = 49\,400 \text{ кг.}$$

$$m = 21\,000 \text{ кг} + 49\,400 \text{ кг} = 70\,400 \text{ кг} = 70,4 \text{ т.}$$

Масса платформы с грузом 70,4 т.

б) Дано:

$$V_1 = 250 \cdot 120 \cdot 60 \text{ мм} =$$

$$= 1\,800\,000 \text{ мм}^3 =$$

$$= 0,0018 \text{ м}^3$$

$$m = 3 \text{ т} = 3\,000 \text{ кг}$$

$$\rho_K = 1600 \text{ кг/м}^3$$

$$N = ?$$

Решение:

$$N = \frac{m}{m_1}; \quad m_1 = V_1 \cdot \rho; \quad m_1 = 0,0018 \text{ м}^3 \cdot 1600 \text{ кг/м}^3 =$$

$$= 2,88 \text{ кг. } N = \frac{3000 \text{ кг}}{2,88 \text{ кг}} = 1041.$$

Погрузили 1041 шт. кирпичей.

№266. Масса тел находится по формуле $m = \rho V$. Последовательно подставляя в формулу значения ρ и V найдем массы всех тел.

а) $m = 20 \text{ см}^3 \cdot 7,0 \text{ г/см}^3 = 140 \text{ г}$; б) $m = 10 \text{ см}^3 \cdot 7,3 \text{ г/см}^3 = 73 \text{ г}$;

в) $m = 500 \text{ см}^3 \cdot 8,9 \text{ г/см}^3 = 4450 \text{ г} = 4,45 \text{ кг}$;

г) $m = 2 \text{ м}^3 \cdot 2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 = 5,2 \cdot 10^3 \text{ кг} = 5,2 \text{ т}$;

д) $m = 0,5 \text{ м}^3 \cdot 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 = 0,45 \cdot 10^3 \text{ кг} = 450 \text{ кг}$;

е) $m = 10 \text{ м}^3 \cdot 2,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 = 22 \cdot 10^3 \text{ кг} = 22 \text{ т}$;

ж) $m = 15 \text{ см}^3 \cdot 1,1 \text{ г/см}^3 = 16,5 \text{ г}$.

№267.

Дано:

$V = 200 \text{ л} = 0,2 \text{ м}^3$

$\rho = 0,71 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

 $m = ?$ Решение:

Находим массу бензина:

$m = \rho V = 0,71 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,2 \text{ м}^3 = 142 \text{ кг.}$

Масса автомобиля увеличилась на 142 кг.

№268. Объем плиты $V = 1,0 \text{ м} \cdot 0,8 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,08 \text{ м}^3$. Ее масса

$m = \rho V = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,08 \text{ м}^3 = 0,216 \cdot 10^3 \text{ кг} = 216 \text{ кг.}$

№269.

Дано:

$m_m = 178 \text{ кг}$

$m_{\text{ц}} = 355 \text{ кг}$

$V_{\text{л}} = V_m + V_{\text{ц}}$

$\rho_m = 8900 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{ц}} = 7100 \text{ кг/м}^3$

 $\rho_{\text{л}} = ?$ Решение: $\rho_{\text{л}} = \frac{m_{\text{л}}}{V_{\text{л}}}$ Масса куска латуни равна сумме масс кусков меди и цинка.

$m_{\text{л}} = m_m + m_{\text{ц}}; \quad V_{\text{л}} = V_m + V_{\text{ц}};$

$V_m = \frac{m_m}{\rho_m}; \quad V_{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ц}}}{\rho_{\text{ц}}}.$

$$V_m = \frac{178 \text{ кг}}{8900 \text{ кг/м}^3} = 0,02 \text{ м}^3; \quad V_{\text{ц}} = \frac{355 \text{ кг}}{7100 \text{ кг/м}^3} = 0,05 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{л}} = 0,02 \text{ м}^3 + 0,05 \text{ м}^3 = 0,07 \text{ м}^3; \quad m_{\text{л}} = 178 \text{ кг} + 355 \text{ кг} = 533 \text{ кг.}$$

$$\rho_{\text{л}} = \frac{533 \text{ кг}}{0,07 \text{ м}^3} = 7614 \text{ кг/м}^3.$$

(С ответом не сходится, так как в данных допущена ошибка).

№270.

Дано:

$n = 15$

$t_1 = 1 \text{ мин}$

$V_1 = 600 \text{ см}^3$

$t_2 = 1 \text{ ч} = 60 \text{ мин}$

$\rho = 0,00129 \text{ г/см}^3$

 $m = ?$ Решение:

$$m = V \cdot \rho; \quad V = V_1 \cdot \frac{t_2}{t_1} \cdot 15;$$

$$V = 600 \text{ см}^3 \cdot \frac{60 \text{ мин}}{1 \text{ мин}} \cdot 15 = 540\,000 \text{ см}^3;$$

$$m = 540\,000 \text{ см}^3 \cdot 0,00129 \text{ г/см}^3 = 696,6 \text{ г} \approx 0,7 \text{ кг.}$$

№271.

Дано:

$l = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$

$b = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$

$h = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

$m = ?$

Решение:

$m = \rho \cdot V; \quad V = l \cdot b \cdot h;$

$V = 0,3 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 0,25 \text{ м} = 0,015 \text{ м}^3;$

$m = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,015 \text{ м}^3 = 15 \text{ кг}.$

№272.

Дано:

$l = 3 \text{ м}; \quad h = 2,5 \text{ м}$

$d = 0,6 \text{ см} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$\rho = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$m = ?$

Решение:

$m = \rho V = \rho \cdot l \cdot h \cdot d = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 3 \text{ м} \cdot 2,5 \text{ м} \times 6 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 112,5 \text{ кг}.$

№273.

Дано:

$V = 5000 \text{ м}^3$

$m_1 = 65 \text{ т}$

$\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$

$N = ?$

Решение:

Чтобы найти количество платформ, необходимых для перевозки песка, надо общую массу добытого песка разделить на массу песка одной платформы.

$$N = \frac{m}{m_1}; \quad m = V \cdot \rho; \quad m = 5000 \text{ м}^3 \cdot 1500 \text{ кг/м}^3 =$$

$= 7\,500\,000 \text{ кг} = 7500 \text{ т}. \quad N = 7500 \text{ т} : 65 \text{ т} \approx 116 \text{ (вагонов)}.$

№274.

Дано:

$a = 200 \text{ мм} = 20 \text{ см}$

$b = 70 \text{ мм} = 7 \text{ см}$

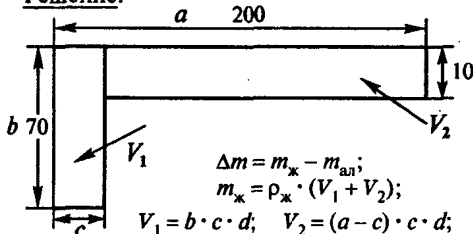
$c = 10 \text{ мм} = 1 \text{ см}$

$d = 5 \text{ мм} = 0,5 \text{ см}$

$\rho_{\text{ж}} = 7,8 \text{ г/см}^3$

$\rho_{\text{ал}} = 2,7 \text{ г/см}^3$

$\Delta m = ?$

Решение:

$\Delta m = m_{\text{ж}} - m_{\text{ал}};$

$m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \cdot (V_1 + V_2);$

$V_1 = b \cdot c \cdot d; \quad V_2 = (a - c) \cdot c \cdot d;$

$m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \cdot c \cdot d \cdot [b + (a - c)]; \quad m_{\text{ал}} = \rho_{\text{ал}} \cdot c \cdot d \cdot [b + (a - c)];$

$m_{\text{ж}} = 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 1 \text{ см} \cdot 0,5 \text{ см} \cdot (7 \text{ см} + 19 \text{ см}) = 101,4 \text{ г};$

$m_{\text{ал}} = 2,7 \text{ г/см}^3 \cdot 1 \text{ см} \cdot 0,5 \text{ см} \cdot (7 \text{ см} + 19 \text{ см}) = 35,1 \text{ г};$

$\Delta m = 101,4 \text{ г} - 35,1 \text{ г} = 66,3 \text{ г}. \text{ Масса угольника уменьшается на } 66,3 \text{ г}.$

№275.

Дано:

$$\begin{array}{l} m = 780 \text{ г}; \rho = 7,8 \text{ г/см}^3 \\ V - ? \end{array}$$

Решение:

$$V = \frac{m}{\rho}; \quad V = \frac{780 \text{ г}}{7,8 \text{ г/см}^3} = 100 \text{ см}^3.$$

№276.

Дано:

$$\begin{array}{l} m = 35 \text{ кг} \\ \rho = 0,71 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^3 \\ V - ? \end{array}$$

Решение:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{35 \text{ кг}}{0,71 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} = 49,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \approx 50 \text{ л}.$$

№277. а) Взвесить кувшин с водой, потом пустой кувшин. Определить массу воды. Зная плотность воды, можно определить ее объем $V = m/\rho$. Это и есть вместимость кувшина.

б) Дано:

$$\begin{array}{l} m = 2 \text{ кг} \\ m_k = 600 \text{ г} = 0,6 \text{ кг} \\ \rho_6 = 710 \text{ кг/м}^3 \\ V - ? \end{array}$$

Решение:

$$\begin{aligned} V &= \frac{m - m_k}{\rho_6}; \quad V = \frac{2 \text{ кг} - 0,6 \text{ кг}}{710 \text{ кг/м}^3} = \\ &= 0,00197 \text{ м}^3 \approx 0,002 \text{ м}^3 = 2 \text{ л}. \end{aligned}$$

№278.

Дано:

$$\begin{array}{l} s_1 = 100 \text{ км} \\ m_1 = 10 \text{ кг} \\ V = 60 \text{ л} = 0,06 \text{ м}^3 \\ \rho = 710 \text{ кг/м}^3 \\ s - ? \end{array}$$

Решение:

$$\begin{aligned} \frac{s_1}{s} &= \frac{m_1}{m} \Rightarrow s = \frac{s_1 \cdot m}{m_1}; \\ m &= \rho \cdot V; \quad m = 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,06 \text{ м}^3 = 42,6 \text{ кг}. \\ s &= \frac{100 \text{ км} \cdot 42,6 \text{ кг}}{10 \text{ кг}} = 426 \text{ км}. \end{aligned}$$

№279.

Дано:

$$\begin{array}{l} m = 0,45 \text{ г}; \\ S = 200 \text{ см}^2 \\ \rho = 7,3 \text{ г/см}^3 \\ d - ? \end{array}$$

Решение:

$$\begin{aligned} d &= \frac{V}{S}; \quad V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow d = \frac{m}{\rho \cdot S}; \\ d &= \frac{0,45 \text{ г}}{200 \text{ см}^2 \cdot 7,3 \text{ г/см}^3} = 0,0003 \text{ см} = 0,003 \text{ мм}. \end{aligned}$$

№280. Определить массу мотка и площадь поперечного сечения провода. $V = S \cdot l$; $l = \frac{V}{S}$; $V = \frac{m}{\rho}$.

№281.

Дано:

$$\begin{aligned} m_d &= 684 \text{ г} \\ \rho_{\text{св}} &= 11,3 \text{ г/см}^3 \\ V_{\text{в}} &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Из стакана выльется объем воды равный объему свинцовой дроби, опущенной в стакан. $V_{\text{св.д}} = V_{\text{в}};$

$$V_{\text{св.д}} = \frac{m_d}{\rho_{\text{св}}}; \quad V_{\text{в}} = \frac{684 \text{ г}}{11,3 \text{ г/см}^3} \approx 60,530 \text{ см}^3 = 60,5 \text{ см}^3.$$

№282.

Дано:

$$\begin{aligned} m_d &= 17,8 \text{ кг} \\ \rho_m &= 8900 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_k &= 800 \text{ кг/м}^3 \\ m_k &= ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned} m_k &= \rho_k \cdot V_k; \quad V_k = V_{\text{м.д}}; \quad V_{\text{м.д}} = \frac{17,8 \text{ кг}}{8900 \text{ кг/м}^3} = \\ &= 0,002 \text{ м}^3; \quad m_k = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,002 \text{ м}^3 = 1,6 \text{ кг}. \end{aligned}$$

№283.

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 1000 \text{ т} = 1\,000\,000 \text{ кг} \\ V_1 &= 50 \text{ м}^3; \quad \rho = 800 \text{ кг/м}^3 \\ N &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Чтобы найти количество цистерн для перевозки нефти, надо общий объем нефти разделить на объем одной цистерны:

$$N = \frac{V}{V_1}; \quad V = \frac{m}{\rho}. \quad V = \frac{1\,000\,000 \text{ кг}}{800 \text{ кг/м}^3} = 1250 \text{ м}^3; \quad N = \frac{1250 \text{ м}^3}{50 \text{ м}^3} = 25.$$

№284.

Дано:

$$\begin{aligned} V_{\text{ал}} &= V_{\text{п}} \\ v_{\text{п}} &= 0,6 \text{ м/с} \\ \rho_{\text{ал}} &= 2700 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_{\text{п}} &= 900 \text{ кг/м}^3 \\ v_{\text{ал}} &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Известно, что отношение скоростей, приобретенных телами при взаимодействии, обратно пропорционально массам взаимодействующих тел

$$\frac{v_{\text{п}}}{v_{\text{ал}}} = \frac{m_{\text{ал}}}{m_{\text{п}}} \quad (1); \quad m_{\text{ал}} = \rho_{\text{ал}} \cdot V_{\text{ал}}; \quad m_{\text{п}} = \rho_{\text{п}} \cdot V_{\text{п}}.$$

Подставим значение плотностей в формулу (1); сократим на $V_{\text{ал}} = V_{\text{п}}$. Получим

$$\frac{v_{\text{п}}}{v_{\text{ал}}} = \frac{\rho_{\text{ал}} V_{\text{ал}}}{\rho_{\text{п}} V_{\text{п}}} = \frac{\rho_{\text{ал}}}{\rho_{\text{п}}} \Rightarrow v_{\text{ал}} = \frac{v_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{ал}}} = \frac{900 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,6 \text{ м/с}}{2700 \text{ кг/м}^3} = 0,2 \text{ м/с}.$$

12. Явление тяготения. Сила тяжести

№285. Да, сила тяготения существует между всеми телами во вселенной.

№286. Вследствие текучести жидкость (под действием силы тяжести) переливается из сосуда в сосуд.

№287. Да, как любые тела во вселенной, но сила тяготения между шарами очень мала.

№288. Сила тяготения между шарами не изменяется, но изменяется полная сила, действующая на каждый шар.

№289. Капли дождя над Невой и Днепром падают вертикально вниз, в направлении к центру Земли.

№290. Обе силы направлены к центру Земли. Поэтому угол между ними составит $90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$.

№291. Расстояния между соседними шарами одинаковы. Поэтому наибольшая сила тяготения между вторым и третьим шарами, так как их массы максимальны.

№292. Отклонение отвеса, от вертикали можно объяснить гравитационным притяжением отвеса к скале.

№293. Капли дождя падают вниз; мяч, скатившийся со стола падает вниз; парашютист, падая, движется к Земле.

№294. Между парашютистами сила тяготения уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Между парашютистом и его раскрытым парашютом сила тяготения не изменяется.

№295. Потому, что ускорение свободного падения $g = F/m$ (1), но F тяготения $\sim m$. То есть, если в уравнение (1) подставить значение силы тяготения, то на массу тела можно будет сократить и результирующее ускорение не зависит от массы тела, а зависит лишь от массы планеты и расстояния от нее.

№296. Сила тяготения между телами обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Если расстояние между ними уменьшить в 3 раза, то сила тяготения увеличится в 9 раз.

№297.

Дано:

$$g_0 = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$h = 2R$$

$$g = ?$$

Решение:

Ускорение свободного падения определяется по фор-

муле $g = G \frac{M}{R^2}$, где G — гравитационная постоянная; M — масса планеты; R — расстояние до центра Земли;

на поверхности Земли $g_0 = G \frac{M}{R^2}$, на высоте h над поверхностью

$$g = G \frac{M}{(R+h)^2} = G \frac{M}{(R+2R)^2} = G \frac{M}{9R^2}.$$

Отсюда $\frac{g_0}{g} = 9$. $g = \frac{g_0}{9} = \frac{9,8 \text{ м/с}^2}{9} \approx 1,1 \text{ м/с}^2$.

№298.

Дано:

$$F'_T = 0,5 F_T$$

$$h - ?$$

Решение:

На поверхности Земли $F_T = G \frac{mM}{R^2}$, на высоте h

$$F'_T = G \frac{mM}{(R+h)^2}. \text{ По условию задачи } \frac{F'_T}{F_T} = 0,5. \text{ Отсюда}$$

$$\frac{R^2}{(R+h)^2} = 0,5 \text{ или } \frac{R+h}{R} = \sqrt{2} \approx 1,4. \text{ Из этого уравнения находим, что}$$

$$h = 0,4 R.$$

№ 299.

Дано:

$$R = r$$

$$m, \rho$$

$$F_T - ?$$

Решение:

По закону всемирного тяготения тело массой m , находящееся на расстоянии r от центра Земли, взаимодействует с внутренним шаром радиусом r , массу которого обозначим через M_1

$$F_T = G \frac{mM_1}{r^2}, \text{ но } M_1 = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho \Rightarrow F_T = G \frac{m \frac{4}{3} \pi r^3 \rho}{r^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_T = G \frac{4}{3} \pi r m \rho, \text{ где } G - \text{ гравитационная постоянная.}$$

№300.

Дано:

$$R_1 = 9500 \text{ км} =$$

$$= 9,5 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$R_2 = 24\,000 \text{ км} =$$

$$= 24 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$M_M = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$

$$T_1 - ?; T_2 - ?$$

Решение:

По закону всемирного тяготения сила взаимодействия спутников и Марса равна $F_T = G \frac{mM}{R^2}$ (1).

Спутники описывают вокруг планеты круговые орбиты. Следовательно на них действуют центросредительные силы, определяющиеся по формуле

$$F_{\text{ц.с}} = \frac{mv^2}{R} \text{ (2). Решаем совместно уравнения (1) и (2):}$$

$\frac{mv^2}{R} = G \frac{mM}{R^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$. Период обращения можно найти по формуле $T = \frac{2\pi R}{v}$. Подставив в нее значение скорости v , получим формулу зависимости периода обращения от R

$$T = \frac{2\pi R}{\sqrt{\frac{GM}{R}}} = 2\pi R \sqrt{\frac{R}{GM}}; \quad T_1 = 2\pi R_1 \sqrt{\frac{R_1}{GM}}; \quad T_2 = 2\pi R_2 \sqrt{\frac{R_2}{GM}};$$

$$T_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 9,5 \cdot 10^6 \text{ м} \sqrt{\frac{9,5 \cdot 10^6 \text{ м}}{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2 \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}}} = 28144,4 \text{ с} \approx 31,2 \text{ ч.}$$

$$T_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 24 \cdot 10^6 \text{ м} \sqrt{\frac{24 \cdot 10^6 \text{ м}}{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2 \cdot 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}}} = 113011,7 \text{ с} \approx 7,81 \text{ ч.}$$

№301.

Дано:

$$\begin{aligned} M_3 &= 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \\ M_c &= 1,97 \cdot 10^{30} \text{ кг} \\ R_{3л} &= 3,84 \cdot 10^8 \text{ м} \\ R_{3с} &= 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м} \end{aligned}$$

$$F_{л.с.}/F_{л.з.} - ?$$

Решение:

По закону всемирного тяготения:

$$\begin{cases} F_{л.с.} = G \frac{m_{л.} M_c}{R_{л.с.}^2} \\ F_{л.з.} = G \frac{m_{л.} M_3}{R_{л.з.}^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_{л.с.}}{F_{л.з.}} = \frac{G \frac{m_{л.} M_c}{R_{л.с.}^2}}{G \frac{m_{л.} M_3}{R_{л.з.}^2}} = \frac{M_c \cdot R_{л.з.}^2}{M_3 \cdot R_{л.с.}^2},$$

так как расстояние между центрами Земли и Луны мало по сравнению с расстояниями между Землей и Солнцем, то вместо расстояния между Луной и Солнцем можно взять расстояние между Землей и

$$\text{Солнцем } \frac{F_{л.с.}}{F_{л.з.}} = \frac{M_c \cdot R_{л.з.}^2}{M_3 \cdot R_{л.с.}^2} = \frac{1,97 \cdot 10^{30} \text{ кг} \cdot (3,84 \cdot 10^8 \text{ м})^2}{6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot (1,5 \cdot 10^{11} \text{ м})^2} \approx 2. \text{ Сила при-}$$

тяжения Луны к Солнцу в 2 раза больше силы притяжения Луны к Земле.

№302.

Дано:

$$h = 630 \text{ км}$$

$$v - ?$$

Решение:

Спутник вращается под действием силы тяжести Земли

$$F_T = G \frac{mM}{(R+h)^2}, \text{ которая в данном случае является цент-}$$

остремительной силой. Так как $F_{ц.с.} = \frac{mv^2}{R+h}$, то $\frac{mv^2}{R+h} = G \frac{mM}{(R+h)^2}$.

$$\text{Отсюда } v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} (\text{Н} \cdot \text{м}^2) / \text{кг}^2 \cdot 6,0 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{7 \cdot 10^6 \text{ м}}} =$$

$= 7,56 \cdot 10^3 \text{ м/с} = 7,56 \text{ км/с}$. Период обращения будет равен

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{6,28 \cdot 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}}{7,56 \cdot 10^3 \text{ м/с}} = 5,29 \cdot 10^3 \text{ с} = 88,2 \text{ мин.}$$

№303. Ускорение свободного падения у поверхности Луны находим

$$\text{по формуле } g = G \frac{M}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{7,3 \cdot 10^{22} \text{ кг}}{(1,74 \cdot 10^6 \text{ м})^2} = 1,61 \text{ м/с}^2.$$

Первая космическая скорость на Луне равна $v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR} =$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR} = \sqrt{1,61 \text{ м/с}^2 \cdot 1,74 \cdot 10^6 \text{ м}} \approx 1,67 \cdot 10^3 \text{ м/с} \approx 1,7 \text{ км/с}.$$

№304. Синхронный спутник должен иметь период обращения $T = 24 \text{ ч}$.

В задаче №300 мы получили формулу, связывающую период обра-

щения спутника T с радиусом орбиты R : $T = 2\pi R \sqrt{\frac{R}{GM}}$. Из нее на-
ходим радиус орбиты

$$R = \sqrt[3]{\frac{T^2 GM}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{(8,64 \cdot 10^4 \text{ с})^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 6,0 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{39,478}} =$$

$$= 4,23 \cdot 10^7 \text{ м}.$$

№305.

Дано:

$$R_3 = 6,371 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$T = 24 \cdot 36 \cdot 10^2 \text{ с}$$

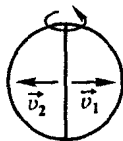
$\Delta v = ?$

Решение:

Скорость запуска ракеты в направлении и против вращения Земли опре-

деляется по формулам

$$\begin{cases} v_1 = v_p + v_3 \\ v_2 = v_p - v_3 \end{cases}$$



здесь v_p — скорость ракеты, v_3 — скорость вращения Земли. Вычтя из первого уравнения системы второе, получим $v_1 - v_2 = 2v_3 \Rightarrow \Delta v = 2v_3$;

$$v_3 = \frac{2\pi R_3}{T}; \Delta v = \frac{4\pi R_3}{T} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 6,371 \cdot 10^6 \text{ м}}{36 \cdot 24 \cdot 10^2 \text{ с}} \approx 926 \text{ м/с}.$$

№306.

Дано:

$T = 24 \cdot 3600 \text{ с}$

$R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$

 $a_{\text{ц.с.}} = ?$ Решение:

Ускорение силы тяжести вычисляется по формуле

$$g = G \frac{M}{R^2}, \text{ поэтому единственной причиной разли-}$$

чия сил тяжести на полюсах и экваторе является сплюснутость Земли у полюсов ($R_p > R_{\text{п}}$). Из-за вращения Земли вес тела (т. е. сила, с которой тело действует на опору) на экваторе меньше веса тела на полюсах на величину центробежной силы. Центробежное ускорение на экваторе можно найти по формуле

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{4\pi^2}{T^2} R = \frac{4(3,14)^2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}}{(24 \cdot 3600 \text{ с})^2} = 3,38 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2 \approx 0,034 \text{ м/с}^2.$$

№307. Сила тяжести действующая на тела одинакова, у них отличается только вес.

№308. а) Сила тяжести действует и на космонавта и на космический корабль. б) Наибольшая сила тяжести у самолета. Наименьшая — у парашюта.

№309.

Дано:

$V_1 = V_2; \rho_{\text{п}} = 900 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{ал}} = 2700 \text{ кг/м}^3$

$F_{\text{тал}} / F_{\text{тп}} = ?$

Решение:

$F_{\text{т}} = mg$

$m = \rho V$

$\Rightarrow F_{\text{т}} = \rho Vg$

$$\therefore \begin{cases} F_{\text{тал}} = \rho_{\text{ал}} Vg \\ F_{\text{тп}} = \rho_{\text{п}} Vg \end{cases} \Rightarrow \frac{F_{\text{тал}}}{F_{\text{тп}}} = \frac{\rho_{\text{ал}}}{\rho_{\text{п}}}; \frac{F_{\text{тал}}}{F_{\text{тп}}} = \frac{2700 \text{ кг/м}^3}{900 \text{ кг/м}^3} = 3.$$

Сила тяжести, действующая на брусок из алюминия, в 3 раза больше, чем на такой же по объему брусок из парафина.

№310. По таблице 17 определяем, что масса спортивного диска 2 кг, а мяча — 0,4 кг. Так как $F_{\text{т}} = mg$, то сила тяжести, действующая на диск, в 5 раз больше силы тяжести, действующей на мяч.

№311.

$F_1 = m_1 g = 2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 19,6 \text{ Н}; F_2 = m_2 g = 5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 49 \text{ Н};$

$F_3 = m_3 g = 10 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 98 \text{ Н}.$

№312.

Дано:

$t = 3 \text{ с}$

$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$

$v - ?; F_T - ?;$

$h - ?$

Решение:

Силу тяжести находим по формуле $F_T = mg = 0,1 \text{ кг} \times 9,8 \text{ м/с}^2 = 0,98 \text{ Н}$. Время подъема мяча равно времени его падения и составляет $t_n = t : 2 = 1,5 \text{ с}$.

Скорость мяча в каждый момент времени находим по формуле $v = v_0 - gt$, где v_0 — начальная скорость мяча. В верхней точке траектории $v = 0$ и $t = t_n$. Поэтому $v_0 = gt_n = 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 1,5 \text{ с} = 14,7 \text{ м/с}$. Высоту подъема

рассчитываем по формуле $h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{216 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 9,8 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 11 \text{ м}$.

№313.

Дано:

$h = 100 \text{ м}$

$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$

$v_1 = v_2 = 3 \text{ м/с}$

$v_3 = 0$

$F_T - ?; t_1 - ?;$

$t_2 - ?; t_3 - ?$

Решение:

1. $v_0 = 0$. Предмет падает с неподвижного вертолета, начальная скорость предмета равна 0, следова-

тельно $h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 4,5 \text{ с}$.

2. $v = 3 \text{ м/с}$. Вертолет движется вниз со скоростью 3 м/с, следовательно начальная скорость предмета

равна $v_0 = 3 \text{ м/с}$ и время рассчитывается из уравнения $h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$, подставим в уравнения значения h, g, v_0 .

$$100 = 3t + 4,9t^2 \Rightarrow 4,9t^2 + 3t - 100 = 0.$$

$$t_{1,2} = \frac{-3 \pm \sqrt{9 + 4 \cdot 4,9 \cdot 100}}{4,9 \cdot 2} = \frac{-3 \pm 44,4}{9,8};$$

Физический смысл имеет положительный корень: $t_1 = 4,2 \text{ с}$.

3. $v = 3 \text{ м/с}$. Вертолет движется вверх со скоростью 3 м/с, следовательно начальная скорость движения предмета равна 3 м/с, но направлена она против движения. Получаем $100 = -3t + 4,9t^2 \Rightarrow 4,9t^2 - 3t - 100 = 0;$

$$t_{1,2} = \frac{3 \pm \sqrt{9 + 4 \cdot 4,9 \cdot 100}}{2 \cdot 4,9} = \frac{3 \pm 44,4}{9,8};$$

физический смысл имеет положительный корень:

$$t_1 = \frac{3 + 44,4}{9,8} = 4,8 \text{ с}. F_T = 0,2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 1,96 \text{ Н} \approx 2 \text{ Н}.$$

№314.

Дано:

$t = 5 \text{ с}$

$v_{\text{зв}} = 340 \text{ м/с}$

$v_0 = 0$

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$

$h - ?$

Решение:

Общее время t , через которое был услышан стук камня, складывается из времени падения камня t_k и времени распространения звука $t_{\text{зв}}$ от подножия до вершины скалы: $t = t_k + t_{\text{зв}}$. Камень падал равноускоренно без начальной скорости, следовательно,

$$h = \frac{gt_k^2}{2} \text{ и } t_k = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \text{ Время распространения звука } t_{\text{зв}} = \frac{h}{v_{\text{зв}}}.$$

Получаем уравнение $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{h}{v_{\text{зв}}}$. Обозначим $\sqrt{h} = x$ и получаем квадратное уравнение $t = \sqrt{\frac{2}{g}} x + \frac{x^2}{v_{\text{зв}}}$.

Приводим его к каноническому виду $x^2 + v_{\text{зв}} \sqrt{\frac{2}{g}} x - v_{\text{зв}} t = 0$ и решаем. $x = -\frac{v_{\text{зв}}}{2} \pm \sqrt{\frac{v_{\text{зв}}^2}{4} + v_{\text{зв}} t}$.

$$\text{Физический смысл имеет только положительный корень. Находим}$$

Находим

$$h = x^2 = \left(-\frac{v_{\text{зв}}}{\sqrt{2g}} + \sqrt{\frac{v_{\text{зв}}^2}{2g} + v_{\text{зв}} t} \right)^2 = \left(-\frac{340}{4,427} + \sqrt{5898 + 340 \cdot 5} \right)^2 =$$

$$= (-76,8 + 87,2)^2 \approx 108 \text{ м.}$$

№315.

Дано:

$v_{01} = 10 \text{ м/с}$

$t_1 = t - 0,5 \text{ с}$

$v_{02} = 10 \text{ м/с}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$H - ?$

Решение:

Запишем уравнения движения для первого и второго шара, учитывая, что второй шар начинает двигаться позднее первого на 0,5 с

$$y_1 = v_{01}t - \frac{gt^2}{2}; \quad y_2 = v_{02}(t - 0,5) - \frac{g(t - 0,5)^2}{2}.$$

В месте встречи $y_1 = y_2$, т. е. правые части уравнений можно приравнять. Решаем уравнение относительно t :

$$v_{01}t - \frac{gt^2}{2} = v_{02}(t - 0,5) - \frac{g(t - 0,5)^2}{2}.$$

$$v_{01}t - \frac{gt^2}{2} = v_{02}t - 0,5v_{02} - \frac{g(t^2 - t + 0,25)}{2}.$$

$$\text{После упрощения с учетом } v_{01} = v_{02} \text{ получаем } 0 = -0,5v_{02} + \frac{gt}{2} - \frac{0,25g}{2}.$$

Отсюда $t = 0,25 + \frac{v_0}{g} = 0,25 \text{ с} + \frac{10 \text{ м/с}}{9,8 \text{ м/с}^2} = 1,27 \text{ с}$. Теперь находим высоту: $h = y_1 = y_2 = 10 \text{ м/с} \cdot 1,27 \text{ с} - \frac{9,8 \text{ м/с}^2 \cdot (1,27 \text{ с})^2}{2} = 12,7 \text{ м} - 7,9 \text{ м} = 4,8 \text{ м}$.

13. Связь между силой, действующей на тело, и массой тела

№316. На рычажных весах сравнивается вес эталонной массы с весом измеряемой массы. Эта процедура не зависит от выбора системы отсчета и может выполняться в неинерциальных системах, например, в равноускоренно движущемся лифте. Поэтому результат измерения определяется только соотношением масс тел. Из равенства весов следует равенство масс тел. Например, в простейшем случае веса тел $P_1 = m_1 g$ и $P_2 = m_2 g$. Из равенства $P_1 = P_2$ вытекает равенство $m_1 = m_2$. Важно понимать, что конкретное значение величины ускорения свободного падения g в данном случае не важно и результат взвешивания от него не зависит. При взвешивании на пружинных весах мы измеряем не массу, а вес тела, который может меняться в зависимости от условий взвешивания (например, в жидкости вес тела уменьшается на величину выталкивающей силы).

№ 317. Да, можно.

№318.

Дано:

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$F = 9 \text{ Н}$$

$$t = 5 \text{ с}$$

$$v_0 = 0$$

$$v - ?$$

Решение:

Найдем ускорение тела, воспользовавшись II законом

Ньютона: $a = \frac{F}{m}$. При равноускоренном движении без начальной скорости скорость тела в момент времени t

находится по формуле $v = at = \frac{Ft}{m} = \frac{9 \text{ Н} \cdot 5 \text{ с}}{3 \text{ кг}} = 15 \text{ м/с}$.

№319.

Дано:

$$m = 500 \text{ т} = 5 \cdot 10^5 \text{ кг}$$

$$t = 25 \text{ с}; v_0 = 0$$

$$v = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с}$$

$$F - ?$$

Решение:

Ускорение поезда $a = \frac{v}{t}$, так как его начальная скорость равна нулю. По II закону Ньютона

$a = \frac{F}{m}$. Получаем равенство $\frac{F}{m} = \frac{v}{t}$.

Отсюда $F = \frac{mv}{t} = \frac{5 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot 5 \text{ м/с}}{25 \text{ с}} = 10^5 \text{ Н} = 100 \text{ кН}$.

№320.

Дано:

$m = 2 \text{ кг}$

 $F = ?$

Решение:

Силу, действующую на тело на каждом участке, можно определить по II закону Ньютона $F = ma$, ускорение

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t}.$$

I участок — AB

$$v = \text{const}, a_1 = 0, F_I = 0.$$

II участок — BC

$$a_2 = \frac{10 \text{ м/с} - 5 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = 1 \text{ м/с}^2;$$

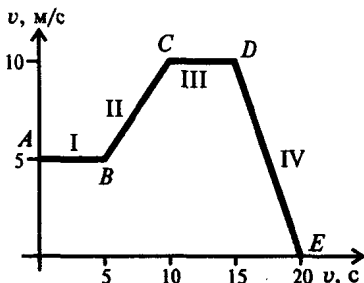
$$F_{II} = 2 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ Н}.$$

III участок — CD

$$v = \text{const}, a_3 = 0, F_{III} = 0.$$

IV участок — DC

$$a_4 = \frac{0 - 10 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = -2 \text{ м/с}^2; F_{IV} = 2 \text{ кг} (-2 \text{ м/с}^2) = -4 \text{ Н}.$$



$$I \quad s_I = v_I \cdot t_I = 5 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с} = 25 \text{ м}.$$

$$II \quad s_{II} = v_0 t_2 + \frac{at_2^2}{2} = 5 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с} + \frac{1 \text{ м/с}^2 (5 \text{ с})^2}{2} = 37,5 \text{ м}$$

$$III \quad s_{III} = v_{III} \cdot t_3 = 10 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с} = 50 \text{ м}$$

$$IV \quad s_{IV} = v_0 \cdot t_4 + \frac{a_4 \cdot t_4^2}{2} = 10 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с} - \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot (5 \text{ с})^2}{2} = 25 \text{ м}$$

Ответ: $F_I = 0$; $F_{II} = 2 \text{ Н}$; $F_{III} = 0$; $F_{IV} = -4 \text{ Н}$.

Наибольший путь тело прошло на III этапе.

№321.

Дано:

$m = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$

$t = 5 \text{ с}; s = 25 \text{ м}$

$v_0 = 0$

 $F = ?$

Решение:

Сила действующая на тело $F = ma$. Ускорение тела находим из формулы

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$$

$$\text{Получаем } F = \frac{2s \cdot m}{t^2} = \frac{2 \cdot 25 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ кг}}{(5 \text{ с})^2} = 0,6 \text{ Н}.$$

№322.

Дано:

$F = 10 \text{ Н}$

$x = 3 - 2t + t^2$

 $m = ?$

Решение:

Массу тела можно найти из формулы II закона Ньютона $m = F/a$; ускорение определяем из уравнения

движения $x = 3 - 2t + t^2$; $x = x_0 + v_0 t + \frac{a_x t^2}{2}$. Срав-

нивая уравнения видим, что $\frac{a_x}{2} = 1$; $a = 2 \text{ м/с}^2$; $m = \frac{10 \text{ Н}}{2 \text{ м/с}^2} = 5 \text{ кг}$.

№323.

Дано:

$m = 14 \text{ т} = 14 \cdot 10^3 \text{ кг}$

$s = 600 \text{ м}; v_0 = 0$

$v = 144 \text{ км/ч} = 40 \text{ м/с}$

 $t = ?; a = ?; F = ?$

Решение:

1. Ускорение находим из формулы

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = \frac{v^2}{2s} = \frac{(40 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 600 \text{ м}} = \frac{1600 \text{ м}^2/\text{с}^2}{1200 \text{ м}} = \frac{4}{3} \text{ м/с}^2;$$

2. Время из уравнения $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$. При $v_0 = 0$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 600 \text{ м}}{\frac{4}{3} \text{ м/с}^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 600 \cdot 3}{4}} \text{ с}^2 = 30 \text{ с};$$

3. Силу по II закону Ньютона

$$F = ma = 14 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \frac{4}{3} \text{ м/с}^2 \approx 18,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \approx 20 \text{ кН}.$$

14. Сила упругости. Вес. Измерение силы

№324. Ответ в задачнике.

№325. Колебательное движение шарика обусловлено одновременным действием силы тяжести, действующей на шарик, и силы упругости пружины. В положении "а" сила упругости направлена вниз, в точке "в" — вверх.

№326. Прогиб доски обусловлен взаимодействием мальчика и доски (вес мальчика), опоры и доски (сила реакции опоры — столбиков, крепежа) и Земли и доски (сила тяжести доски).

№327. Цена деления динамометра определяется по формуле

$$\frac{F}{N} = \frac{50 \text{ Н}}{5} = 10 \text{ Н}. F — \text{сила}; N — \text{число делений}.$$

№328. Действует сила тяжести груза и сила упругости пружины. Сила тяжести направлена вертикально вниз, сила упругости — вверх.

№329. На рисунке 64: $F_{\text{упр}} = 1,6 \text{ Н}$, на рисунке 65: $F_{\text{упр}} = 12 \text{ Н}$;
 $\Delta F_{\text{упр}} = 12 \text{ Н} - 1,6 \text{ Н} = 10,4 \text{ Н}$.

№330. При обрыве нити в точке А пружина сожмется под действием силы упругости.

№331. Под действием силы упругости пружины.

№332. Под действием силы упругости доски.

№333. а) масса тела не изменяется; б) сила тяжести уменьшается очень незначительно, так как слегка увеличивается расстояние до центра Земли; в) вес человека увеличивается.

№334. Меньший вес имеет шар с массой 2 кг, больший — шар массой 10 кг. Плотности веществ, из которых изготовлены шары, различны.

№335. Динамометр измеряет вес гири $P = 10 \text{ Н}$.

№336.

Дано:

$$m_1 = 6 \text{ кг}$$

$$m_2 = 40 \text{ кг}$$

$$m_3 = 400 \text{ кг}$$

$$m_4 = 2 \text{ т} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$m_5 = 4 \text{ т} = 4 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$F_{\text{т}} - ?$$

Решение:

$$F_{\text{т}} = mg; \quad g = 9,8 \text{ Н/кг}; \quad F_{\text{т}1} = m_1 g \text{ и т. д.}$$

$$F_{\text{т}1} = 6 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 58,8 \text{ Н};$$

$$F_{\text{т}2} = 40 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 392 \text{ Н};$$

$$F_{\text{т}3} = 400 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 3920 \text{ Н} = 3,92 \text{ кН};$$

$$F_{\text{т}4} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 19,6 \cdot 10^3 \text{ Н} = 19,6 \text{ кН};$$

$$F_{\text{т}5} = 4 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 39,2 \cdot 10^3 \text{ Н} = 39,2 \text{ кН}.$$

№337.

Дано:

$$V = 18,75 \text{ л} = 18,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 800 \text{ кг/м}^3; \quad g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$P - ?$$

Решение:

$$\begin{aligned} P &= mg \\ m &= \rho V \end{aligned} \Rightarrow P = \rho V g$$

$$P = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 18,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 147 \text{ Н}.$$

№338.

Дано:

$$V = 25 \text{ л} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$$

$$\rho = 710 \text{ кг/м}^3$$

$$P - ?$$

Решение:

$$\begin{aligned} P &= mg = \rho V g = 710 \text{ кг/м}^3 \times \\ &\times 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \approx 174 \text{ Н}. \end{aligned}$$

№339. Вес автомобиля уменьшился на величину веса бензина

$$P = mg = 20 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 196 \text{ Н.}$$

№340.

Дано:

$$m_6 = 1 \text{ кг}; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$$

$P = ?$

Решение:

Чтобы поднять бидон с керосином, надо приложить силу равную их весу, т. е.

$$P = P_6 + P_k; P_6 = m_6 \cdot g; P_k = \rho_k g V.$$

$$P_6 = 1 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 9,8 \text{ Н};$$

$$P_k = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 39,2 \text{ Н};$$

$$P = 9,8 \text{ Н} + 39,2 \text{ Н} = 49 \text{ Н.}$$

№341.

Дано:

$$a = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$$

$$b = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$$

$$c = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$$

$$\rho_d = 800 \text{ кг/м}^3; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$P = ?$

Решение:

$$P = mg$$

$$m = \rho V$$

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$\Rightarrow P = \rho \cdot a \cdot b \cdot c \cdot g$$

$$P = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 0,15 \text{ м} \times$$

$$\times 0,15 \text{ м} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 88,2 \text{ Н.}$$

№342.

Дано:

$$V = 10 \cdot 8 \cdot 5 \text{ см}^3 = 400 \text{ см}^3$$

$$\rho_l = 8,5 \text{ г/см}^3$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$P = ?$

Решение:

Сила, с которой растянута пружина, равна весу бруска $P = mg$; $m = \rho V$

$$m = 8,5 \text{ г/см}^3 \cdot 400 \text{ см}^3 = 3400 \text{ г} = 3,4 \text{ кг};$$

$$P = 3,4 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 33,32 \text{ Н} \approx 33,3 \text{ Н.}$$

№343.

Дано:

$$P = 49 \text{ Н}; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$m = ?$

Решение:

$$m = \frac{P}{g}; m = \frac{49 \text{ Н}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 5 \text{ кг.}$$

№344.

Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}; m_2 = 5 \text{ кг}$$

$$m_3 = 10 \text{ кг}; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$P_1 = ?; P_2 = ?; P_3 = ?$

Решение:

$$P_1 = m_1 g = 2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 19,6 \text{ Н};$$

$$P_2 = m_2 g = 5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 49 \text{ Н};$$

$$P_3 = m_3 g = 10 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 98 \text{ Н.}$$

№345.

Дано:

$$m_1 = 7,26 \text{ кг}; m_2 = 50 \text{ кг}$$

$$m_3 = 145 \text{ кг}$$

$$P_1 - ?; P_2 - ?; P_3 - ?$$

Решение:

$$P_1 = m_1 g = 7,26 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 71,148 \text{ Н};$$

$$P_2 = m_2 g = 50 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 490 \text{ Н};$$

$$P_3 = m_3 g = 145 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 1421 \text{ Н}.$$

$$\text{№346. } m = \frac{P}{g} = \frac{490 \text{ Н}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 50 \text{ кг}.$$

№347.

Дано:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$P_1 = 1,62 \text{ Н}$$

$$m_2 = 75 \text{ кг}$$

$$P_2 - ?$$

Решение:

Из уравнения $P_1 = m_1 g$ найдем ускорение свободного падения на Луне: $g = \frac{P_1}{m_1} = \frac{1,62 \text{ Н}}{1 \text{ кг}} = 1,62 \text{ Н/кг}$. Теперь на-

ходим вес человека: $P_2 = m_2 g = 75 \text{ кг} \cdot 1,62 \text{ Н/кг} = 121,5 \text{ Н}$.

№348.

Дано:

$$F_T = 392 \text{ Н}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$m - ?$$

Решение:

$$m = \frac{F_T}{g} = \frac{392 \text{ Н}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 40 \text{ кг}.$$

$$\text{№349. } m = \frac{P}{g} = \frac{980 \text{ Н}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 100 \text{ кг}.$$

№350.

Дано:

$$F_1 = 320 \text{ Н}; F_2 = 1600 \text{ Н}$$

$$\Delta l_1 = 9 \text{ мм} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\Delta l_2 - ?$$

Решение:

Зависимость между силой упругости и деформацией пружины прямо пропорциональная, т. е. можно записать

$$\frac{F_{\text{упр}1}}{\Delta l_1} = \frac{F_{\text{упр}2}}{\Delta l_2} \Rightarrow \Delta l_2 = \frac{\Delta l_1 \cdot F_{\text{упр}2}}{F_{\text{упр}1}};$$

$$\Delta l_2 = \frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 1600 \text{ Н}}{320 \text{ Н}} = 45 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 45 \text{ мм}.$$

№351.

Дано:

$$F_{\text{упр1}} = 4 \text{ Н}$$

$$\Delta l_1 = 5 \text{ мм} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\Delta l_2 = 16 \text{ мм} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$P - ?$$

Решение:

Вес груза будет равен силе упругости пружины $F_{\text{упр2}}$. Аналогично предыдущей задаче

$$\frac{F_{\text{упр1}}}{\Delta l_1} = \frac{F_{\text{упр2}}}{\Delta l_2} \Rightarrow F_{\text{упр2}} = \frac{F_{\text{упр1}} \cdot \Delta l_2}{\Delta l_1};$$

$$F_{\text{упр2}} = \frac{4 \text{ Н} \cdot 16 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 12,8 \text{ Н}.$$

№352.

Дано:

$$m = 1 \text{ т} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$t = 50 \text{ с}$$

$$s = 400 \text{ м}$$

$$k = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$$

$$v_0 = 0; F_{\text{тр}} = 0$$

$$\Delta l - ?$$

Решение:

Ускорение, с которым двигался автомобиль, составляет $a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 400 \text{ м}}{2500 \text{ с}^2} = 0,32 \text{ м/с}^2$. К автомобилю была приложена сила натяжения троса, которая по закону Гука равна $F_{\text{упр}} = k \Delta l$. Под действием этой силы автомобиль двигался равноускоренно. По II закону Ньютона $ma = F_{\text{упр}}$.

$$\text{Отсюда } \Delta l = \frac{ma}{k} = \frac{10^3 \text{ кг} \cdot 0,32 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}} = 0,0016 \text{ м} = 1,6 \text{ мм}.$$

№353. При отсутствии трения тела в обоих случаях будут двигаться с одинаковым ускорением $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_1 + m_2}$. В обоих случаях задний

брусек движется под действием силы натяжения нити $\vec{T}$. В случае

а) $\vec{T}_1 = m_1 \vec{a}$ и в случае б) $\vec{T}_2 = m_2 \vec{a}$, что следует из II закона Ньютона. Так как $m_2 > m_1$, то $T_2 > T_1$. То есть в случае б) сила натяжения нити больше.

15. Графическое изображение сил

№354. Слева направо: вес тела $\vec{P}$; сила реакции опоры — $\vec{N}$, сила тяжести — $\vec{F}_T$.

№ 355. Ответ в задачнике.

№356.

Дано:

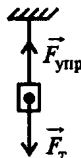
$$m = 2,5 \text{ т} = 2500 \text{ кг}$$

$$g \approx 10 \text{ Н/кг}$$

Решение:

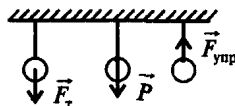
$$F_T = mg = 2500 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 25000 \text{ Н.}$$

$$(M : 10\,000 - 1 \text{ см})$$

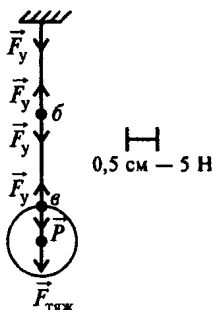


№357.

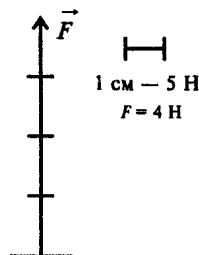
Эти силы вызваны взаимодействием Земли, шара и нити.



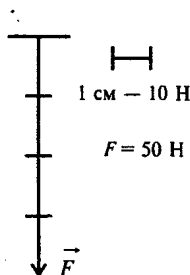
№358.



№359.



№360.



№361.

$$F = 20 \text{ Н}$$

$$F_1 - ?;$$

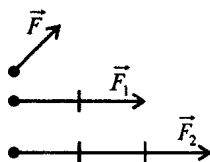
$$F_2 - ?$$

 $F = 20 \text{ Н} - \text{наименьшая}$

$$F_1 = 2 \cdot 20 \text{ Н} = 40 \text{ Н}$$

$$F_2 = 3 \cdot 20 \text{ Н} =$$

$$= 60 \text{ Н} - \text{наибольшая}$$



на рис. 77

№362. $F_1 = 2 \text{ Н}$; $F_2 = 1,5 \text{ Н}$; $F_3 = 2,5 \text{ Н}$.

№363. $Q = 2 \text{ Н}$.

№364.

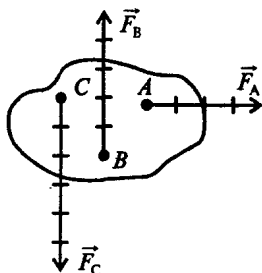
№365.

Дано:

$F_A = 4 \text{ кН}$

$F_B = 5 \text{ кН}$

$F_C = 6 \text{ кН}$



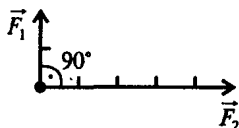
М: 0,5 см — 1 кН

№366.

Дано:

$F_1 = 5 \text{ кН}$

$F_2 = 2 \text{ кН}$



М: 1 см — 1 кН

$\widehat{F_1 F_2} = 90^\circ$

№367. $F_T = 4 \text{ Н}$; $F_2 = 4 \text{ Н}$; $F_3 = 4 \text{ Н}$; $F_1 = 3 \text{ Н}$.

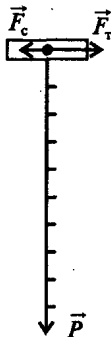
№368.

Дано:

$F_T = 8 \text{ кН}$

$F_{\text{сопр}} = 6 \text{ кН}$

$P = 40 \text{ кН}$



М: 0,5 см — 4 кН

16. Сложение и разложение сил

№369.

Дано:

$$m_1 = m_2 = m = 1 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

 $P = ?$
Решение:

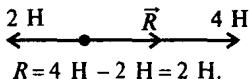
$$P = P_1 + P_2$$

$$P_1 = P_2 = mg$$

$$P = 2 \cdot 1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 20 \text{ Н.}$$

$$\Rightarrow P = mg + mg = 2mg$$

№370.

Результирующая $\vec{R}$

$$R = 4 \text{ Н} - 2 \text{ Н} = 2 \text{ Н.}$$

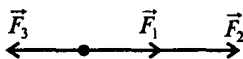
№371.

Дано:

$$F_1 = 2 \text{ Н}$$

$$F_2 = 5 \text{ Н}$$

$$F_3 = 2 \text{ Н}$$

 $R = ?$
Решение:

$$R = (F_1 + F_2) - F_3;$$

$$R = 2 \text{ Н} + 5 \text{ Н} - 2 \text{ Н} = 5 \text{ Н.}$$

№372. Система находится в равновесии, следовательно показания каждого динамометра 3 Н. На рис. видно 3 деления, следовательно цена деления динамометра 1 Н/дел. Силы натяжения нитей в точках А и В по 3 Н (если пренебрегаем весом динамометров).

№373. Так как весы находятся в равновесии, то масса груза равна массе гири, т. е. 2 кг.

$$P_{\text{об}} = P_{\text{гр}} + P_{\text{г}} + P_{\text{в}}$$

$$P_{\text{гр}} = P_{\text{г}} = 2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 20 \text{ Н}$$

$$P_{\text{в}} = 0,015 \text{ кН} = 15 \text{ Н}$$

$$P_{\text{об}} = 20 \text{ Н} + 20 \text{ Н} + 15 \text{ Н} = 55 \text{ Н}$$

 $P_{\text{гр}}$ — вес груза $P_{\text{г}}$ — вес гири $P_{\text{в}}$ — вес весов

№374.

На каплю, стекающую по стеклу, действует сила тягости $\vec{F}_{\text{тяж}}$ и сила сопротивления. Величины этих сил равны.



№375.

Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

Решение:

На сокола действует сила тяжести $\vec{F}_{\text{тяж}}$ и сила со стороны восходящих потоков воздуха $\vec{F}_{\text{возд}}$. Так как сокол неподвижен, модули этих сил равны.

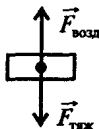
$$F_{\text{тяж}} = mg;$$

$$F_{\text{тяж}} = 0,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 4,9 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{возд}} = F_{\text{тяж}} = 4,9 \text{ Н};$$

$$R = F_{\text{тяж}} - F_{\text{возд}} = 0.$$

$$M: 1 \text{ см} - 4,9 \text{ Н}$$



№376.

Дано:

$$P = 720 \text{ Н}; v = \text{const}$$

$$F_c - ?; R - ?$$

Решение:

$F_c = P = 720 \text{ Н}$, так как парашютист спускается равномерно. $R = P - F_c = 0$.

№377.

Рис. 86.

$$R = F_1 + F_2 = 25 \text{ Н} + 50 \text{ Н} = 75 \text{ Н}$$

(обе силы направлены в одну сторону: вниз).

Рис. 87.

$$R = F_2 - F_1 = 90 \text{ Н} - 30 \text{ Н} = 60 \text{ Н}$$

(силы направлены в противоположные стороны).

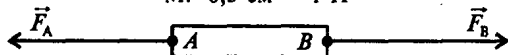
№378.

Дано:

$$F_A = 5 \text{ Н}$$

$$F_B = 6 \text{ Н}$$

$$M: 0,5 \text{ см} - 1 \text{ Н}$$



$$R = F_B - F_A = 1 \text{ Н}$$

Тело перемещается в сторону действия большей силы F_B , его приводит в движение результирующая сила $R = 1 \text{ Н}$

№379.

Дано:

$$P_m = 400 \text{ Н}; P_r = 100 \text{ Н}$$

$$F_d - ?$$

Решение:

$$F_d = P_m + P_r;$$

$$F_d = 400 \text{ Н} + 100 \text{ Н} = 500 \text{ Н.}$$

№380.

Дано:

$F_1 = 2 \text{ Н}$

$F_2 = 5 \text{ Н}$

 $R = ?$

Решение:

1. Силы F_1 и F_2 действуют в одну сторону

$R = F_1 + F_2 = 2 \text{ Н} + 5 \text{ Н} = 7 \text{ Н}.$

2. Силы F_1 и F_2 действуют в противоположные стороны

$R = F_2 - F_1 = 5 \text{ Н} - 2 \text{ Н} = 3 \text{ Н}.$

№381.

Дано:

$F_1 = 3 \text{ Н}$

$F_2 = 4 \text{ Н}$

$F_3 = 5 \text{ Н}$

 $R = ?$

Решение:

1. Все три силы действуют в одну сторону

$R_1 = F_1 + F_2 + F_3 = 3 \text{ Н} + 4 \text{ Н} + 5 \text{ Н} = 12 \text{ Н}.$

2. Силы F_1 и F_2 действуют в одну сторону, F_3 — в противоположную $R_2 = (F_1 + F_2) - F_3 = (3 \text{ Н} + 4 \text{ Н}) - 5 \text{ Н} = 2 \text{ Н}.$ 3. Силы F_1 и F_3 — в одну, F_2 — в противоположную стороны

$R_3 = (F_1 + F_3) - F_2 = (3 \text{ Н} + 5 \text{ Н}) - 4 \text{ Н} = 4 \text{ Н}.$

4. В одну сторону направлены силы F_2 и F_3 , противоположно им F_1

$R_4 = (F_2 + F_3) - F_1 = (4 \text{ Н} + 5 \text{ Н}) - 3 \text{ Н} = 6 \text{ Н}.$

№382.

Дано:

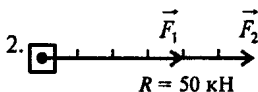
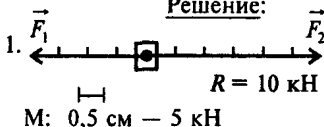
$F_1 = 20 \text{ кН}$

$F_2 = 30 \text{ кН}$

$R_1 = 10 \text{ кН}$

$R_2 = 50 \text{ кН}$

Решение:



№383.

Дано:

$t_1 = 5 \text{ с}; s_1 = 100 \text{ м}$

$t_2 = 3 \text{ с}; s_2 = 27 \text{ м}$

$v_0 = 0$

 $a = ?$

Решение:

Результирующее ускорение $a = \frac{R}{m}$; $R = F_1 - F_2$

$$a = \frac{F_1 - F_2}{m} = \frac{F_1}{m} - \frac{F_2}{m} \Rightarrow a = a_1 - a_2 \quad (1), \text{ но } a_1 = \frac{2s_1}{t_1^2};$$

$$a_2 = \frac{2s_2}{t_2^2} \left(\text{из уравнения } s = \frac{at^2}{2} \right). \text{ Подставим значения } a_1 \text{ и } a_2 \text{ в (1).}$$

$$\text{Получим } a = \frac{2s_1}{t_1^2} - \frac{2s_2}{t_2^2} = \frac{2 \cdot 100 \text{ м}}{25 \text{ с}^2} - \frac{2 \cdot 27 \text{ м}}{9 \text{ с}^2} = 2 \text{ м/с}^2.$$

№384.

Дано:

$$m = 500 \text{ кг}$$

$$v_0 = 0$$

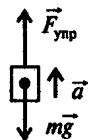
$$h = 16 \text{ м}$$

$$t = 8 \text{ с}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

 $G = ?$; $F = ?$; $P = ?$

Решение:



1) $G = mg$. $G = 500 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 4900 \text{ Н}$.

2) Составляем уравнение II закона Ньютона $m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g}$.С учетом направления сил и ускорения $ma = F - mg$.Но F является в данном случае для груза движущей силой, по модулю она равна весу тела, т. е.

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2h}{t^2} = \frac{2 \cdot 16 \text{ м}}{64 \text{ с}^2} = 0,5 \text{ м/с}^2; ma = 0,5 \text{ м/с}^2 \cdot 500 \text{ кг} = 250 \text{ Н}.$$

$$P = F = ma + mg = 250 \text{ Н} + 4900 \text{ Н} = 5150 \text{ Н}.$$

№385.

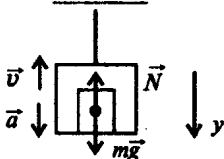
Дано:

$$a = 0,6 \text{ м/с}^2$$

$$m = 60 \text{ кг}$$

 $P = ?$; $F_{\text{тяж}} = ?$

Решение:

При равномерном движении лифта $P = F_{\text{тяж}} = mg$. При торможении по II закону Ньютона $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$, или в проекциях на ось y $ma = mg - N$, но $N = P$. Получаем

$$F_{\text{тяж}} = mg = 60 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} = 588 \text{ Н};$$

$$P = m(g - a) = 60 \text{ кг} \cdot (9,8 \text{ м/с}^2 - 0,6 \text{ м/с}^2) = 552 \text{ Н}.$$

№386.

Дано:

$$m = 80 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) a = 0;$$

$$2) a = 6g$$

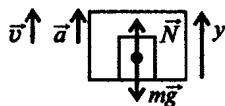
 $N_1 = ?$ $N_2 = ?$ $N_3 = ?$

Решение:

1) Если тело неподвижно (ракета перед стартом), то $P = F_T = mg$, $N = P$, $N = 80 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 800 \text{ Н}$.2) Ракета движется с ускорением $a = 6g$.

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}; \quad ma = -mg + N; \quad N = m(a + g);$$

$$N = m(g + 6g) = 7gm = 7 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 80 \text{ кг} = 5600 \text{ Н}.$$

3) При движении космического корабля по орбите его ускорение $\vec{a}$ равно ускорению свободного падения $\vec{g}$. Отсюда $N = 0$, т. е. кресло перестает давить на кос-

монавта и наступает состояние невесомости. Вес космонавта — это сила, с которой он действует на кресло. Поэтому силу реакции опоры (кресла) нельзя назвать весом. Ведь вес действует на кресло, а сила реакции кресла — на космонавта.

№387.

Дано:

$$R = 200 \text{ м}; m = 80 \text{ кг}$$

$$v = 360 \text{ км/ч} = 100 \text{ м/с}$$

$N = ?$

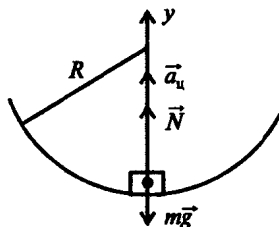
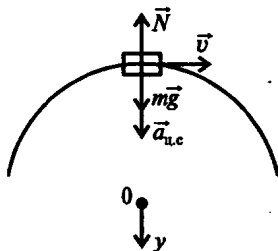
Решение:

В каждой точке траектории на летчика действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вверх, и сила реакции опоры $\vec{N}$, направленная перпендикулярно сиденью (см. рисунки). Так как самолет движется равномерно по круговой траектории, то ускорение, с которым он движется, является центростремительным и направлено к центру окружности. По II закону Ньютона $m\vec{a}_{ц} = m\vec{g} + \vec{N}$. В верхней точке траектории в проекции на ось OY можем записать $ma_{ц} = mg + N$. Находим

$$N = ma_{ц} - mg = m \left(\frac{v^2}{R} - g \right) = 80 \text{ кг} \cdot \left(\frac{10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{200 \text{ м}} - 9,8 \text{ м/с}^2 \right) =$$

$= 3216 \text{ Н} \approx 3220 \text{ Н}$. В нижней точке траектории в проекции на ось OY имеем уравнение $ma_{ц} = -mg + N$. Таким образом $N = mg + ma_{ц} =$

$$= m \left(g + \frac{v^2}{R} \right) = 80 \text{ кг} \cdot \left(9,8 \text{ м/с}^2 + \frac{10^4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{200 \text{ м}} \right) = 4784 \text{ Н} \approx 4780 \text{ Н}.$$



№388.

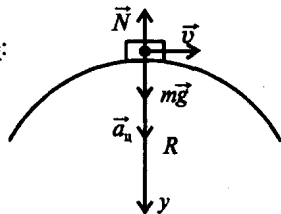
Дано:

$$m = 1000 \text{ кг}$$

$$v = 28,8 \text{ км/ч} = 8 \text{ м/с}$$

$$R = 40 \text{ м}$$

$$F_d - ?$$

Решение:

$$m\vec{a}_u = m\vec{g} + \vec{N}.$$

В проекциях на ось y $ma_u = mg - N$; $N = m(g - a_u)$. Сила давления равна весу тела и численно равна N (силе реакции опоры).

$$P = m(g - a_u); \quad a_u = \frac{v^2}{R}; \quad P = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right) =$$

$$= 1000 \text{ кг} \cdot \left(9,8 \text{ м/с}^2 - \frac{64 \text{ м}^2/\text{с}^2}{40 \text{ м}}\right) = 8200 \text{ Н} = 8,2 \text{ кН}.$$

№389.

Дано:

$$m = 15 \text{ т} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ кг}$$

$$R = 50 \text{ м}$$

$$P = 139,5 \text{ кН} = 1,395 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$v - ?$$

Решение:

Воспользуемся формулой, полученной

в предыдущей задаче: $P = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right).$

Из нее находим

$$v = \sqrt{R\left(g - \frac{P}{m}\right)} = \sqrt{50 \text{ м} \cdot \left(9,8 \text{ м/с}^2 - \frac{1,395 \cdot 10^5 \text{ Н}}{1,5 \cdot 10^4 \text{ кг}}\right)} = 5 \text{ м/с}.$$

№390.

Дано:

$$R = 10 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v - ?$$

Решение:

На мотоциклиста действуют две силы: $m\vec{g}$ и $\vec{N}$. Их результирующей является центростремительная сила $m\vec{a}_u$.

В верхней точке траектории $\frac{mv^2}{R} = N + mg$, где N —

сила реакции опоры. Условие того, что тело не оторвется в верхней точке петли есть $N \geq 0$, т. е. в пределе

$$mg = \frac{mv^2}{R}. \quad v = \sqrt{gR}; \quad v = \sqrt{10 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м}} = 10 \text{ м/с}.$$

№391.

Дано:

$d = 2 \text{ м}$

$T_{\text{max}} - ?$

Решение:

Вода не выльется из ведра, если сила давления на дно сосуда будет больше или равна нулю. В предельном случае ($N=0$) $v_{\text{min}} = \sqrt{gR}$ (см. решение предыдущей зада-

чи). Так как при круговом движении $v = \frac{2\pi R}{T}$, то

$$T_{\text{max}} = \frac{2\pi R}{v_{\text{min}}} = \frac{2\pi R}{\sqrt{gR}} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} = \pi \sqrt{\frac{2d}{g}} = 3,14 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 2,0 \text{ с.}$$

№392.

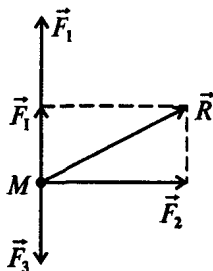
Дано:

$F_1 = 8 \text{ Н}$

$F_2 = 4 \text{ Н}$

$F_3 = 5 \text{ Н}$

$R - ?$

Решение:

$$F_1 = F_1 - F_3; \quad R = \sqrt{F_2^2 + F_1^2};$$

$$F_1 = 8 \text{ Н} - 5 \text{ Н} = 3 \text{ Н};$$

$$R = \sqrt{(3 \text{ Н})^2 + (4 \text{ Н})^2} = 5 \text{ Н.}$$

Тело будет двигаться равноускоренно.

№393.

Дано:

а) $m_1 = m_2 = m$

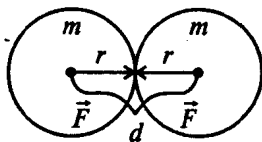
б) $m_1 = m_2 = m_3 = m$

$d = 1 \text{ м}$

$\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$

а) $R_I - ?$; б) $R_{II} - ?$

Решение:

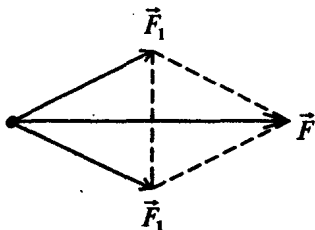
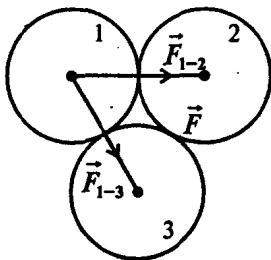
1. Рассмотрим силу притяжения двух свинцовых шаров

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \Rightarrow F = G \frac{m^2}{d^2}; \quad m = \rho \cdot V = \rho \frac{4}{3} \pi r^3 = \rho \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3;$$

$$F = G \frac{\left[\frac{4}{3} \rho \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3\right]^2}{d^2} \Rightarrow F = G \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^2 \cdot \rho^2 \pi^2 \frac{d^4}{2^6};$$

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2 \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^2 \cdot (11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3)^2 \cdot (3,14)^2 \cdot \frac{1 \text{ м}^4}{2^6} = \\ = 2,33 \cdot 10^{-3} \text{ Н.}$$

2. Определим силу притяжения трех шаров.



Шары равных радиусов, объемов, масс, следовательно, силы притяжения между шарами равны. Результирующая сила притяжения шаров 1—2 и 1—3 равна $F = F_1 \cdot \cos \alpha \cdot 2 = F_1 \cdot \cos 30^\circ \cdot 2 = \sqrt{3} F_1$. Сила F_1 определена из случая (1). $F_1 = 2,33 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$. $F = 2,33 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \sqrt{3} = 4,04 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$. Такие же силы притяжения между другими шарами.

№394.

Дано:

$$l = 10 \text{ м}$$

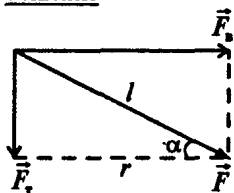
$$F_T = 400 \text{ Н}$$

$$F_B = 300 \text{ Н}$$

$$R - ?$$

$$r - ?$$

Решение:



Результирующая сил, действующих на лодку, находится по теореме Пифагора $R = \sqrt{F_T^2 + F_B^2}$;

$$R = \sqrt{(400 \text{ Н})^2 + (300 \text{ Н})^2} = 500 \text{ Н.}$$

Расстояние r от берега можно определить из соотношения

$$\frac{r}{l} = \sin \alpha; \sin \alpha = \frac{F_B}{R} \Rightarrow \frac{r}{l} = \frac{F_B}{R} \Rightarrow r = \frac{l \cdot F_B}{R} = \frac{10 \text{ м} \cdot 300 \text{ Н}}{500 \text{ Н}} = 6 \text{ м.}$$

№395.

Дано:

$$m = 50 \text{ г} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$F_H - ?;$$

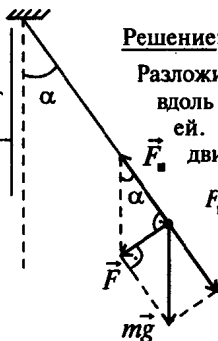
$$F - ?$$

Решение:

Разложим силу $m\vec{g}$ на две составляющие — вдоль направления нити и перпендикулярно ей. Вдоль направления нити шарик не движется. По-этому сила натяжения нити

$$F_H = mg \cos \alpha = 5 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,4243 \text{ Н} \approx 0,42 \text{ Н.}$$

Составляющая $\vec{F}$ является возвращающей силой и равна $F = mg \cdot \sin \alpha = 5 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 = 0,245 \text{ Н} \approx 0,25 \text{ Н.}$



№396. Оценим величину силы упругости веревки, действующей на автомобиль при таком способе вытягивания. Нарисуем рисунок:

Пусть человек тянет за веревку с силой $\vec{F}$. При этом веревка прогибается на небольшой угол α от первоначального направления. Силу упругости веревки обозначим как $\vec{T}$. Система находится в равновесии, следовательно сила $\vec{F}$ равна по модулю равнодействующей сил $\vec{T}$. Из

геометрических соображений $F = 2T \sin \alpha$. Отсюда $T = \frac{F}{2 \sin \alpha}$. Так как угол α небольшой, то сила T может во много раз превысить силу F . Например, при $\alpha = 5^\circ$ $T \approx 5,7 F$.

№397.

Дано:

$$F_T = 60 \text{ Н}; AB = 400 \text{ мм} = 0,4 \text{ м}$$

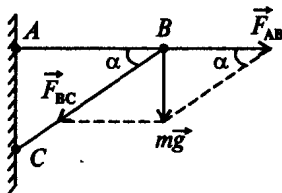
$$CB = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$$

$$F_{AB} - ?; F_{BC} - ?$$

Решение:

Сделаем рисунок.

Со стороны груза к точке B приложена сила $m\vec{g}$, величина которой по условию равна 60 Н. Груз растягивает поперечину AB с силой $\vec{F}_{AB}$ и сжимает подкос BC с силой $\vec{F}_{BC}$. Так как система находится в равновесии, то



$\vec{F}_{AB} + m\vec{g} + \vec{F}_{BC} = 0$. Из подобия треугольников находим, что

$$\frac{F_{AB}}{mg} = \frac{AB}{AC}. \text{ Отсюда } F_{AB} = mg \frac{AB}{\sqrt{BC^2 - AB^2}} = 60 \text{ Н} \cdot \frac{0,4 \text{ м}}{0,3 \text{ м}} = 80 \text{ Н}.$$

По теореме Пифагора

$$F_{BC} = \sqrt{(mg)^2 + F_{AB}^2} = \sqrt{3600 \text{ Н}^2 + 6400 \text{ Н}^2} = 100 \text{ Н}.$$

№398.

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$AC = 0,5 \text{ м}$$

$$AB = 0,5 \text{ м}$$

$$F_{AB} = ?;$$

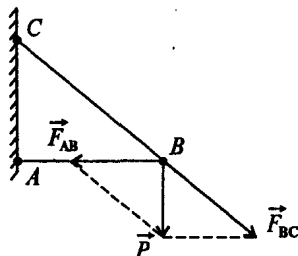
$$F_{CB} = ?$$

Решение:

Находим, что фонарь действует на подвес силой своего веса

$$P = mg = 5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 49 \text{ Н}.$$

Нарисуем рисунок:



Фонарь растягивает подкос BC с силой $\vec{F}_{BC}$ и сжимает поперечину AB с силой $\vec{F}_{AB}$.

Из условия равновесия $\vec{P} + \vec{F}_{AB} + \vec{F}_{BC} = 0$. Из подобия треугольников находим, что $\frac{F_{AB}}{P} = \frac{AB}{AC}$. Следовательно, $F_{AB} = P = 49 \text{ Н}$.

Из теоремы Пифагора $F_{BC} = \sqrt{F_{AB}^2 + P^2} = \sqrt{2} \cdot 49 \text{ Н} \approx 69 \text{ Н}$.

№399.

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

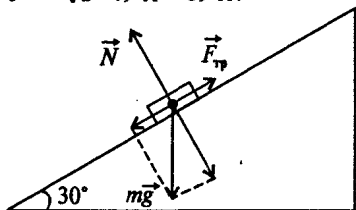
$$m = 50 \text{ кг}$$

$$N = ?$$

$$F_{\text{тр}} = ?$$

Решение:

Сделаем рисунок:



На брусок действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила трения покоя $\vec{F}_{\text{тр}}$ и сила нормальной реакции опоры $\vec{N}$. Так как брусок покоится, то $m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} = 0$. Разложим силу $m\vec{g}$ вдоль направлений действия сил $\vec{N}$ и $\vec{F}_{\text{тр}}$. Из условия равновесия $F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha = 50 \text{ кг} \times 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 = 245 \text{ Н}$. Аналогично, $N = mg \cos \alpha = 50 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 424 \text{ Н}$.

17. Сила трения и сила сопротивления движению

№400. Для увеличения силы трения между обувью и льдом.

№401. Задние колеса автомобилей являются ведущими; для увеличения силы трения этих колес их обматывают цепями.

№402. Чтобы увеличить силу трения, так как сила трения скольжения больше силы трения качения.

№403. Для увеличения силы трения.

№404. При листопаде рельсы покрываются листьями, уменьшается сцепление колес вагона с рельсами, т. е. уменьшается сила трения.

№405. Вода, как смазка, покрывает грунт, и сила трения колес автомобиля уменьшается.

№406. Сила трения уменьшается, и автомобиль может не удержаться на дороге.

№407. Для уменьшения силы трения (мыло играет роль смазки).

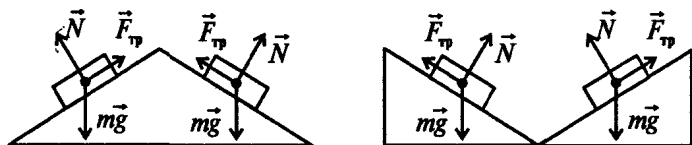
№408. Чтобы уменьшить силу трения тяжелого корабля о стапели.

№409. Чтобы увеличить силу трения между гвоздем и доской, чтобы гвоздь прочнее держался в доске.

№410. Для увеличения силы трения резиновые ручки руля, педали и шины велосипеда делают гофрированными.

№411, 412. Ответ в задачнике

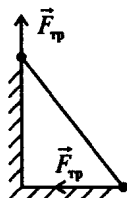
№413.



Сила трения покоя равна горизонтальной составляющей силы тяжести.

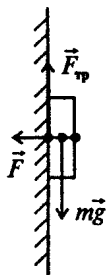
№414. Ответ в задачнике.

№415. В месте соприкосновения со стеной вверх.
В месте соприкосновения с полом — влево.



№416. Ответ в задачнике.

№417. а) влево; б) вправо. Сила, с которой дорога действует на колесо, направлена вверх, перпендикулярно дороге.



№418. Сила тяжести направлена вертикально вниз.
Сила трения — против движения — вверх.

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N = \mu \cdot F.$$

№419. На груз действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры и сила трения покоя. Сила трения покоя всегда равна по величине и противоположна по направлению сдвигающей тело силе. Так как груз движется равномерно, то в горизонтальном направлении сила на него не действует. Следовательно, сила трения покоя между брусом и тележкой равна нулю.

№420. Ответ в задачнике.

№421. Автобус движется под действием силы тяги. Так как он движется равномерно ($a=0$), то сила трения покоя уравнивает силу тяги и равна ей по величине.

№422. Сила сопротивления воздуха, при равномерном движении парашютиста, равна силе тяжести парашютиста, т.е.

$$F_{\text{сопр}} = mg = 70 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 686 \text{ Н}.$$

№423. Согласно показанию динамометра (рис. 97 в учебнике) при равномерном движении бруска сила трения скольжения равна силе упругости динамометра и равна 4 Н.

№424. Ответ в задачнике.

№425. Польза при ходьбе, беге, езде на транспорте. Вред в движущихся частях машин.

№426. Сила тяжести, сила трения и сила давления между ладонями рук и канатом.

№427.

Дано:

$$F_{c1} = 9000 \text{ Н}$$

$$F_{c2} = 7000 \text{ Н}$$

$$F_{c3} = 6000 \text{ Н}$$

$$F_{c4} = 11 \text{ кН} =$$

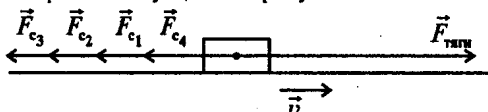
$$= 11\,000 \text{ Н}$$

$$v = \text{const}$$

$$F_{\text{тяги}} - ?$$

Решение:

Изобразим ситуацию на рисунке



В случае равномерного движения сумма всех сил, действующих на тело, равна 0, т. е.

$$F_{\text{тяги}} = F_{c4} + F_{c1} + F_{c2} + F_{c3};$$

$$F_{\text{тяги}} = 11\,000 \text{ Н} + 9000 \text{ Н} + 7000 \text{ Н} + 6000 \text{ Н} = 33\,000 \text{ Н} = 33 \text{ кН}.$$

№428.

Дано:

$$F_{\text{тяги}} = 1,25 \text{ кН} =$$

$$= 1250 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тр}} = 600 \text{ Н}$$

$$F_c = 450 \text{ Н}$$

$$R - ?$$

Решение:



Согласно рисунку

$$R = F_{\text{тяги}} - (F_{\text{тр}} + F_c);$$

$$R = 1250 \text{ Н} - (600 \text{ Н} + 450 \text{ Н}) = 200 \text{ Н}.$$

№429. Нет, нельзя, так как в жидких и газообразных средах $F_{\text{тр}} \sim v^2$, т.е. зависимость не прямопропорциональная, а квадратичная.

№430.

Дано:

$$t = 30 \text{ с}$$

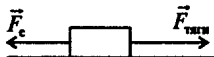
$$\rho = 15 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}$$

$$F_{\text{тяги}} = 15 \text{ кН} =$$

$$= 15 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$F_c - ?$$

Решение:



Из II закона Ньютона $R \cdot t = p$, здесь

$R = F_{\text{тяги}} - F_c$ — результирующая сила.

$$F_{\text{тяги}} - F_c = \frac{p}{t}; \quad F_c = F_{\text{тяги}} - \frac{p}{t};$$

$$F_c = 15 \cdot 10^3 \text{ Н} - \frac{15 \cdot 10^4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}}{30 \text{ с}} = 10 \cdot 10^3 \text{ Н} = 10 \text{ кН}.$$

№431.

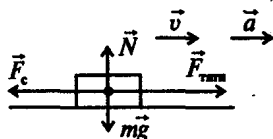
Дано:

$m = 10^3 \text{ кг}$

$F_c = 0,1 \text{ Р}$

$a = 2 \text{ м/с}^2$

$F_{\text{тяги}} = ?$

Решение:

Рассмотрим лишь силы, действующие на автомобиль в горизонтальном направлении: $ma = F_{\text{тяги}} - F_c$;

$$F_{\text{тяги}} = ma + F_c = ma + 0,1 mg = m(a + 0,1 g);$$

$$F_{\text{тяги}} = 10^3 \text{ кг} \cdot (2 \text{ м/с}^2 + 0,1 \cdot 10 \text{ м/с}^2) = 3 \cdot 10^3 \text{ Н} = 3 \text{ кН}.$$

№432.

Дано:

$s = 60 \text{ м}$

$t = 25 \text{ с}$

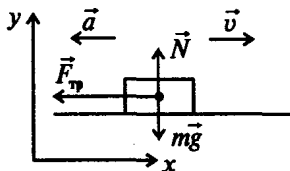
$v = 0$

$\mu = ?$

Решение:

На тело действуют силы: тяжести, трения и реакции опоры. По II закону Ньютона $m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} + \vec{N}$ в проекциях на оси координат

$$\left. \begin{aligned} O_x: -ma &= -F_{\text{тр}} \\ O_y: +N - mg &= 0 \\ F_{\text{тр}} &= \mu \cdot N \end{aligned} \right\} ma = \mu \cdot mg$$



Сокращаем на $m \Rightarrow a = \mu \cdot g$. $\mu = \frac{a}{g}$ (1). Ускорение можно найти

$$\text{по формуле } \left. \begin{aligned} s &= v_0 t - \frac{at^2}{2} \\ v_0 &= at \end{aligned} \right\} \Rightarrow s = at^2 - \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$$

(так как движение равнозамедленное). Подставим значение a в (1):

$$\mu = \frac{2s}{gt^2}; \mu = \frac{2 \cdot 60 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 25^2 \text{ с}^2} = \frac{120 \text{ м}}{10 \cdot 625 \text{ м}} = 0,0192 \approx 0,02.$$

№433.

Дано:

$m = 400 \cdot 10^3 \text{ кг}$

$v_0 = 40 \text{ км/ч} = 11,11 \text{ м/с}$

$s = 200 \text{ м}$

$v = 0$

$F_{\text{тр}} = ?$

Решение:

При торможении на поезд действует сила трения, она и сообщает поезду ускорение $a = F_{\text{тр}}$ (1) ускорение можно найти по формуле

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}, \text{ с учетом того, что при}$$

торможении ускорение отрицательное $s = \frac{v_0^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_0^2}{2s} \Rightarrow$ (1)

$$F_{\text{тр}} = \frac{mv_0^2}{2S} = \frac{400 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot (11,11 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 200 \text{ м}} \approx 123 \cdot 10^3 \text{ Н} = 123 \text{ кН}.$$

№434.

Дано:

$v_0 = 11 \text{ м/с}$

$v = 0$

$\mu = 0,7$

$a = ?$

$t = ?$

$s = ?$

Решение:

Задача аналогичная предыдущей и №432.

 $\mu = \frac{|a|}{g}$. Ускорение a отрицательное, поэтому

$a = -\mu \cdot g = -0,7 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = -6,86 \text{ м/с}^2 \approx -6,9 \text{ м/с}^2;$

$s = \frac{v_0^2}{2|a|} = \frac{121 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 6,86 \text{ м/с}^2} \approx 8,8 \text{ м}; t = \frac{v_0}{|a|} = \frac{11 \text{ м/с}}{6,86 \text{ м/с}^2} \approx 1,6 \text{ с}.$

№435.

Дано:

$m = 16 \cdot 10^3 \text{ кг}$

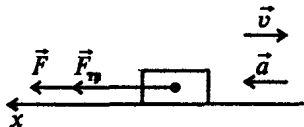
$\Delta v = 0,6 \text{ м/с}$

$\Delta t_1 = 10 \text{ с}$

$\Delta t_2 = 1 \text{ с}$

$\mu = 0,05$

$F = ?$

Решение:

$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}, \text{ на } O\vec{x} \Rightarrow ma = F_{\text{тр}} + F$

$F = ma - F_{\text{тр}}; a = \frac{\Delta v}{\Delta t}; F_{\text{тр}} = \mu \cdot mg;$

$F = \frac{m \Delta v}{\Delta t} - \mu mg; F = m \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} - \mu \cdot g \right);$

$F_1 = 16 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \left(\frac{0,6 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} - 0,05 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \right) = 6880 \text{ Н};$

$F_2 = 16 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \left(\frac{0,6 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} - 0,05 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \right) = 1760 \text{ Н}.$

№436.

Дано:

$R = 83 \text{ м}$

$\mu = 0,4$

$v = ?$

Решение:

Равнодействующей всех сил, приложенных к мотоциклу, является центростремительная сила. Чтобы мотоцикл не занесло, необходимо, чтобы она была равна силе трения

$F_{\text{тр}} = F_{\text{ц.с.}}; F_{\text{тр}} = \mu mg; F_{\text{ц.с.}} = \frac{mv^2}{R}; \mu mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\mu g R} =$

$= \sqrt{0,4 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 83 \text{ м}} \approx 18 \text{ м/с}.$

III ДАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

18. Давление твердых тел

№437. Нет. Так как давление обратно пропорционально площади опоры, то давление левого тела больше давления, оказываемого правым телом. Равновесие весов не нарушается, поскольку массы тел одинаковы.

№438. Нет. Давление, оказываемое острым ножом, больше, так как площадь соприкосновения меньше, и при одинаковом усилии давление будет больше.

№439. Перемещая одинаковый груз, мальчики в первом случае прикладывают большую силу, так как сила трения скольжения больше силы трения качения. Давление больше во втором случае, так как площадь опоры меньше.

№440. Верхний край у лопаты, на который надавливают ногой, изогнут. При этом площадь соприкосновения с ногой увеличивается и давление лопаты на ногу уменьшается.

№441. Режущие части сельхозмашин остро оттачивают, чтобы уменьшить площадь, к которой прикладывается сила, и увеличить давление. Режущая способность увеличивается.

№442. Для проезда по болотистым местам делают настил из хвороста, бревен или досок, чтобы увеличить площадь, на которую распределяется вес, и уменьшить давление.

№443. Под гайки и головки болтов подкладывают широкие металлические шайбы для уменьшения давления на брусok, чтобы меньше его деформировать.

№444. При вытаскивании гвоздей из доски под клещи подкладывают железную полоску или дощечку для уменьшения давления клещей на доску, чтобы избежать вмятин.

№445. Наперсток предназначен для уменьшения давления, производимого иглой на палец при шитье, так как сила давления распределяется на большую площадь.

№446. Уменьшают давление: тяжелые грузовики имеют большую площадь опоры; трактора передвигаются при помощи гусениц; лыжи.

Увеличивают давление: режущие, колющие инструменты, коньки, гвозди, кнопки — остро оточены.

№447. В первом случае давление будет наибольшим, в третьем — наименьшим, так как при одинаковом весе площадь опоры в первом случае минимальна, в третьем — максимальна.

№448. Давление, производимое кирпичами, во всех трех случаях одинаковое, так как одинаковы и вес кирпичей и площадь опоры.

№449. Силы, действующие на опору, одинаковы и равны весу кирпичей. Давление во втором случае больше, так как площадь опоры меньше.

№450.

Дано:

$$F = 37,5 \text{ кН} =$$

$$= 37,5 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$S = 0,0075 \text{ м}^2$$

$$p = ?$$

Решение:

$$\text{По определению } p = \frac{F}{S};$$

$$p = \frac{37,5 \cdot 10^3 \text{ Н}}{0,0075 \text{ м}^2} = 5000 \cdot 10^3 \text{ Па} = 5 \cdot 10^6 \text{ Па} = 5 \text{ МПа}.$$

№451.

Дано:

$$S = 1300 \text{ см}^2 = 0,13 \text{ м}^2$$

$$V = 3,9 \text{ л} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p = ?$$

Решение:

$$p = \frac{F}{S}; \quad F = P = mg = \rho g V;$$

$$F = 1 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 39 \text{ Н};$$

$$p = \frac{39 \text{ Н}}{0,13 \text{ м}^2} = 300 \text{ Па. Давление увеличится на 300 Па.}$$

№452.

Дано:

$$m = 48 \text{ кг}$$

$$S = 320 \text{ см}^2 =$$

$$= 320 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p = ?$$

Решение:

$$p = \frac{F}{S}; \quad F = P = mg; \quad F = 48 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 480 \text{ Н};$$

$$p = \frac{480 \text{ Н}}{320 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Па} = 15 \text{ кПа}.$$

№453.

Дано:

$$m = 78 \text{ кг}; l = 1,95 \text{ м}$$

$$b = 8 \text{ см} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$n = 2; g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p - ?$$

Решение:

$$p = \frac{F}{S}; F = P = mg; S = 2S_1 = 2 \cdot b \cdot h;$$

$$F = 78 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 780 \text{ Н};$$

$$S = 2 \cdot 1,95 \text{ м} \cdot 8 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 31,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 = 0,312 \text{ м}^2;$$

$$p = \frac{780 \text{ Н}}{0,312 \text{ м}^2} = 2500 \text{ Па} = 2,5 \text{ кПа}.$$

№454.

Дано:

$$m = 300 \text{ кг}$$

$$S_1 = 50 \text{ см}^2 =$$

$$= 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$n = 4$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p - ?$$

Решение:

$$p = \frac{F}{S}; F = P = mg; S = 4S_1; F = 300 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} =$$

$$= 3000 \text{ Н}; S = 4 \cdot 50 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 200 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$p = \frac{3000 \text{ Н}}{200 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 15 \cdot 10^4 \text{ Па} = 150 \text{ кПа}.$$

№455.

Дано:

$$p = 90 \text{ кПа} =$$

$$= 90 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$m = 5,4 \text{ т} =$$

$$= 5,4 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$S = 1,5 \text{ м}^2$$

$$p_1 - ?$$

Решение:

$$p_1 = \frac{mg}{S}; p_1 = \frac{5,4 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{1,5 \text{ м}^2} = 36 \cdot 10^3 \text{ Па}.$$

Трактор по льду пройдет, так как он оказывает давление равное $36 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

№456.

Дано:

$$m = 2,5 \text{ т} =$$

$$= 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$S_1 = 125 \text{ см}^2 =$$

$$= 0,0125 \text{ м}^2$$

$$n = 4$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p - ?$$

Решение:

$$p = \frac{F}{S}; F = P = mg; S = 4S_1;$$

$$F = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 25 \cdot 10^3 \text{ Н}; S = 4 \cdot 0,0125 \text{ м}^2 =$$

$$= 0,05 \text{ м}^2; p = \frac{25 \cdot 10^3 \text{ Н}}{0,05 \text{ м}^2} = 500 \cdot 10^3 \text{ Па} = 500 \text{ кПа}.$$

№457.

Дано:

$$m = 5,5 \text{ т} = 5,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$S_1 = 0,5 \text{ см}^2 = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$n = 8$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p = ?$$

Решение:

$$p = \frac{F}{S}; F = P = mg; S = n \cdot S_1;$$

$$F = 5,5 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 55 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$S = 8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$p = \frac{55 \cdot 10^3 \text{ Н}}{4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 13,75 \cdot 10^7 \text{ Па}.$$

№458.

Дано:

$$m = 32 \text{ т} = 32 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$n = 8; g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$S = 4 \text{ см}^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$p = ?$$

Решение:

$$p = \frac{mg}{nS_1}; p = \frac{32 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{8 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 10 \cdot 10^7 \text{ Па}.$$

№459.

Дано:

$$V = 6 \text{ м}^3$$

$$S = 1,5 \text{ м}^2$$

$$\rho = 2600 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p = ?$$

Решение:

$$p = \frac{F}{S}; F = P = mg; m = \rho V; F = \rho Vg;$$

$$F = 2600 \text{ кг/м}^3 \cdot 6 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} = 156 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$p = \frac{156 \cdot 10^3 \text{ Н}}{1,5 \text{ м}^2} = 104 \cdot 10^3 \text{ Па} = 104 \text{ кПа}.$$

№460.

Дано:

$$p = 10^5 \text{ кПа} =$$

$$= 10^8 \text{ Па}$$

$$S = 0,1 \text{ мм}^2 =$$

$$= 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$F = ?$$

Решение:

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = p \cdot S;$$

$$F = 10^8 \text{ Па} \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 = 0,1 \cdot 10^2 \text{ Н} = 10 \text{ Н}.$$

Оказать гвоздем давление 10^5 кПа можно.

19. Давление газов

№461. Газ производит давление по всем направлениям и, действуя на поршень, поднимает его.

№462. Давление под колоколом на пробку по мере выкачивания воздуха уменьшается, а внутри колбы остается постоянным. Когда сила давления газа, обусловленная разностью давлений, превысит максимальное значение силы трения покоя пробки о стекло, пробка вылетит.

№463. В нижней части трубки давление воздуха больше на величину $\Delta p = P/S$, где P — вес капельки ртути и S — площадь поперечного сечения трубки.

№464. Давление в цилиндре под поршнем больше, чем давление под колоколом, когда выкачивают воздух. Под действием этого давления поршень перемещается в положение В.

№465.

Дано:

$$m_1 = m_2 = m_3$$

$$V_1 > V_2 > V_3$$

$$\rho_1 - ?$$

Решение:

$\rho = \frac{m}{V}$, следовательно $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$. Наименьшее давление ρ_1 , наибольшее давление ρ_3 , так как давление газа пропорционально его плотности.

№466. При откачивании воздуха из-под колокола воздушного насоса размеры мыльных пузырей будут расти; если же воздух снова впустить, то размеры мыльных пузырей станут уменьшаться и они лопнут.

№467. После каждого качка масса воздуха в шине увеличивается; увеличивается его давление. Поэтому с каждым разом нужно создавать все большее давление, чтобы закачать воздух. А так как сечение поршня насоса постоянно, то требуется прикладывать все большее усилие.

№468. При погружении пробирки в холодную воду давление в ней будет уменьшаться, так как молекулы будут двигаться медленнее с понижением температуры. Внешнее давление будет перемещать мыльную пробку внутрь пробирки.

Пробирка погружается в горячую воду и нагревается. Давление растет (увеличивается скорость движения молекул), пробка из мыльной пены перемещается вверх.

№469. Давление в правом сосуде тоже 0,016 Па, так как газ всегда занимает весь предоставленный ему объем и давление его во всех точках одинаково.

№470. Давление газа уменьшилось вдвое, так как уменьшилась плотность газа в сосуде.

№471. Если кран открыть, то часть газа перейдет в соседний сосуд и давление в обоих сосудах станет одинаково (закон Паскаля). Следовательно давление установится по 0,04 Па (так как объем увеличится в 2 раза).

№472. Давление газа больше в теплом сосуде, так как при всех прочих равных условиях давление пропорционально температуре. Чем больше температура, тем выше скорость движения молекул.

№473. При повышении температуры газ и пары ртути будут расширяться и давить на ртуть, ее уровень будет понижаться.

№474. Ответ в задачнике.

№475. При охлаждении бутылки температура и давление в ней уменьшаются, в нее входит еще некоторое количество воздуха. Когда мы держим бутылку в руках, она нагревается, воздух расширяется и часть его выходит.

№476. Температура воздуха уменьшается, скорость молекул уменьшается, они реже ударяются о стенки мяча и с меньшими скоростями; давление в мяче уменьшается.

№477. Ответ в задачнике.

№478. При выстреле пороховые газы создают очень большое давление. Стволы должны его выдерживать.

20. Подвижность частиц жидкостей и газов

№479. *Масса* не изменялась, так как количество молекул не изменялось. *Вес* не изменялся, так как $P = mg$. *Объем* — уменьшился, так как расстояние между молекулами газа уменьшается. *Плотность* — по формуле $\rho = m/V$ — увеличится. *Давление* увеличится. Размеры мяча уменьшаются, и молекулы чаще ударяются о его стенки.

№480. Молекулы газа, хаотично двигаясь, стремятся занять весь предоставленный им объем и могут покинуть сосуд.

№481. Молекулы газа более подвижны, так как расстояния между ними большие и почти нет сил притяжения. В жидкостях молекулы расположены друг к другу ближе и между ними существует сила притяжения.

№482. Ответ в задачнике.

№483. Молекулы воды более подвижны, чем молекулы патоки. Сила протяжения между молекулами воды меньше, чем между молекулами патоки.

№484. Подвижность молекул воды больше.

№485. а) Правый конец поднят вверх, так как пузырек воздуха всплыл.

б) В теплую, так как в холодную погоду пары жидкости конденсируются и ее объем увеличивается. а объем пузырька воздуха уменьшается.

21. Закон Паскаля. Гидравлический пресс

№486. I. В первом случае давление передается только вниз, так как молекулы в твердых телах малоподвижны.

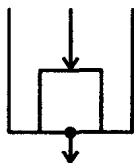
II. Во втором случае давление передается по всем направлениям (по закону Паскаля).

№487. При выстреле в вареное яйцо пуля пробивает твердое тело, поэтому пробивает по направлению полета, поскольку в этом направлении передается давление.

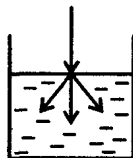
В случае, когда стреляем в сырое яйцо, так как оно жидкое, давление по закону Паскаля передается по всем направлениям и яйцо разлетится.

№488.

атмосферное
давление



атмосфера



№489. Когда дует в трубку *a*, то увеличиваем давление над жидкостью, оно становится больше атмосферного и вода через трубку *b* выливается.

Если же дуть в трубку *b*, то вода будет разбрызгиваться, но до трубки *a* подняться не сможет, так как молекулы воды не столь подвижны.

№490. При взрыве образуется область повышенного давления, и оно передается по закону Паскаля по всем направлениям и с большой скоростью. Очень высокое давление пагубно действует на рыб.

№491. Фонтан, изображенный на рисунке, действует следующим образом. При нагревании колбы давление воздуха в ней увеличивается пропорционально температуре и передается через трубку в пространство над жидкостью в правом сосуде. Избыточное давление вытесняет воду.

№492. Выдуваемые мыльные пузырьки приобретают форму шара, потому, что давление воздуха внутри шара передается одинаково по всем направлениям, наружное давление тоже одинаковое.

№493. Если в сосуд накачать воздух, то давление будет передаваться во все точки сосуда и в воде тоже. Уровень воды в пузырьке будет подниматься.

№494. Цилиндр находится в равновесии, если давление внутри и снаружи одинаково. Если накачивать воздух, давление возрастает, цилиндр опускается вниз.

Если откачивать воздух из сосуда, давление будет уменьшаться, цилиндр будет подниматься.

№495. Да, зубная паста будет выдавливаться в состоянии невесомости, под действием силы давления.

№496.

<u>Дано:</u> $S_B = 100 S_A$ $F_A = 10 \text{ Н}$ $F_B = ?$	<u>Решение:</u> $\frac{F_B}{F_A} = \frac{S_B}{S_A} \Rightarrow F_B = \frac{F_A \cdot S_B}{S_A};$ $F_B = \frac{10 \text{ Н} \cdot 100 S_A}{S_A} = 1000 \text{ Н} = 1 \text{ кН}.$
--	---

№497. а) Выигрыш в $10 : 1 = 10$ раз; б) выигрыш в $50 : 2 = 25$ раз; в) выигрыш в $100 : 1 = 100$ раз; г) выигрыш в $60 : 5 = 12$ раз; д) выигрыш в $100 : 10 = 10$ раз.

№498.

Дано:

$$\begin{aligned} S_1 &= 10 \text{ см}^2 \\ F_1 &= 200 \text{ Н} \\ S_2 &= 200 \text{ см}^2 \\ F_2 &= ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned} \frac{F_2}{F_1} &= \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1}; \\ F_2 &= \frac{200 \text{ Н} \cdot 200 \text{ см}^2}{10 \text{ см}^2} = 4000 \text{ Н} = 4 \text{ кН}. \end{aligned}$$

№499.

Дано:

$$\begin{aligned} S_1 &= 180 \text{ см}^2 \\ F_1 &= 18 \text{ кН} = 18000 \text{ Н} \\ S_2 &= 4 \text{ см}^2 \\ F_2 &= ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned} \frac{F_2}{F_1} &= \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1}; \\ F_2 &= \frac{18000 \text{ Н} \cdot 4 \text{ см}^2}{180 \text{ см}^2} = 400 \text{ Н}. \end{aligned}$$

№500.

Дано:

$$\begin{aligned} S_1 &= 120 \text{ см}^2 \\ S_2 &= 600 \text{ см}^2 \\ F_2 &= 143 \text{ Н} \\ F_1 &= ? \end{aligned}$$

Решение:а) Так как поршни находятся в равновесии, то $F_1 = P$.

$$\frac{P}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} \Rightarrow P = \frac{F_2 \cdot S_1}{S_2} = \frac{143 \text{ Н} \cdot 120 \text{ см}^2}{600 \text{ см}^2} = 28,6 \text{ Н}.$$

б) На рис. а выигрыш в силе $5 \cdot 5 = 25$ раз, т. е. сила на рис. а равна 500 Н.в) Выигрыш в силе $10 \cdot 5 = 50$ раз. $F = 2500 \text{ Н}$.

№501.

Дано:

$$\begin{aligned} F_1 &= 500 \text{ Н} \\ h_1 &= 15 \text{ см} \\ h_2 &= 5 \text{ см} \\ F_2 &= ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned} \frac{F_1}{F_2} &= \frac{S_1}{S_2}, \text{ но } S_1 = \frac{V_1}{h_1}; S_2 = \frac{V_2}{h_2}; \\ \frac{F_1}{F_2} &= \frac{V_1/h_1}{V_2/h_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{h_2}{h_1} \text{ (так как } V_1 = V_2); \\ F_2 &= \frac{F_1 \cdot h_1}{h_2}; F_2 = \frac{500 \text{ Н} \cdot 15 \text{ см}}{5 \text{ см}} = 1500 \text{ Н} = 1,5 \text{ кН}. \end{aligned}$$

№502.

Дано:

$$\begin{aligned} S_1 &= 2 \text{ см}^2 \\ h_1 &= 16 \text{ см} \\ S_2 &= 8 \text{ см}^2 \\ \text{а) } F_1 &= 200 \text{ Н} \\ \text{а) } F_2 &= ? \\ \text{б) } h_2 &= ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\text{а) } \frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1}; F_2 = \frac{200 \text{ Н} \cdot 8 \text{ см}^2}{2 \text{ см}^2} = 800 \text{ Н}.$$

$$\text{б) } V_1 = V_2; S_1 h_1 = S_2 h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{S_1 h_1}{S_2}; h_2 = \frac{2 \text{ см}^2 \cdot 16 \text{ см}}{8 \text{ см}^2} = 4 \text{ см}.$$

№503.

Дано:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 200 \text{ Н} \\
 S_2 &= 400 \text{ см}^2 = \\
 &= 0,04 \text{ м}^2 \\
 p &= 400 \text{ кПа} = \\
 &= 4 \cdot 10^5 \text{ Па}
 \end{aligned}$$

а) F_2 — ?б) S_1 — ?

Решение:

$$1) F_2 = p \cdot S_2; F_2 = 400\,000 \text{ Па} \cdot 0,04 \text{ м}^2 = 16\,000 \text{ Н} = 16 \text{ кН}.$$

$$2) \frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} \Rightarrow S_1 = \frac{F_1 \cdot S_2}{F_2}; S_1 = \frac{200 \text{ Н} \cdot 400 \text{ см}^2}{16\,000 \text{ Н}} = 5 \text{ см}^2.$$

22. Давление в жидкостях. Сообщающиеся сосуды

№504. Да, одинаковое. По закону Паскаля давление на одном уровне по всем направлениям одинаково.

№505. Да, одинаково, согласно закону Паскаля.

№506. Равновесие весов нарушится, так как поперечное сечение правого сосуда больше, то и масса воды в правом сосуде будет больше, следовательно, правый сосуд перетянет. Давление же воды на дно сосудов будет одинаковое, поскольку давление в данном случае зависит от h (по условию $h_1 = h_2$).

№507. Равновесие весов не нарушится, так как налили одинаковое количество воды. Давление будет больше в левом сосуде, так как при равных массах воды уровень ее будет тем выше, чем меньше площадь поперечного сечения сосуда.

№508. Да, давление увеличится, так как брусок давит на поверхность воды и это давление передается по всем направлениям, а также на дно сосуда. Давление увеличится на высоту столба вытесненной бруском жидкости.

№509. 1. Больше налито воды в левый сосуд, так как его объем больше. 2. Давление на дно в этих сосудах одинаково, так как высота столбов одинакова.

№510. Нет. Жидкость из одного сосуда в другой переливаться не будет, так как уровень жидкости одинаковый, следовательно и давление на кран с обеих сторон тоже одинаково.

№511. Давление воды на дно и кран больше, чем давление керосина ($\rho_v > \rho_k$), следовательно, при открытом кране вода перетечет в сосуд с керосином.

№512. При расчете давления на дно сосуда следует учитывать уровень H . Давление воздуха и столба воды в левой части сосуда, равно давлению атмосферы и столба жидкости H_1 .

№513. Динамометры показывают силу давления жидкости на боковые стенки мешочка с водой. Показания их одинаковы и равны 70 Н. Если воду в мешок доливать, показания динамометров увеличатся, а если воду выливать, то показания уменьшатся.

№514.

Дано:

$$h = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$$

$$\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p_1 - ?; p_2 - ?$$

Решение:

Если в сосуды налита однородная жидкость, то давление жидкости на дно во всех трех сосудах одинаковое, так как одинаковая высота жидкости.

$$p = \rho gh; \quad p_1 = \rho_1 gh_1; \quad p_2 = \rho_2 gh_2;$$

$$p_1 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,5 \text{ м} = 5000 \text{ Па} = 5 \text{ кПа};$$

$$p_2 = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,5 \text{ м} = 4000 \text{ Па} = 4 \text{ кПа}.$$

№515.

Дано:

$$h = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/см}^3$$

$$\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p_1 - ?; p_2 - ?$$

Решение:

$$p_1 = \rho_1 gh; \quad p_2 = \rho_2 gh;$$

$$p_1 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,08 \text{ м} = 800 \text{ Па};$$

$$p_2 = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,08 \text{ м} =$$

$$= 10,88 \cdot 10^3 \text{ Па} = 10,88 \text{ кПа}.$$

№516.

Дано:

$$h = 0,5 \text{ м}; \quad \rho = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$p - ?$$

Решение:

$$p = \rho gh;$$

$$p = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,5 \text{ м} = 4000 \text{ Па} = 4 \text{ кПа}.$$

№517.

Дано:

$$h = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$$

$$\rho_1 = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_3 = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$V_1 = V_2 = V_3$$

$$p - ?$$

Решение:

По условию объемы всех жидкостей равны, следовательно, высота столба каждой из них равна $h/3$. Общее давление на дно сосудов равно сумме давлений жидкостей:

$$p = \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 + \rho_3 gh_3 = \frac{h}{3} g (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3) =$$

$$= \frac{0,12 \text{ м}}{3} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot (13,6 + 1,0 + 0,8) \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 =$$

$$= 6,16 \cdot 10^3 \text{ Па} = 6,16 \text{ кПа}.$$

№518.

Дано:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= S_2 \\
 h_1 &= 400 \text{ мм} \\
 h_2 &= 800 \text{ мм} \\
 \rho_1 &= \rho_2 \\
 p_2/p_1 &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

Запишем формулы для вычисления давлений, оказываемых на дно сосудов, и найдем их отношение.

$$\begin{cases} p_1 = \rho g h_1 \\ p_2 = \rho g h_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho g h_2}{\rho g h_1} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{800 \text{ мм}}{400 \text{ мм}} = 2.$$

Давление, оказываемое столбом воды на дно, во втором сосуде в 2 раза больше, чем в первом.

№519.

Дано:

$$\begin{aligned}
 h_1 &= 250 \text{ м} \\
 h_2 &= 20 \text{ м} \\
 \rho &= 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \\
 g &= 10 \text{ Н/кг} \\
 p_1 - ?; p_2 - ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$p_1 = \rho g h_1; \quad p_2 = \rho g h_2;$$

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 250 \text{ м} = \\
 &= 2,575 \cdot 10^6 \text{ Па} = 2,575 \text{ МПа};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_2 &= 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 20 \text{ м} = \\
 &= 206 \cdot 10^3 \text{ Па} = 206 \text{ кПа}.
 \end{aligned}$$

№520.

Дано:

$$\begin{aligned}
 \text{а) } h_1 &= 11\,035 \text{ м} \\
 \text{б) } h_2 &= 14 \text{ м} \\
 \rho_1 &= 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \\
 \rho_2 &= 1,02 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \\
 p_1 - ?; p_2 - ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$\text{а) } p_1 = \rho_1 g h_1;$$

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 11\,035 \text{ м} = \\
 &= 113,66 \cdot 10^6 \text{ Па} \approx 113,7 \text{ МПа};
 \end{aligned}$$

$$\text{б) } p_2 = \rho_2 g h_2;$$

$$\begin{aligned}
 p_2 &= 1,02 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 14 \text{ м} = \\
 &= 14,3 \cdot 10^4 \text{ Па} \approx 143 \text{ кПа}.
 \end{aligned}$$

№521.

Дано:

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 100 \text{ кПа}; p_2 = 300 \text{ кПа} \\
 p_3 &= 500 \text{ кПа} \\
 h_1 - ?; h_2 - ?; h_3 - ?
 \end{aligned}$$

Решение:

По графику находим:

$$h_1 = 10 \text{ м}; h_2 = 30 \text{ м}; h_3 = 50 \text{ м}.$$

№522.

Дано:

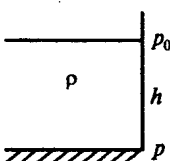
$l = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$

$h = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

$F_{\text{ср}} = ?$

Решение:

Средняя сила равна

$$F_{\text{ср}} = p_{\text{ср}} \cdot S; \quad p_{\text{ср}} = \frac{p_0 + p}{2} = \frac{p}{2},$$

где p_0 — давление на нулевой высоте, т. е. на поверхности воды
 $p_0 = 0$.

$$F_{\text{ср}} = \frac{p \cdot S}{2} = \frac{p \cdot l \cdot h}{2} = \frac{3 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м}}{2} = 225 \text{ Н};$$

$$p = \rho g h = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,3 \text{ м} = 3 \cdot 10^3 \text{ Па};$$

№523.

Дано:

$h = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$

$l = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$

$b = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

а) $p = ?$

б) $P = ?$

в) $F_{bh} = ?$

Решение:

а) $p = \rho h g = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,3 \text{ м} = 3000 \text{ Па} = 3 \text{ кПа};$

б) $P = mg; \quad m = \rho V; \quad V = h \cdot l \cdot b \Rightarrow P = \rho \cdot g \cdot h \cdot l \cdot b = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ м} = 300 \text{ Н};$

в) $F = p_{\text{ср}} \cdot S = \frac{p}{2} b h = \frac{3000 \text{ Па}}{2} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} = 90 \text{ Н}.$

№524.

Дано:

$b = 10 \text{ м}$

$h = 5 \text{ м}$

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$F = ?$

Решение:

$$F = p_{\text{ср}} \cdot S; \quad S = b \cdot h; \quad p_{\text{ср}} = \frac{p}{2}; \quad p = \rho g h;$$

$$F = \frac{1}{2} \rho h g \cdot b \cdot h = \frac{1}{2} \rho h^2 g b = \frac{1}{2} \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \times \\ \times (5 \text{ м})^2 \cdot 10 \text{ м} = 1250000 \text{ Н} = 1250 \text{ кН}.$$

№525.

Дано:

$h = 3 \text{ м}; \quad g = 10 \text{ Н/кг}$

$S = 30 \text{ см}^2 = 0,0030 \text{ м}^2$

$\rho = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$F = ?$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} F &= p \cdot S \\ p &= \rho g h \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = \rho g h \cdot S =$$

$$= 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 3 \text{ м} \cdot 0,003 \text{ м}^2 = 72 \text{ Н}.$$

№526.

Дано:

$V = 2 \text{ л} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$V_1 = 1 \text{ л} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$

$V_2 = 1 \text{ л} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$

$a = b = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

$a) p - ?; б) P - ?$

Решение:

$a) p = p_1 + p_2;$

$p = \rho_1 g \frac{V_1}{S} + \rho_2 g \frac{V_2}{S} = g \frac{V_1}{S} (\rho_1 + \rho_2); S = a \cdot b; V_1 = V_2;$

$$p = \frac{V_1 g}{a \cdot b} (\rho_1 + \rho_2) = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,01 \text{ м}^2} \cdot (1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 + 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 1800 \text{ Па} = 1,8 \text{ кПа}.$$

$б) P = P_1 + P_2; P_1 = m_1 g = \rho_1 V_1 g; P_2 = m_2 g = \rho_2 V_2 g;$

$$P = \rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = V_1 g (\rho_1 + \rho_2) = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot (1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 + 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 18 \text{ Н}.$$

№527.

Дано:

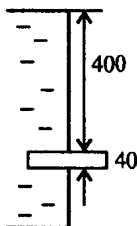
$h_1 = 400 \text{ мм} = 0,4 \text{ м}$

$h_2 = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$

$S = 16 \text{ см}^2 = 0,0016 \text{ м}^2$

$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$

$F - ?$

Решение:

$$F = p \cdot S; p = \rho g \cdot \left(h_1 + \frac{h_2}{2} \right) \text{ — среднее давление на пробку;}$$

$$F = \rho g S \left(h_1 + \frac{h_2}{2} \right) = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,0016 \text{ м}^2 (0,4 \text{ м} + 0,02 \text{ м}) = 5,376 \text{ Н} \approx 5 \text{ Н}.$$

№528.

Дано:

$h = 10 \text{ м}$

$\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$S = 1 \text{ м}^2$

$F - ?$

Решение:

$p = \rho h g = 1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м} = 103\,000 \text{ Па};$

$F = p \cdot S = 103\,000 \text{ Па} \cdot 1 \text{ м}^2 = 103\,000 \text{ Н} = 103 \text{ кН}.$

№529.

Дано:

$S = 200 \text{ см}^2 = 0,02 \text{ м}^2$

$h = 1,8 \text{ м}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

$F - ?$

Решение:

$$F = p \cdot S \} \Rightarrow F = \rho h g \cdot S =$$

$$= 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 1,8 \text{ м} \cdot 0,02 \text{ м}^2 = 360 \text{ Н}.$$

№530.

Дано:

$p = 220\,000 \text{ Па}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

 $h = ?$ Решение:

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{220\,000 \text{ Па}}{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 22 \text{ м.}$$

№531.

Дано:

$p = 412 \text{ кПа} = 412\,000 \text{ Па}$

$\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

 $h = ?$ Решение:

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{412\,000 \text{ Па}}{1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 40 \text{ м.}$$

№532.

Дано:

$p = 400\,000 \text{ Па}$

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

 $h = ?$ Решение:

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{400\,000 \text{ Па}}{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 40 \text{ м.}$$

№533.

Дано:

$a = 0,5 \text{ м}$

$b = 0,4 \text{ м}$

$c = 0,1 \text{ м}$

$h_1 = 0,6 \text{ м}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$

$F_1 = ?; F_2 = ?;$

$p = ?$

Решение:

Пусть F_1 — сила, действующая на верхнюю грань бруска;

F_2 — сила, действующая на нижнюю грань.

$F_1 = p_1 S; p_1 = \rho g h_1;$

$F_2 = p_2 S; p_2 = \rho g h_2;$

$h_2 = h_1 + c; S = a \cdot b;$

$P = m_b \cdot g; m_b = \rho_b V_m \Rightarrow m_b = \rho_b \cdot a \cdot b \cdot c;$

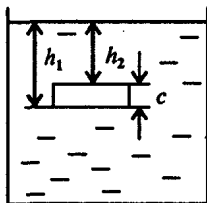
$p_1 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,6 \text{ м} = 6000 \text{ Па};$

$p_2 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,7 \text{ м} = 7000 \text{ Па};$

$S = 0,5 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ м} = 0,2 \text{ м}^2; V = 0,5 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,02 \text{ м}^3;$

$F_1 = 6000 \text{ Па} \cdot 0,2 \text{ м}^2 = 1200 \text{ Н}; F_2 = 7000 \text{ Па} \cdot 0,2 \text{ м}^2 = 1400 \text{ Н};$

$m_b = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,02 \text{ м}^3 = 20 \text{ кг}; P = 20 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 200 \text{ Н.}$



№534. Данные задачи те же, что и в №533, но $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.

$$p_1 = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,6 \text{ м} = 4800 \text{ Па};$$

$$p_2 = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,7 \text{ м} = 5600 \text{ Па};$$

$$F_1 = 4800 \text{ Па} \cdot 0,2 \text{ м}^2 = 960 \text{ Н};$$

$$F_2 = 5600 \text{ Па} \cdot 0,2 \text{ м}^2 = 1120 \text{ Н};$$

$$m_k = \rho_k V_T = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,02 \text{ м}^3 = 16 \text{ кг};$$

$$P = 16 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 160 \text{ Н}.$$

№535.

Дано:

То же, что и
в №533—534.

$\Delta F_B - ?$; $\Delta F_K - ?$

Решение:

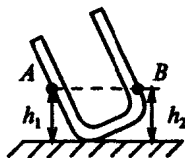
$$\Delta F_B = 1400 \text{ Н} - 1200 \text{ Н} = 200 \text{ Н};$$

$$\Delta F_K = 1120 \text{ Н} - 960 \text{ Н} = 160 \text{ Н};$$

Сравнивая полученные результаты видим, что
 $\Delta F_B = P_B$; $\Delta F_K = P_K$.

№536. Больше воды уменьшается в правый кофейник, так как носик и корпус кофейника — сообщающиеся сосуды. У правого кофейника носик поднят выше, следовательно уровень жидкости в нем выше.

№537.



$$h_1 = h_2.$$

№538. а) Уровень воды в обоих коленах сообщающихся сосудов поднимается, так как в них однородная жидкость устанавливается на одном уровне. б) Уровни также поднимутся.

№539. Нет. В состоянии невесомости вес тела равен 0, следовательно, жидкость не будет оказывать давление.

№540. Приставить сообщающиеся сосуды, уровень жидкости в них одинаковый, линия филенки должна совпадать с уровнем жидкостей в сосудах.

№541. Это сообщающиеся сосуды. Вода в правой трубке стремится к уровню воды в левой трубке.

№542.

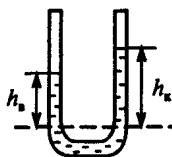
Дано:

$$h_k = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta h = ?$$

Решение:

$$\Delta h = h_k - h_B$$

Давления, оказываемые столбом воды и столбом керосина, одинаковые. Следовательно,

$$\rho_k = \rho_k g h_k; \quad p_B = \rho_B g h_B; \quad p_B = p_k;$$

$$\rho_k g h_k = \rho_B g h_B \Rightarrow \rho_k h_k = \rho_B h_B \Rightarrow h_B = \frac{\rho_k h_k}{\rho_B};$$

$$h_B = \frac{800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,2 \text{ м}}{1000 \text{ кг/м}^3} = 0,16 \text{ м}; \quad \Delta h_B = 0,2 \text{ м} - 0,16 \text{ м} = 0,04 \text{ м}.$$

№543.

Дано:

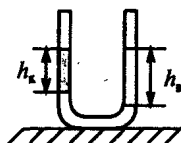
$$h_B = 68 \text{ см} = 0,68 \text{ м}$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$h_k = ?$$

Решение:

По условию задачи нижние уровни столбов воды и керосина совпадают, следовательно, они оказывают одинаковое давление на ртуть: $p_k = p_B$.

$$\left. \begin{array}{l} p_k = \rho_k g h_k \\ p_B = \rho_B g h_B \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_k}{\rho_B} = \frac{h_B}{h_k}; \quad h_k = \frac{\rho_B h_B}{\rho_k} = \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,68 \text{ м}}{800 \text{ кг/м}^3} = 0,85 \text{ м}.$$

№544.

Дано:

$$h_k = 34 \text{ см} = 0,34 \text{ м}$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$h_B = ?$$

Решение:

Задача решается аналогично задаче №543.

$$\frac{h_k}{h_B} = \frac{\rho_B}{\rho_k}; \quad h_B = \frac{\rho_k h_k}{\rho_B} = \frac{800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,34 \text{ м}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \approx 0,27 \text{ м}.$$

№545.

Дано:

$$h_B = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$\Delta h_{\text{рт}} = 0,005 \text{ м}$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3$$

$$h_k = ?$$

Решение:

Давление столба керосина равно давлению, которое оказывает столб воды и разность столбов ртути.

$$p_k = p_B + p_{\text{рт}};$$

$$\rho_k g h_k = \rho_B g h_B + \rho_{\text{рт}} g \Delta h_{\text{рт}} \text{ (сокращаем на } g \text{);}$$

$$\rho_k h_k = \rho_B h_B + \rho_{\text{рт}} \Delta h_{\text{рт}};$$

$$h_k = \frac{\rho_B h_B + \rho_{RT} \Delta h_{RT}}{\rho_K} = \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,2 \text{ м} + 13600 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,005 \text{ м}}{800 \text{ кг/м}^3} = 0,335 \text{ м} = 33,5 \text{ см}.$$

23. Атмосферное давление

№546. Нет, так как плотность воздуха с высотой уменьшается.

№547.

Дано:

$$m = 15 \text{ кг}$$

$$\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$V = ?$$

Решение:

$$V = \frac{m}{\rho}; \quad V = \frac{15 \text{ кг}}{1,29 \text{ кг/м}^3} = 11,628 \text{ м}^3.$$

Объем комнаты можно найти перемножив ее длину, ширину и высоту.

№548. При откачивании воздуха вода поднимается по трубке *B*, потому что сосуд, в который она погружена, открыт и атмосфера давит на поверхность воды в сосуде. Левый сосуд закрыт, и если вода поднимается по трубке *A*, то давление в сосуде сразу понижается и вода опускается в сосуд.

№549. Вода не выливается из опрокинутой вверх дном и опущенной горлышком в воду бутылки, так как давление столба воды внутри бутылки уравнивается атмосферным давлением на открытую поверхность воды.

№550. Когда мальчик втягивает воздух, во рту создается область пониженного давления и внешнее атмосферное давление разрывает лист.

№551. После того как мы откроем кран *k*, на столб воды начинает оказывать давление атмосфера и общее давление (давление столба воды + атмосферное давление) заставляет воду в трубке опускаться до уровня воды в сосуде, потому что трубка и сосуд образуют сообщающиеся сосуды.

№552. Горючее поступает из бака под действием атмосферного давления воздуха через отверстие. Если отверстие засорится, то давление в баке уменьшается и горючее перестает поступать в цилиндры.

№553. На внутреннюю пробирку действуют в вертикальном направлении 3. основные силы: сила тяжести (вниз), сила давления столба воды в верхней пробирке (вниз) и сила давления атмосфер-

ного воздуха (вверх). По мере вытекания сила давления воды в верхней пробирке уменьшается и сила атмосферного давления поднимает нижнюю пробирку.

№554. Внешнее атмосферное давление не позволяет воде вытекать из отверстий в дне сосуда. Если же пробку вынуть, то давление на верхнюю и нижнюю кромки воды станет равным и вода под действием веса будет вытекать из сосуда.

№555. Ответ в задачнике.

№556. В жидкостных барометрах используют ртуть из-за ее большой плотности. Если заменить ртуть водой, то понадобится трубка длиной более 10 м.

№557. Если воздух откачивать из-под колокола воздушного насоса, то под действием давления воздуха в закрытом сосуде (которое близко к атмосферному) жидкость по трубке будет перетекать в стакан. Если воздух впустить вновь, то вода пойдет обратно в закрытый сосуд.

№558—560. Ответ в задачнике.

№561. а) $1013 \text{ гПа} = 101\,300 \text{ Па} = 760 \text{ мм. рт. ст.}$ б) Ответ в задачнике.

№562. Воздух, как всякий газ и жидкость, передает давление по всем направлениям одинаково. Следовательно, и в горизонтальном направлении тоже. Поэтому давление внутри комнаты и вне ее на одной и той же высоте одинаковы. Утверждение ученика было бы верно, если бы воздух передавал давление как твердое тело.

№563. Ответ в задачнике.

№564. При увеличении давления коробок сожмется, пружина будет растягиваться, стрелка отклонится вправо; при уменьшении давления коробка будет расширяться, пружина сжиматься, стрелка отклонится влево.

№565. На больших высотах атмосферное давление и плотность воздуха значительно ниже нормальных. Человек не может длительное время находиться в таких условиях. А в герметичном корпусе самолета легко поддерживать нормальное атмосферное давление.

№566. В космосе вакуум. Скафандр нужен, чтобы поддерживать в нем атмосферное давление.

№567. Ответ в задачнике.

№568. Большая высота подъема соответствует правому стратостату, так как давление внутри отстает от постоянного, а внешнее уменьшается и шар увеличивается в объеме.

№569. Да, ртуть будет подниматься в таких трубках до уровня, соответствующего атмосферному давлению, которое меньше 1000 мм рт. ст.

№570. Давление газа в сосуде меньше атмосферного на 7 мм рт. ст. = 933 Па.

№571. При откачивании воздуха через отверстие *A* жидкости будут подниматься по трубкам под действием разности между атмосферным давлением и давлением в отверстии *A*. Уровень керосина выше уровней воды и ртути, так как керосин имеет меньшую плотность.

Дано:

$$\begin{aligned} h_k &= 900 \text{ мм} \\ \rho_k &= 0,8 \text{ г/см}^3 \\ \rho_v &= 1 \text{ г/см}^3 \\ \rho_{рт} &= 13,6 \text{ г/см}^3 \end{aligned}$$

$$h_v - ?; h_{рт} - ?$$

Решение:

Рассматривая трубки как сообщающиеся сосуды, получаем:

$$\frac{h_k}{h_v} = \frac{\rho_v}{\rho_k} \Rightarrow h_v = \frac{\rho_k \cdot h_k}{\rho_v};$$

$$h_v = \frac{0,8 \text{ г/см}^3 \cdot 900 \text{ мм}}{1 \text{ г/см}^3} = 720 \text{ мм.}$$

$$\frac{h_k}{h_{рт}} = \frac{\rho_{рт}}{\rho_k} \Rightarrow h_{рт} = \frac{\rho_k \cdot h_k}{\rho_{рт}} = \frac{0,8 \text{ г/см}^3 \cdot 900 \text{ мм}}{13,6 \text{ г/см}^3} \approx 53 \text{ мм.}$$

№572. По графику видно, что учет длился 16 суток. Самое малое давление было отмечено в первые сутки — 750 мм рт. ст. самое большое на девятые — 770 мм рт. ст. Нормальным считается давление $p_0 = 760$ мм рт. ст. Выше нормального давление было в течение 7 суток. Между 7-ми и 8-ми сутками давление выросло на 5 мм рт. ст. 750 мм рт. ст. $\approx 999,7$ гПа; 770 мм рт. ст. = 1026,3 гПа.

№573. Площадь раскрытой тетради $S_T = 0,2 \text{ м} \cdot 0,17 \text{ м} = 0,034 \text{ м}^2$;

книги $S_{кн} = 0,2 \text{ м} \cdot 0,13 \text{ м} = 0,026 \text{ м}^2$;

Считаем нормальным давление $p_0 = 101\,325$ Па.

Сила давления $F_T = p \cdot S_T = 101\,325 \text{ Па} \cdot 0,034 \text{ м}^2 = 3445 \text{ Н}$;

$F_{кн} = p \cdot S_{кн} = 101\,325 \text{ Па} \cdot 0,026 \text{ м}^2 = 2634 \text{ Н}$.

№574.

Дано:

$l = 1,2 \text{ м}; b = 0,6 \text{ м}$

$p = 10^5 \text{ Па}$

 $F = ?$ Решение:

$S = l \cdot b = 1,2 \text{ м} \cdot 0,6 \text{ м} = 0,72 \text{ м}^2;$

$F = p \cdot S = 10^5 \text{ Па} \cdot 0,72 \text{ м}^2 = 0,72 \cdot 10^5 \text{ Н} = 72 \text{ кН}.$

№575.

Дано:

$\Delta h = 200 \text{ мм} =$

$= 0,2 \text{ м}$

$p_0 = 10^5 \text{ Па}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

 $p = ?$ Решение:

$p = p_0 + \Delta p; \Delta p = \rho g \Delta h.$

Уровень ртути в правом колене больше, значит давление в сосуде выше атмосферного.

$\Delta p = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,2 \text{ м} =$

$= 2,72 \cdot 10^4 = 0,272 \cdot 10^5 \text{ Па}.$

$p = 10^5 \text{ Па} + 0,272 \cdot 10^5 \text{ Па} = 1,272 \cdot 10^5 \text{ Па}.$

№576.

Дано:

$p = 100\,641 \text{ Па}$

$p_0 = 101\,300 \text{ Па}$

 $h = ?$ Решение:

Известно, что подъем на 10 м уменьшает давление на 111 Па.

$h = \Delta p \cdot \frac{10}{111}; \Delta p = 101\,300 \text{ Па} - 100\,641 \text{ Па} = 659 \text{ Па};$

$h = 659 \text{ Па} \cdot \frac{10 \text{ м}}{111 \text{ Па}} = 59,37 \text{ м} \approx 60 \text{ м}.$

№577.

Дано:

$p_0 = 101,3 \text{ кПа} =$

$= 101\,300 \text{ Па}$

$p = 101\,674 \text{ Па}$

 $h = ?$ Решение:

$h = \Delta p \cdot \frac{10}{111}; h = (101\,674 \text{ Па} - 101\,300 \text{ Па}) \cdot \frac{10 \text{ м}}{111 \text{ Па}} =$

$= 33,69 \text{ м} \approx 34 \text{ м}.$

№578.

Дано:

$h = 540 \text{ м}$

$p_0 = 100\,641 \text{ Па}$

 $p = ?$ Решение:

$h = \Delta p \cdot \frac{10}{111}; p = p_0 - \Delta p;$

$\Delta p = \frac{h \cdot 10}{111}; \Delta p = \frac{540 \text{ м} \cdot 111 \text{ Па}}{10 \text{ м}} = 5994 \text{ Па}.$

$p = 100\,641 \text{ Па} - 5994 \text{ Па} = 94\,647 \text{ Па}.$

№579.

<u>Дано:</u> $h = 840 \text{ м}$ $p = ?$	<u>Решение:</u> $p = p_0 + \Delta p; \quad (p_0 = 101\,325 \text{ Па});$ $\Delta p = \frac{h \cdot 111}{10}; \Delta p = \frac{840 \text{ м} \cdot 111 \text{ Па}}{10 \text{ м}} = 9324 \text{ Па}.$ $p = 101\,325 \text{ Па} + 9324 \text{ Па} = 110\,649 \text{ Па}.$
--	---

№580.

<u>Дано:</u> $p = 109\,297 \text{ Па}$ $p_0 = 103\,965 \text{ Па}$ $h = ?$	<u>Решение:</u> $h = \Delta p \cdot \frac{10}{111}; h = (109\,297 \text{ Па} - 103\,965 \text{ Па}) \times$ $\times \frac{10 \text{ м}}{111 \text{ Па}} = 480 \text{ м}.$
---	---

№581.

<u>Дано:</u> $p_0 = 98\,642 \text{ Па}$ $p = 90\,317 \text{ Па}$ $h = ?$	<u>Решение:</u> $h = (p_0 - p) \cdot \frac{10}{111} \text{ м};$ $h = (98\,642 - 90\,317) \cdot \frac{10}{111} \text{ м} \approx 750 \text{ м}.$
---	---

№582. $p = 0,4 \cdot p_0 = 0,4 \cdot 101\,325 \text{ Па} = 40\,530 \text{ Па} \approx 40,5 \text{ кПа}.$

24. Насосы. Манометры

№583. В вакууме могут действовать нагнетающие насосы. Всасывающие насосы в вакууме действовать не могут, так как жидкость в них поступает под действием атмосферного давления.

№584. Поршень в насосах должен плотно прилегать к стенкам, чтобы газ и жидкость не просачивались между поршнем и стенкой, и таким образом создавать требуемое давление.

№585. Вода поднимается за счет разности атмосферного давления и давления под поршнем всасывающего насоса, а на высоте 10,3 м давление под поршнем будет равно атмосферному.

№586. $\frac{h_b}{h_n} = \frac{\rho_n}{\rho_b}; h_n = \frac{h_b \cdot \rho_b}{\rho_n} = \frac{10,3 \text{ м} \cdot 1000 \text{ кг/м}^3}{800 \text{ кг/м}^3} = 12,875 \text{ м}.$

Нефть поднимется на 12,875 м.

№587. Поршень на рисунке движется вниз. Под действием сжатого воздуха левый клапан закрывается, а правый открывается.

№588. Ответ в задачнике.

№589. При откачивании воздуха создается пониженное давление и атмосферное давление может сплющить шланг.

№590. 1. Первый насос работает следующим образом: поршень движется вверх, нижний клапан поднимается вместе с воздухом вверх, вода заходит в цилиндр. При движении поршня вниз нижний клапан закрывается, но открывается клапан в верхний сосуд, куда и поступает вода.

2. Второй насос. При движении поршня вверх открывается нижний клапан и вода поднимается в пространство под поршнем. При этом клапан в поршне закрыт и вода над поршнем выливается в отводящую трубку. При движении поршня вниз нижний клапан закрыт, а клапан в поршне открыт и вода из-под поршня перетекает в пространство над поршнем.

№591. Насос предназначен для перекачивания жидкости снизу вверх. При движении поршня влево открывается правый нижний и левый верхний клапаны. При движении поршня вправо открыты два других клапана. Таким образом, при движении поршня как влево, так и вправо, жидкость перекачивается снизу вверх.

№592. Пожарный насос работает следующим образом: при движении левого поршня вверх нижний левый клапан открывается, а левый боковой закрывается; вода поступает в левый цилиндр. В это время правый поршень опускается вниз, нижний правый клапан закрывается, а боковой открывается и вода из правого цилиндра поступает в резервуар А и трубу. Затем все повторяется с точностью наоборот.

Воздушная камера служит амортизатором для плавного движения воды по трубе.

№593. Насос, изображенный на рис. 174, работает следующим образом. При надавливании на резиновую мембрану левый клапан открывается, а правый закрывается. Вода выходит через левый клапан. При отпуске мембраны под ней образуется разрежение. Правый клапан открывается, а левый закрывается. Вода через правый клапан поступает в камеру.

№594. Поршень движется вправо, K_2 закрыт, а K_1 — открыт. Если поршень будет двигаться влево, то K_2 будет открыт, а K_1 — закрыт. Прибор, просоединенный к трубе, называется манометром. Он показывает давление сжатого воздуха, поступающего в магистраль.

№595. При движении поршня вверх нижний клапан закрывается, кожаная манжета изгибается по ходу движения штока и воздух поступает в пространство под поршнем. При движении поршня вниз манжета не пропускает воздух вверх, сжатый воздух открывает нижний клапан и проходит в баллон.

№596. Давление в сосуде A равно атмосферному, так как уровни ртути в манометре одинаковы.

№597. Да. Если атмосферное давление увеличивается, то уровень ртути в левом колене опускается, в правом поднимается.

№598. При нагревании сосуда A , давление в нем будет увеличиваться, уровень ртути в правом колене опустится, в левом поднимется. При охлаждении — наоборот.

№599. Ртутный манометр менее чувствителен к изменениям атмосферного давления, так как при изменении атмосферного давления на 1 мм рт. ст. уровень ртути изменится на 1 мм рт. ст., а уровень воды приблизительно на 13,6 мм.

№600. В сосуде B давление атмосферное — уровни ртути в манометре одинаковые. В сосуде C давление выше атмосферного — уровень ртути в левом колене ниже, в правом — выше. В сосуде A давление ниже атмосферного — уровень ртути в левом сосуде выше, в правом — ниже.

№601. На уровне a : давление выше атмосферного на разность уровней ртути в коленях барометра, т. е. на 600 мм рт. ст.

$$p_a = (760 \text{ мм рт. ст.} + 600 \text{ мм рт. ст.}) = 1360 \text{ мм рт. ст.} = 181,3 \text{ кПа.}$$

Аналогично величина давления на уровне b равна

$$p_b = 760 \text{ мм рт. ст.} + 900 \text{ мм рт. ст.} = 1660 \text{ мм рт. ст.} = 221,3 \text{ кПа.}$$

№602. Уровень ртути в левом колене ниже, чем в правом; давление атмосферы больше давления в сосуде

на уровне a на 400 мм рт. ст.

$$p_a = (760 - 400) \text{ мм рт. ст.} = 360 \text{ мм рт. ст.} \approx 48 \text{ кПа}$$

на уровне b на 550 мм рт. ст.

$$p_b = (760 - 550) \text{ мм рт. ст.} = 210 \text{ мм рт. ст.} \approx 22 \text{ кПа}$$

на уровне σ на 100 мм рт. ст.

$$p_b = (760 - 100) \text{ мм рт. ст.} = 660 \text{ мм рт. ст.} \approx 88 \text{ кПа.}$$

№603. Цена деления манометра $0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Показания манометра $p = 5,75 \cdot 10^5 \text{ Па}$

№604. Манометр показывает, насколько давление в сосуде выше атмосферного. Поскольку давление в сосуде равно атмосферному, то манометр покажет 0.

25. Закон Архимеда

№605. Архимедова сила в обоих случаях одинакова — она равна весу пловца, но в морской воде плавать легче, так как плотность ее выше. Поэтому относительно большая часть тела пловца находится над ее поверхностью по сравнению с речной водой.

№606. Равновесие весов нарушится, так как выталкивающая сила, действующая на шарик в воде, больше. Следовательно перевесит правый шарик, опущенный в керосин.

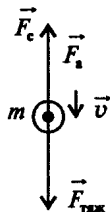
№607. Силы, выталкивающие шарик, одинаковы, так как объемы шариков равны, плотность жидкости одинакова.

№608.

На дробинку действуют сила тяжести, направленная вертикально вниз, архимедова сила и сила трения направлены вверх.

Так как скорость движения дробинки постоянна,

$$\text{то } F_{\text{тяж}} = F_a + F_c.$$



№609. Равновесие весов нарушится, причем перетянет железная гиря, так как массы тел равны $m_{\text{ф}} = m_{\text{ж}}$, а $\rho_{\text{ф}} < \rho_{\text{ж}}$. Таким образом $V_{\text{ф}} > V_{\text{ж}}$. Следовательно, выталкивающая сила, действующая на фарфоровую гирю, больше.

№610. $\rho_{\text{раст}} > \rho_{\text{вод}} > \rho_{\text{кер}}$. Следовательно, жидкости расположатся в таком порядке: на дне растворитель, над ним вода, затем керосин.

№611. Ответ в задачнике.

№612. По условию задачи массы шариков одинаковые, но $\rho_{\text{ж}} > \rho_{\text{ч}}$, следовательно, $V_{\text{ч}} > V_{\text{ж}}$. На чугунный шар действует большая вытал-

квивающая сила, вес его в воде будет меньше; меньше будет и давление чугунного шара на дно сосуда.

№613. Чем меньше плотность вещества, тем меньшая его часть погружена в воду. $\rho_{\text{пр}} < \rho_{\text{дер}} < \rho_{\text{льда}}$. Следовательно, 3 — пробка; 2 — дерево; 1 — лед.

№614. $\rho_{\text{пр}} < \rho_{\text{бер}}$. Глубже погружен березовый шарик, так как плотность березы больше плотности пробки.

№615. Плотность рожек спорыньи больше плотности пресной воды, но меньше плотности соленой воды. Поэтому они тонут в пресной и плавают в соленой воде.

№616.

$$\rho_{\text{раст}} = 1595 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{к}} = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{ст}} = 2500 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{пар}} = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{пр}} = 240 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{раст}} > \rho_{\text{в}} > \rho_{\text{кер}}$$

$$\rho_{\text{ст}} > \rho_{\text{раст}}$$

$$\rho_{\text{кер}} < \rho_{\text{пар}} < \rho_{\text{в}}$$

$$\rho_{\text{пр}} < \rho_{\text{кер}}$$

керосин	пр.
вода	пар.
раст.	ст.

Жидкости располагаются в таком порядке от дна: растворитель, вода, керосин. Шарики: стеклянный — на дне сосуда, парафиновый — на границе воды и керосина, пробковый плавает на поверхности керосина.

№617. При нагревании воды пробирка опускается вниз, при охлаждении — поднимается вверх. Так как плотность воды при нагревании уменьшается, пробирка тонет; при охлаждении плотность воды увеличивается, пробирка всплывает.

№618. Большая выталкивающая сила действует на пробирки 2 и 3, так как величина выталкивающей силы зависит от объема погруженной части тела, а объемы пробирок 2 и 3 больше объема погруженной части пробирки 1.

№619. Условие плавания поплавка заключается в том, что вес поплавка равен весу вытесненной им воды. Вес вытесненной воды прямо пропорционален глубине погруженной части поплавка. Поэтому глубина погружения поплавка (относительно нулевой отметки для ненагруженного поплавка) будет прямо пропорциональна весу измеряемого груза.

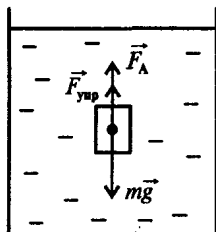
№620. Вес пробирки в результате переклейки пластилина не изменится. Следовательно, не изменится общий объем вытесненной пробиркой воды. Однако форма погруженной части пробирки изменится, поэтому глубина погружения пробирки уменьшится на величину, равную отношению объема пластилина к площади поперечного сечения пробирки.

№621. Давление воды увеличивается с глубиной погружения ($p = \rho q h$), поэтому вода давит сильнее на нижнюю грань бруска, чем на верхнюю. Сила давления равна величине давления, умноженной на площадь контакта. Разность сил давления на верхнюю и нижнюю поверхности бруска равна выталкивающей силе.

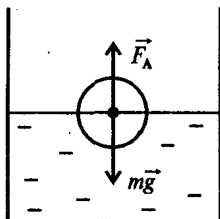
№622. Взаимодействующие тела:

брусек — Земля,
брусек — вода,
брусек — нить.

Сила тяжести $m\vec{g}$ направлена вертикально вниз, сила Архимеда и сила упругости направлены вверх.



№623.



Сила тяжести $m\vec{g}$ направлена вертикально вниз, сила Архимеда направлена вертикально вверх. По модулю эти силы равны.

№624.

Дано:

$$P_0 = 15,6 \text{ Н}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{ст}} = 7800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$F_{\text{н}} = ?$$

Решение:

Сделаем чертеж и определим силы, действующие на груз. Так как груз находится в равновесии

$$mg = F_A + F_{\text{н}} \Rightarrow F_{\text{н}} = mg - F_A.$$

Сила тяжести mg приблизительно равна весу бруска в воздухе P_0 , т. е. $P_0 = mg$. По формуле

$$F_A = \rho_{\text{в}} g V, V = \frac{m}{\rho_{\text{ст}}}; m = \frac{P_0}{g}. \text{ Последовательно подставляя, получим}$$

$$F_A = \rho_B \cdot g \cdot \frac{P_0}{\rho_{\text{ст}} \cdot g} = \frac{\rho_B}{\rho_{\text{ст}}} \cdot P_0 = \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 15,6 \text{ Н}}{7800 \text{ кг/м}^3} = 2 \text{ Н};$$

$$F_H = P_0 - F_A; \quad F_H = 15,6 \text{ Н} - 2 \text{ Н} = 13,6 \text{ Н}.$$

№625.

Дано:

$$V = 0,8 \text{ м}^3; \quad \rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$F_A = ?$$

Решение:

$$F_A = \rho_B g V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,8 \text{ м}^3 = 8000 \text{ Н} = 8 \text{ кН}.$$

№626.

Дано:

$$V = 3,5 \cdot 1,5 \cdot 0,2 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3; \quad g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$F_A = ?$$

Решение:

$$F_A = \rho_B g V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \times (3,5 \cdot 1,5 \cdot 0,2) \text{ м}^3 = 10,5 \cdot 10^3 \text{ Н} = 10,5 \text{ кН}.$$

№627.

Дано:

$$V_1 = 1/2 V;$$

$$V = 4 \cdot 0,3 \cdot 0,25 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3;$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$F_A = ?$$

Решение:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g V_1 = \frac{1}{2} \rho_{\text{ж}} \cdot g V = 0,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \times 10 \text{ Н/кг} \cdot 4 \cdot 0,3 \cdot 0,25 \text{ м}^3 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Н} = 1,5 \text{ кН}.$$

№628.

Дано:

$$V_1 = 2 \cdot 5 \cdot 10 \text{ см}^3 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$V_2 = 0,2 \cdot 0,5 \cdot 1 \text{ м}^3 = 0,1 \text{ м}^3$$

$$\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$F_A = ?$$

Решение:

$$1) \text{ Для воды } F_{A1} = \rho_B g V_1 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \times 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 1 \text{ Н}.$$

$$F_{A2} = \rho_B g V_2 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ Н}.$$

$$2) \text{ Для керосина } F_{A1} = \rho_K g V_1 = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \times 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 0,8 \text{ Н}.$$

$$F_{A2} = \rho_K g V_2 = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,1 \text{ м}^3 = 800 \text{ Н}.$$

№629.

Дано:

$$V_1 = 0,72 \text{ м}^3$$

$$V_2 = 0,9 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$F_{A1} - ?; F_{A2} - ?$$

Решение:

$$F_{A1} = \rho_B g V_1; \quad F_{A2} = \rho_B g V_2;$$

$$F_{A1} = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,72 \text{ м}^3 = 7200 \text{ Н.}$$

$$F_{A2} = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,9 \text{ м}^3 = 9000 \text{ Н.}$$

Выталкивающая сила зависит от объема погруженной части тела.

№630.

Дано:

$$V = 100 \text{ см}^3 =$$

$$= 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{Fe}} = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{Al}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{Cu}} = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{Pb}} = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$P - ?$$

Решение:

Вес тела в жидкости численно равен силе упругости пружины весов:

$$P = F_T - F_A; \quad (1)$$

$$F_T = mg;$$

$$m = \rho_T \cdot V; \quad F_T = \rho_T g V_T;$$

$$F_A = \rho_B g V_T.$$

Подставив значения силы тяжести и силы Архимеда в формулу (1), получаем

$$P = \rho_B g V_T - \rho_B g V_T = g V_T (\rho_T - \rho_B). \quad (2)$$

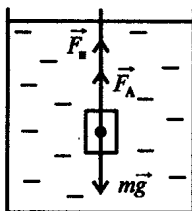
Подставляя в формулу (2) значения плотностей тел, найдем вес брусков из различных материалов

$$P_{\text{Fe}} = gV(\rho_{\text{Fe}} - \rho_B);$$

$$P_{\text{Al}} = gV(\rho_{\text{Al}} - \rho_B);$$

$$P_{\text{Cu}} = gV(\rho_{\text{Cu}} - \rho_B);$$

$$P_{\text{Pb}} = gV(\rho_{\text{Pb}} - \rho_B);$$



$$P_{\text{Fe}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot (7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 - 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 6,8 \text{ Н};$$

$$P_{\text{Al}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot (2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 - 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 1,7 \text{ Н};$$

$$P_{\text{Cu}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot (8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 - 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 7,9 \text{ Н};$$

$$P_{\text{Pb}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot (11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 - 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 10,3 \text{ Н.}$$

№631.

Дано:

$$V = 100 \text{ см}^3 =$$

$$= 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{Al}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{Fe}} = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{Pb}} = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{к}} = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

 $P = ?$ Решение:

Задача решается аналогично задаче № 630.

Заменяя $\rho_{\text{в}}$ на $\rho_{\text{к}}$, получим: $P_{\text{Al}} = gV(\rho_{\text{Al}} - \rho_{\text{к}})$;

$$P_{\text{Fe}} = gV(\rho_{\text{Fe}} - \rho_{\text{к}}); P_{\text{Pb}} = gV(\rho_{\text{Pb}} - \rho_{\text{к}});$$

$$P_{\text{Al}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot (2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 -$$

$$- 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 1,9 \text{ Н};$$

$$P_{\text{Fe}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot (7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 -$$

$$- 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 7 \text{ Н};$$

$$P_{\text{Pb}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot (11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 -$$

$$- 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 10,5 \text{ Н}.$$

№632.

Дано:

$$V = 125 \text{ см}^3 =$$

$$= 125 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{ст}} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{пр}} = 0,24 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{Al}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{Pb}} = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

 $F_{\text{А}} = ?$ Решение:

По определению архимедова сила равна весу вытесненной телом воды. Тела из стекла, алюминия и свинца тонут в воде. По условию они имеют одинаковый объем V и на них будет действовать одинаковая сила Архимеда $F_{\text{А}} = \rho_{\text{ж}} \cdot gV =$

$$= 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 125 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 1,25 \text{ Н}.$$

Пробковое тело плавает в воде, значит сила Архимеда равна силе тяжести, действующей на тело:

$$F_{\text{А}} = m_{\text{пр}} V = \rho_{\text{пр}} V g = 0,24 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 125 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \times$$

$$\times 10 \text{ Н/кг} = 0,3 \text{ Н}.$$

№633.

Дано:

$$V_1 = 100 \text{ см}^3 = 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_2 = 120 \text{ см}^3 = 120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

 $P = ?$ Решение:

По условию задачи пробирка плавает в воде, следовательно вес пробирки равен силе Архимеда, т. е.

$$P = F_{\text{А}} = \rho_{\text{в}} \cdot gV; V = V_2 - V_1;$$

$$P = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot (120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 -$$

$$- 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3) = 20 \cdot 10^{-2} \text{ Н} = 0,2 \text{ Н}.$$

№634.

Дано:

$$V = 0,004 \text{ м}^3; g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$\rho_{\text{г}} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $F_{\text{А}} = ?$ Решение:

В воде булыжник будет легче, чем в воздухе, на силу Архимеда $F_{\text{А}} = \rho_{\text{в}} \cdot gV =$

$$= 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,004 \text{ м}^3 = 40 \text{ Н}.$$

№635.

Дано:

$$m = 30 \text{ кг}; V = 0,012 \text{ м}^3$$

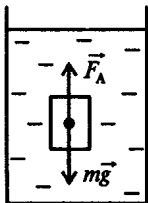
$$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; g = 10 \text{ Н/кг}$$

 $P = ?$ Решение:

Сделаем чертёж и определим силы, действующие на тело. Чтобы поднять под водой тело, необходимо приложить силу равную весу этого тела в воде.

$$\left. \begin{aligned} P &= mg - F_A \\ F_A &= \rho_{\text{в}} g V \end{aligned} \right\} P = mg - \rho_{\text{в}} g V$$

$$P = 30 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} - 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,012 \text{ м}^3 = 180 \text{ Н}.$$



№636.

Дано:

$$V = 20 \cdot 10^{-5} \text{ см}^3 =$$

$$= 1000 \text{ см}^3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

 $F_A = ?$ Решение:

По определению $F_A = \rho_{\text{ж}} g V$, т. е. сила Архимеда не зависит от положения тела. Так как в этих положениях тела плотность воды приблизительно одинакова, следовательно одинакова и сила Архимеда, действующая на тело в этих положениях.

№637.

Дано:

$$P_1 = 0,6 \text{ Н}$$

$$P_2 = 0,5 \text{ Н}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$V = 90 \text{ см}^3$$

 $V_1 = ?; V_2 = ?$ Решение:

$V_1 = V + \Delta V_1; V_2 = V + \Delta V_2$. Брусok и шар вытесняют столько же воды, сколько весят сами, т. е. $F_A = P$.

$$F_{A1} = \rho_{\text{ж}} g \Delta V_1 \Rightarrow \Delta V_1 = \frac{F_{A1}}{\rho_{\text{ж}} g} = \frac{P_1}{\rho_{\text{ж}} g}$$

$$F_{A2} = \rho_{\text{ж}} g \Delta V_2 \Rightarrow \Delta V_2 = \frac{F_{A2}}{\rho_{\text{ж}} g} = \frac{P_2}{\rho_{\text{ж}} g}$$

$$\Delta V_1 = \frac{0,6 \text{ Н}}{1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 60 \text{ см}^3;$$

$$\Delta V_2 = \frac{0,5 \text{ Н}}{1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 50 \text{ см}^3;$$

$$V_1 = 90 \text{ см}^3 + 60 \text{ см}^3 = 150 \text{ см}^3; V_2 = 90 \text{ см}^3 + 50 \text{ см}^3 = 140 \text{ см}^3.$$

№638.

Дано:

$m = 4,8 \text{ кг}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$\rho_{\text{пр}} = 0,24 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$F_{\text{под}} = ?$

Решение:

Подъемная сила целиком погруженного пробкового спасательного круга равна $F_{\text{под}} = F_A - mg$;

$$F_A = \rho_{\text{в}} g V = \rho_{\text{в}} g \frac{m}{\rho_{\text{пр}}}; \quad F_A = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \times \\ \times \frac{4,8 \text{ кг}}{0,24 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} = 200 \text{ Н}.$$

$$F_{\text{под}} = 200 \text{ Н} - 4,8 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 200 \text{ Н} - 48 \text{ Н} = 152 \text{ Н}.$$

№639.

Дано:

$N = 10; V_1 = 0,6 \text{ м}^3$

$\rho_{\text{д}} = 700 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$F_{\text{под}} = ?$

Решение:

Подъемная сила полностью погруженного плота равна разности Архимедовой силы, действующей на плот в воде, и силы тяжести плота

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{под}} &= F_A - mg \\ F_A &= \rho_{\text{в}} g V \\ m &= \rho_{\text{д}} V \\ V &= N V_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} F_{\text{под}} &= \rho_{\text{в}} g N V_1 - \rho_{\text{д}} g N V_1 \\ F_{\text{под}} &= g N V_1 (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{д}}) \end{aligned}$$

$$F_{\text{под}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 10 \cdot 0,6 \text{ м}^3 (1000 \text{ кг/м}^3 - 700 \text{ кг/м}^3) = 18000 \text{ Н} = 18 \text{ кН}.$$

№640.

Дано:

$N = 12; a = 4 \text{ м}$

$b = 0,3 \text{ м}; c = 0,25 \text{ м}$

$\rho_{\text{д}} = 0,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$P_{\text{авт}} = 10 \text{ кН}$

$F_{\text{под}} = ?$

Решение:

В задаче необходимо найти подъемную силу плота и сравнить с весом автомобиля. Из предыдущей задачи $F_{\text{под}} = g N V_1 (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{д}})$, где $V_1 = a \cdot b \cdot c$.

$$V_1 = 4 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 0,25 \text{ м} = 0,3 \text{ м}^3;$$

$$F_{\text{под}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 12 \cdot 0,3 \text{ м}^3 (1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 - 0,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 14,4 \cdot 10^3 \text{ Н} = 14,4 \text{ кН}.$$

Так как $F_{\text{под}} > P_{\text{авт}}$, автомашину можно переправить на плоту.

№641.

Дано:

$l = 5 \text{ м}; b = 3 \text{ м}$

$h = 0,5 \text{ м}$

$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$P = ?$

Решение:

Вес груза, принятый баржей, равен весу воды, вытесненному баржей, т. е.

$$P = F_A = \rho_{\text{в}} g V = \rho_{\text{в}} g (l \cdot b \cdot h);$$

$$P = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot (5 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ м}) = 75 \cdot 10^3 \text{ Н} = 75 \text{ кН}.$$

№642.

Дано:

$$V = 15\,000 \text{ м}^3$$

$$P_0 = 5 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$\Delta P = ?$$

Решение:

Груз, принятый баржей $P = P_0 + \Delta P$.

$$\Delta P = P - P_0; \quad P = F_A = \rho_B g V; \quad \Delta P = \rho_B g V - P_0;$$

$$\Delta P = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 15 \cdot 10^3 \text{ м}^3 - 5 \cdot 10^6 \text{ Н} = 145 \cdot 10^6 \text{ Н}.$$

Вес груза, принятого баржей $\Delta P = 145 \cdot 10^6 \text{ Н}$.

№643.

Дано:

$$S = 240 \text{ м}^2; \quad \Delta h = 0,6 \text{ м}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; \quad g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$P = ?$$

Решение:

Вес груза, снятый с баржи, равен изменению Архимедовой силы, действующей на баржу, $F_A = \rho_B g \Delta V = \rho_B g S \Delta h$;

$$F_A = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 240 \text{ м}^2 \cdot 0,6 \text{ м} = 144 \cdot 10^4 \text{ Н} = 1,44 \text{ МН}.$$

№644.

Дано:

$$S = 2000 \text{ м}^2$$

$$\Delta h = 1,5 \text{ м}$$

$$\rho_B = 1030 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$\Delta m = ?$$

Решение:

Груз, необходимый для загрузки баржи,

$$m = \frac{P}{g}; \quad P = F_A = \rho_B g V = \rho_B g S \Delta h;$$

$$m = \frac{\rho_B g S \Delta h}{g} \Rightarrow m = \rho_B S \Delta h;$$

$$m = 1030 \text{ кг/м}^3 \cdot 2000 \text{ м}^2 \cdot 1,5 \text{ м} = 3090 \cdot 10^3 \text{ кг} = 3090 \text{ т}.$$

№645.

Дано:

$$l = 3 \text{ м}; \quad b = 0,3 \text{ м}$$

$$h = 0,2 \text{ м}$$

$$\rho_d = 600 \text{ кг/м}^3$$

$$m_B = ?$$

Решение:

Если тело плавает, то $P_{\text{бруса}} = F_A$; $P_{\text{бруса}} = mg = \rho_d V_d g = \rho_d l b h g$. Выталкивающая сила равна весу вытесненной воды: $F_A = m_B g$. Приравнявая выражения, получаем $\rho_d l b h g = m_B g$. Отсюда $m_B = \rho_d l b h = 600 \text{ кг/м}^3 \times 3 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ м} = 108 \text{ кг}$.

№646.

Дано:

$$S = 8 \text{ м}^2$$

$$h = 0,25 \text{ м}$$

$$P_{\text{ч}} = 600 \text{ Н}$$

$$\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$F_{\text{под}} = ?$$

Решение:

Определим максимальную подъемную силу льдины и сравним с весом человека: $F_{\text{под}} = F_A - mg = \rho_B g V - \rho_{\text{л}} g V = g V (\rho_B - \rho_{\text{л}}) = g S h (\rho_B - \rho_{\text{л}}) = 10 \text{ Н/кг} \cdot 8 \text{ м}^2 \cdot 0,25 \text{ м} \times (1000 \text{ кг/м}^3 - 900 \text{ кг/м}^3) = 2000 \text{ Н}$; $F_{\text{под}} > P$. Подъемная сила льдины более чем в 3 раза больше веса человека, она целиком не погрузится в воду.

№647.

Дано:

$m_{\text{л}} = 7 \text{ кг}$

$P_{\text{р}} = 380 \text{ Н}$

$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$\Delta V - ?$

Решение:

$$F_A = \rho_{\text{в}} g \Delta V = P_{\text{р}} + P_{\text{л}} = P_{\text{р}} + m_{\text{л}} g;$$

$$\Delta V = \frac{F_A}{\rho_{\text{в}} g} = \frac{P_{\text{р}} + m_{\text{л}} g}{\rho_{\text{в}} g} = \frac{380 \text{ Н} + 7 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 0,045 \text{ м}^3.$$

№648.

Дано:

$m = 40,5 \text{ кг}$

$\rho_{\text{м}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$P - ?$

Решение:

Чтобы удержать плиту в воде, надо приложить силу равную весу этой плиты в воде

$$P = mg - F_A$$

$$F_A = \rho_{\text{в}} g V$$

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{м}}};$$

$$F_A = \rho_{\text{в}} g \frac{m}{\rho_{\text{м}}}$$

$$P = mg - \rho_{\text{в}} g \frac{m}{\rho_{\text{м}}}$$

$$P = 40,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} - 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot \frac{40,5 \text{ кг}}{2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} = 255 \text{ Н}.$$

№649.

Дано:

$m = 80 \text{ г} =$

$= 80 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$\rho_{\text{п}} = 0,24 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$F - ?$

Решение:

Плотность пробкового дерева гораздо меньше плотности воды. Чтобы удержать под водой кусок пробки, надо приложить силу равную его подъемной силе

$$F = F_{\text{под}} = F_A - mg = \rho_{\text{в}} g \frac{m}{\rho_{\text{п}}} - mg;$$

$$F = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{80 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{0,24 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} - 80 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \approx 2,5 \text{ Н}.$$

№650.

Дано:

$V_{\text{к}} = 120 \text{ см}^3 =$

$= 120 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$\rho_{\text{к}} = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$V_{\text{в}} - ?; m - ?$

Решение:

Если тело плавает в жидкости, то вес этого тела равен силе Архимеда. Для керосина $mg = \rho_{\text{к}} V_{\text{к}} g$, а для воды $mg = \rho_{\text{в}} V_{\text{в}} g$, где $V_{\text{в}}$ — объем вытесненной воды. Приравнявая выражения, получаем $\rho_{\text{к}} V_{\text{к}} = \rho_{\text{в}} V_{\text{в}}$. Отсюда

$$V_{\text{в}} = V_{\text{к}} \cdot \frac{\rho_{\text{к}}}{\rho_{\text{в}}} = 120 \text{ см}^3 \cdot \frac{0,8}{1,0} = 96 \text{ см}^3.$$

Очевидно, масса тела равна $m = \rho_k V_k = \rho_b V_b = 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 96 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 0,096 \text{ кг} = 96 \text{ г}$;

№651.

Дано:

$$P_0 = 12 \text{ Н}$$

$$P_1 = 7 \text{ Н}$$

$$\rho_b = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_k = ?$$

Решение:

Масса камня равняется $m = \frac{P_0}{g}$. Теперь найдем объем камня. Величина выталкивающей силы, действующей на камень, равна $F_A = \rho_b V_b g = \rho_b V_k g$, так как $V_b = V_k$. Из рисунка видно, что $F_A = P_0 - P_1$.

Отсюда $V_k = \frac{F_A}{\rho_b g} = \frac{P_0 - P_1}{\rho_b g}$. По определению плотность камня есть

$$\rho_k = \frac{m}{V_k} = \frac{P_0 \rho_b}{P_0 - P_1} = \frac{12 \text{ Н} \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}{12 \text{ Н} - 7 \text{ Н}} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

№652.

Дано:

$$\Delta P = 160 \text{ Н}$$

$$\rho_k = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$V_T = ?$$

Решение:

Изменение веса тела при погружении равно силе Архимеда, действующей на тело:

$$\Delta P = F_A; F_A = \rho_k g V_T$$

$$\Delta P = \rho_k g V_T \Rightarrow V_T = \frac{\Delta P}{\rho_k g} = \frac{160 \text{ Н}}{0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 0,02 \text{ м}^3.$$

№653. Нарушится, перевесит правое коромысло. Так как плотность углекислого газа больше плотности воздуха, выталкивающая сила больше, чем в воздухе.

№654. Большей подъемной силой обладает шар, заполненный водородом, так как $F_{\Pi} = F_A - F_T$; $F_{T_{H_2}} < F_{T_{He}}$; $\rho_{H_2} < \rho_{He}$.

№655. Поскольку весы находятся в равновесии, то $P_m = P_n$, где P_m — вес монеты, P_p — вес пробки. $m_m g - F_{A1} = m_n g - F_{A2}$ (1) и на монету и на пробку в воздухе действуют Архимедовы силы. $F_{A1} = \rho_b g V_m$; $F_{A2} = \rho_b g V_n$. Подставив значения Архимедовых сил, действующих на монету и пробку, в уравнение (1), получим $m_m g - \rho_b g V_m = m_n g - \rho_b g V_n$; сократим на g : $m_m - \rho_b V_m = m_n - \rho_b V_n \Rightarrow m_n - m_m = \rho_b (V_n - V_m)$. Видно, что масса пробки больше массы монеты на разность масс воздуха в объеме этих тел.

№656. Плотность воздуха $\rho_{\text{возд}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$. Если пренебречь весом пузыря, то он будет плавать в газах, плотность которых больше плотности воздуха (пропан $\rho = 2 \text{ кг/м}^3$, оксид углерода $\rho = 1,98 \text{ кг/м}^3$).

№657.

Дано:

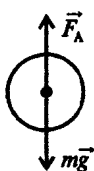
$$V = 0,003 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{воз}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$m_{\text{м}} = 3,4 \text{ г} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$F_{\text{под}} = ?$$



Решение:

$$F_A = \rho_{\text{воз}} \cdot gV;$$

$$F_{\text{под}} = F_A - mg = \rho_{\text{воз}} gV -$$

$$- mg = g(\rho_{\text{воз}} \cdot V - m) =$$

$$= 10 \text{ Н/кг} \cdot (1,29 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,003 \text{ м}^3 - 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}) = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

№658.

Дано:

$$V = 10 \text{ м}^3; P_{\text{об}} = 6 \text{ Н}$$

$$\rho_{\text{H}_2} = 0,09 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{воз}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$P = ?$$

Решение:

Радиозонд может поднять оборудование такого веса, какова его подъемная сила. $F_A = \rho_{\text{в}} \cdot gV$;

$$m_{\text{H}_2} = \rho_{\text{H}_2} \cdot V; F_{\text{под}} = F_A - m_{\text{H}_2}g - P_{\text{об}} = \rho_{\text{в}} \cdot gV - \rho_{\text{H}_2} \cdot Vg - P_{\text{об}} = gV(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{H}_2}) - P_{\text{об}} = 10 \text{ Н/кг} \times 10 \text{ м}^3 \cdot (1,29 \text{ кг/м}^3 - 0,09 \text{ кг/м}^3) - 6 \text{ Н} = 114 \text{ Н}.$$

№659.

Дано:

$$V = 1600 \text{ м}^3; m_{\text{сн}} = 450 \text{ кг}$$

$$\rho_{\text{H}_2} = 0,09 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{He}} = 0,18 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{с.г.}} = 0,4 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{воз}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$F_{\text{под}} = ?$$

Решение:

Воспользуемся уравнением предыдущей задачи. $F_{\text{под}} = F_A - m_{\text{сн}}g - m_{\text{г}}g$, где $m_{\text{сн}}g$ — вес снаряжения; $m_{\text{г}}g$ — вес газа в шаре.

$$F_{\text{под}} = \rho_{\text{в}}gV - \rho_{\text{г}}gV - m_{\text{сн}}g;$$

$$F_{\text{под}} = gV(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{г}}) - m_{\text{сн}}g.$$

Подставляя в последнее уравнение значения плотностей газов, найдем подъемную силу для различных газов

$$F_{\text{под. H}_2} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 1600 \text{ м}^3 \cdot (1,29 \text{ кг/м}^3 - 0,09 \text{ кг/м}^3) - 450 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 19,2 \cdot 10^3 \text{ Н} - 4,5 \cdot 10^3 \text{ Н} = 14,7 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$F_{\text{под. He}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 1600 \text{ м}^3 \cdot (1,29 \text{ кг/м}^3 - 0,18 \text{ кг/м}^3) - 450 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 17,76 \cdot 10^3 \text{ Н} - 4,5 \cdot 10^3 \text{ Н} = 13,26 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$F_{\text{под. с.г.}} = 10 \text{ Н/кг} \cdot 1600 \text{ м}^3 \cdot (1,29 \text{ кг/м}^3 - 0,4 \text{ кг/м}^3) - 4,5 \cdot 10^3 \text{ Н} = 14,24 \cdot 10^3 \text{ Н} - 4,5 \cdot 10^3 \text{ Н} = 9,74 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

№660. Объем шара делают с таким большим запасом, так как с высотой давление наружного воздуха падает и на высоте 19 км оно составляет очень малую часть от нормального атмосферного давления; шар увеличивается в объеме.

IV. РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ. ЭНЕРГИЯ

26. Механическая работа

№661. При падении камня работу производят сила притяжения Земли и сила сопротивления воздуха; при остановке автомобиля работу производят сила трения и сила сопротивления воздуха; при подъеме штанги спортсменом работу производят сила тяжести штанги и сила реакции со стороны рук штангиста; при подъеме воздушного шара работу производит подъемная сила, равная разности архимедовой силы и суммы сил тяжести и силы сопротивления воздуха; при стрельбе при перемещении снаряда в стволе орудия работу производят сила давления пороховых газов и сила сопротивления; при выстреле из пружинного пистолета при перемещении снаряда работу производят сила упругости сжатой пружины и сила сопротивления.

б) Для определения работы необходимо знать пройденный путь и среднюю силу, приложенную к санкам.

№662.

Дано:

$$1) \quad h = 0,3 \text{ м}; \quad P = 300 \text{ Н}$$

$$2) \quad S = 240 \text{ м}; \quad F = 25 \text{ Н}$$

$A = ?$

Решение:

$$1) \quad A_1 = P \cdot h = 300 \text{ Н} \cdot 0,3 \text{ м} = 90 \text{ Дж};$$

$$2) \quad A_2 = F \cdot S = 240 \text{ м} \cdot 25 \text{ Н} = 6000 \text{ Дж} = 6 \text{ кДж}.$$

№663. Нет. По рисунку видно, что правый мальчик прикладывает большую силу, следовательно, он совершает большую работу.

№664. Нет. При подъеме левой стопки совершается большая работа, так как кирпичи поднимаются на большую высоту.

№665. Нет (ответ идентичен ответу № 664).

№666. Ответ в задачнике.

№667.

Дано:

$$m = 20 \text{ кг}; \quad h = 1,5 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$A = ?$

Решение:

$$A = P \cdot h; \quad P = mg;$$

$$A = mgh = 20 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 1,5 \text{ м} = 300 \text{ Дж}.$$

№668.

Дано:

$m = 20 \text{ кг}; h = 1,5 \text{ м}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

$s = 5 \text{ м}; F_{\text{тр}} = 75 \text{ Н}$

 $A = ?$ Решение:

$A = A_1 + A_2$; $A_1 = mgh$ — работа по подъему ящика на машину. Сила перемещения груза по полу равна по абсолютной величине силе трения: $F = F_{\text{тр}}$. Поэтому работа по перемещению ящика будет равна

$A_2 = F_{\text{тр}} \cdot s. A_1 = 20 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 1,5 \text{ м} = 300 \text{ Дж};$

$A_2 = 75 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 375 \text{ Дж}; A = 300 \text{ Дж} + 375 \text{ Дж} = 675 \text{ Дж}.$

№669.

Дано:

$F = 750 \text{ Н}$

$d = 36 \text{ см} = 0,36 \text{ м}$

 $A = ?$ Решение:

Искомая работа $A = F \cdot s$; $s = 2d$ — за один оборот педали (проекция пути на вертикаль).

$A = 2F \cdot d = 2 \cdot 750 \text{ Н} \cdot 0,36 \text{ м} = 540 \text{ Дж}.$

№670.

Дано:

$A = 50 \text{ кДж} = 50 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

$s = 2 \text{ км} = 2 \cdot 10^3 \text{ м}$

 $F_{\text{тр}} = ?$ Решение:

При равномерном движении автомобиля сила тяги равна силе трения. Следовательно,

$$A = F_{\text{тр}} \cdot s; F_{\text{тр}} = \frac{A}{s} = \frac{50 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{2 \cdot 10^3 \text{ м}} = 25 \text{ Н}.$$

№671.

Дано:

$m_1 = m_2 = m_3 =$

$= m = 1,7 \text{ кг}$

$h_1 = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

 $A = ?$ Решение:

Работа по укладке кирпичей $A = A_1 + A_2$, где A_1 — работа по укладке 2-го кирпича на 1-й на высоту 0,06 м. $A_1 = mgh_1$; A_2 — работа по укладке 3-го кирпича на два предыдущих, т. е. на высоту $2h_1$. $A_2 = mg \cdot 2h_1$. $A = mgh_1 + mg2h_1 = 3mgh_1 = 3 \cdot 1,7 \text{ кг} \times 10 \text{ Н/кг} \cdot 0,06 \text{ м} = 3,06 \text{ Дж}.$

№672.

Дано:

$F = 2 \text{ Н}; s = 0,5 \text{ м}$

 $A = ?$ Решение:

$A = F \cdot s = 2 \text{ Н} \cdot 0,5 \text{ м} = 1 \text{ Дж}.$

№673.

Дано:

$m = 0,4 \text{ кг}; h = 70 \text{ м}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

 $A = ?$ Решение:

$A = P \cdot h = mgh = 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 70 \text{ м} = 280 \text{ Дж}.$

№674.

Дано:

$P = 0,5 \text{ кН} = 500 \text{ Н}$

$h_1 = 200 \text{ см} = 2 \text{ м}$

$h_2 = 400 \text{ см} = 4 \text{ м}$

$h_3 = 600 \text{ см} = 6 \text{ м}$

$h_4 = 800 \text{ см} = 8 \text{ м}$

$A_1 - ?; A_2 - ?;$

$A_3 - ?; A_4 - ?$

Решение:

$A = P \cdot h;$

$A_1 = 500 \text{ Н} \cdot 2 \text{ м} = 1000 \text{ Дж} = 1 \text{ кДж};$

$A_2 = 500 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} = 2000 \text{ Дж} = 2 \text{ кДж};$

$A_3 = 500 \text{ Н} \cdot 6 \text{ м} = 3000 \text{ Дж} = 3 \text{ кДж};$

$A_4 = 500 \text{ Н} \cdot 8 \text{ м} = 4000 \text{ Дж} = 4 \text{ кДж}.$

№675.

Дано:

$P = 40 \text{ Н}; h = 120 \text{ см} = 1,2 \text{ м}$

$A - ?$

Решение:

$A = P \cdot h = 40 \text{ Н} \cdot 1,2 \text{ м} = 48 \text{ Дж}.$

№676.

Дано:

$F = 204 \text{ кН} = 204 \cdot 10^3 \text{ Н}$

$h = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$

$A - ?$

Решение:

$A = F \cdot h = 204 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 0,4 \text{ м} =$

$= 81,6 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 81,6 \text{ кДж}.$

№677.

Дано:

$v = 0,8 \text{ м/с}; F = 400 \text{ Н}$

$t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$

$A - ?$

Решение:

$A = F \cdot s; s = v \cdot t \Rightarrow A = F \cdot v \cdot t;$

$A = 400 \text{ Н} \cdot 0,8 \text{ м/с} \cdot 3600 \text{ с} = 115,2 \cdot 10^4 \text{ Дж} =$
 $= 1152 \text{ кДж}.$

№678.

Дано:

$p = 1200 \text{ кПа} = 1200 \cdot 10^3 \text{ Па}$

$S = 400 \text{ см}^2 = 400 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

$l = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$

$A - ?$

Решение:

$A = F \cdot l; F = p \cdot S \Rightarrow A = p \cdot S \cdot l;$

$A = 1200 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 400 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 0,5 \text{ м} =$
 $= 24\,000 \text{ Дж} = 24 \text{ кДж}.$

№679.

Дано:

$V = 20 \text{ л} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3; h = 10 \text{ м}$

$t_1 = 1 \text{ с}; t_2 = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$

$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; g = 10 \text{ Н/кг}$

$A - ?$

Решение:

$A = mgh; m = m_1 \cdot \frac{t_2}{t_1};$

$m_1 = \rho \cdot V;$

$m_1 = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 20 \text{ кг};$

$$m = 20 \text{ кг} \cdot \frac{3600 \text{ с}}{1 \text{ с}} = 72 \cdot 10^3 \text{ кг};$$

$$A = 72 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м} = 7200 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 7200 \text{ кДж}.$$

№680.

Дано:

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$$

$$V_1 = 45 \text{ м}^3$$

$$h = 44 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$A - ?$$

Решение:

$$A = mgh; \quad m = m_1 \cdot \frac{t_2}{t_1} = \rho \cdot V_1 \cdot \frac{t_2}{t_1};$$

$$m = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 45 \text{ м}^3 \cdot \frac{3600 \text{ с}}{1 \text{ с}} = 162\,000 \cdot 10^3 \text{ кг} =$$

$$= 162 \cdot 10^6 \text{ кг};$$

$$A = 162 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 44 \text{ м} =$$

$$= 71\,280 \cdot 10^6 \text{ Дж} \approx 7 \cdot 10^{10} \text{ Дж}.$$

№681.

Дано:

$$1) V = 2 \text{ м}^3; h = 12 \text{ м}$$

$$\rho_{\text{гр}} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$2) \rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$A_1 - ?; A_2 - ?$$

Решение:

$$1) A = mgh; \quad m = \rho \cdot V; \quad A = \rho Vgh;$$

$$A = 2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \times$$

$$\times 12 \text{ м} \cdot 2 \text{ м}^3 = 624 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 624 \text{ кДж}$$

$$2) A = Fh;$$

$$F = mg - F_A$$

$$m = \rho_{\text{гр}} \cdot V$$

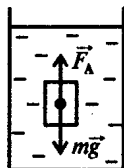
$$F_A = \rho_{\text{в}} g V$$

$$\left. \begin{array}{l} F = mg - F_A \\ m = \rho_{\text{гр}} \cdot V \\ F_A = \rho_{\text{в}} g V \end{array} \right\} \Rightarrow F = \rho_{\text{гр}} \cdot Vg - \rho_{\text{в}} g V =$$

$$= gV(\rho_{\text{гр}} - \rho_{\text{в}});$$

$$A = gVh(\rho_{\text{гр}} - \rho_{\text{в}}); \quad F = 10 \text{ Н/кг} \cdot 2 \text{ м}^3 \cdot 12 \text{ м} \cdot (2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 -$$

$$- 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3) = 384 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 384 \text{ кДж}.$$



№682.

Дано:

$$V = 14 \text{ м}^3; h = 20 \text{ м}$$

$$P = 20 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$A - ?$$

Решение:

$$A = A_1 + A_2; \quad A_1 = P \cdot h; \quad A_2 = mgh = \rho \cdot Vgh;$$

$$A = P \cdot h + \rho \cdot gVh = (P + \rho gV) h;$$

$$A = (20 \cdot 10^3 \text{ Н} + 1500 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 14 \text{ м}^3) \cdot 20 \text{ м} =$$

$$= 4600 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 4600 \text{ кДж}.$$

№683.

Дано:

$$p = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$h = 15,2 \text{ см} = 0,152 \text{ м}$$

$$S = 120 \text{ см}^2 = 120 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$A - ?$$

Решение:

$$A = F \cdot h; \quad F = p \cdot S; \quad A = p \cdot S \cdot h;$$

$$A = 5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 120 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 0,152 \text{ м} =$$

$$= 912 \text{ Дж}.$$

№684. Работа силы тяготения не зависит от формы траектории, а зависит лишь от начального и конечного положения тел. Следовательно, в обоих случаях работа силы тяготения одинакова.

№685. Направление силы тяготения перпендикулярно направлению перемещения спутника. Следовательно, на любом отрезке круговой траектории работа силы тяжести равна 0.

№686.

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 50 \text{ кг} \\ h &= 3,5 \text{ м} \cdot 4 \\ g &= 9,8 \text{ Н/кг} \\ A &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Перемещение человека направлено вверх, в то время как сила тяжести направлена вниз. Следовательно, работа поля тяготения отрицательна: $A = -P \cdot h = -mgh = -50 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 3,5 \text{ м} \cdot 4 = -6860 \text{ Дж} = -6,86 \text{ кДж}$.

№687.

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 10 \text{ кг} \\ S_1 &= 5 \text{ м} \\ S_2 &= h = 5 \text{ м} \\ g &= 9,8 \text{ Н/кг} \\ A &= ? \end{aligned}$$

Решение:

На горизонтальном участке направления перемещения и силы тяжести взаимно перпендикулярны. Поэтому работа силы тяжести в этом случае равна нулю. На втором участке направление перемещения противоположно направлению силы. Отсюда

$$A = -mgh = -10 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 5 \text{ м} = -490 \text{ Дж}.$$

№688.

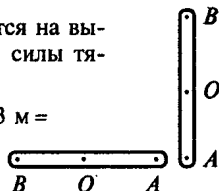
Дано:

$$\begin{aligned} l &= 6 \text{ м} \\ m &= 150 \text{ кг} \\ g &= 9,8 \text{ Н/кг} \\ A &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Центр тяжести столба O поднимается на высоту $h = l/2$. Следовательно, против силы тяжести совершается работа

$$A = mgh = mg \frac{l}{2} = 150 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 3 \text{ м} = 4410 \text{ Н} = 4,41 \text{ кН}.$$

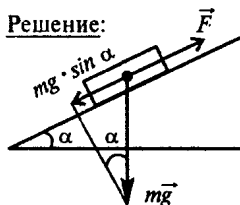


№689.

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 100 \text{ кг} \\ l &= 10 \text{ м} \\ \alpha &= 30^\circ \\ g &= 9,8 \text{ Н/кг} \\ A &= ? \end{aligned}$$

Решение:



Работа силы по определению есть произведение перемещения на проекцию силы на направление перемещения. В данном случае величина проекции силы тяжести равна $mg \sin \alpha$. Следовательно, сила тяги

$$F = mg \cdot \sin \alpha; A = mgl \cdot \sin \alpha = 100 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м} \cdot \sin 30^\circ = 4900 \text{ Дж} = 4,9 \text{ кДж}.$$

№690.

Дано:

$$m = 1,5 \text{ т} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$s = 600 \text{ м}$$

$$\mu = 0,008$$

 $A = ?$ Решение:

При равномерном движении тела сила тяги равна силе трения, следовательно $A = F_{\text{тр}} \cdot s$, но по определению $F_{\text{тр}} = \mu \cdot mg$ (при горизонтальном движении).

$$A = \mu \cdot mgs = 0,008 \cdot 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 600 \text{ м} \approx 70,6 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 70,6 \text{ кДж}.$$

№691.

Дано:

$$s = 0,5 \text{ м}$$

$$A = 1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж}$$

$$F_{\text{тр}} = ?$$

Решение:

$$A = F_{\text{тр}} \cdot s \Rightarrow F_{\text{тр}} = \frac{A}{s} = \frac{1000 \text{ Дж}}{0,5 \text{ м}} = 2000 \text{ Н} = 2 \text{ кН}.$$

№692.

Дано:

$$F = 4,9 \text{ Н}; \alpha = 45^\circ; l = 10 \text{ м}$$

$$b = 1,5 \text{ м}; b_1 = 0,3 \text{ м}$$

$$h = 1 \text{ м}; A_2 = A_1; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$A_1 = ?; m = ?$$

Решение:

Рассчитываем работу по общей формуле $A = Fs \cos \alpha$, здесь $s = \frac{b}{b_1} \cdot l$, где $\frac{b}{b_1}$ — количество ходок щетки по ковру.

$$A = F \frac{b}{b_1} l \cos \alpha = 4,9 \text{ Н} \cdot \frac{1,5 \text{ м}}{0,3 \text{ м}} \cdot 10 \text{ м} \cdot \cos 45^\circ = 173,2 \text{ Дж}.$$

При подъеме тела на высоту h $A = mgh \Rightarrow m = \frac{A}{gh} = \frac{173,2 \text{ Дж}}{9,8 \text{ Н/кг} \cdot 1 \text{ м}} \approx 18 \text{ кг}.$

№693.

Дано:

$$m = 30 \text{ кг}; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$h = 3 \text{ м}; S = 5 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

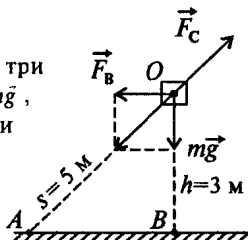
$$A_1 = ?; A_2 = ?$$

Решение:

Нарисуем рисунок.

На парашют действуют три силы — сила тяжести $m\vec{g}$, сила давления ветра $\vec{F}_B$ и сила сопротивления воздуха $\vec{F}_C$.

Так как парашют движется равномерно вдоль траектории ОА, то $m\vec{g} + \vec{F}_B + \vec{F}_C = 0$. Из геометрических соображений получаем, что $\frac{F_B}{mg} = \frac{AB}{OB} = \frac{\sqrt{s^2 - h^2}}{h}$. Находим



$F_B = mg \frac{\sqrt{s^2 - h^2}}{h} = 0,03 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot \frac{4 \text{ м}}{3 \text{ м}} = 0,392 \text{ Н} \approx 0,4 \text{ Н}$. Работа силы давления ветра будет равна $A_B = F_B \cdot AB = 0,4 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} = 1,6 \text{ Дж}$. Работа силы тяжести $A_T = mgh = 0,03 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 3 \text{ м} = 0,882 \text{ Дж} \approx 0,9 \text{ Дж}$. Найдем силу сопротивления воздуха, действующую на внутреннюю поверхность парашюта: $\frac{F_c}{mg} = \frac{s}{h}$. $F_c = mg \frac{s}{h} = 0,03 \text{ кг} \times 9,8 \text{ Н/кг} \cdot \frac{5}{3} = 0,49 \text{ Н} \approx 0,5 \text{ Н}$. Работа этой силы $A_c = F_c \cdot s = 0,49 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 2,45 \text{ Дж} \approx 2,5 \text{ Дж}$.

№694.

Дано:

$P = 900 \text{ Н}$
 $F_1 = 300 \text{ Н}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $F_2 = 300 \text{ Н}$
 $s = 20 \text{ м}$

$A - ?$
 $\mu - ?$

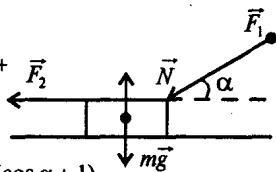
Решение:

$$A = A_1 + A_2; A_1 = F_1 \cdot s \cdot \cos \alpha;$$

$$A_2 = F_2 \cdot s; F_1 = F_2; A = F_1 s \cos \alpha + F_2 s = F_1 s (\cos \alpha + 1).$$

При равномерном движении

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тяги}} = (F_1 \cdot \cos \alpha + F_2) = F_1 (\cos \alpha + 1).$$



По определению $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N = \mu P \Rightarrow \mu = \frac{F_{\text{тр}}}{P}$. $A = 300 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м} \times$

$$\times (\cos 30^\circ + 1) \approx 11196 \text{ Дж} \approx 11,2 \text{ кДж}; \mu = \frac{300 \text{ Н} \cdot (\cos 30^\circ + 1)}{900 \text{ Н}} = 0,622.$$

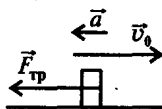
№695.

Дано:

$m = 50 \text{ кг}; t = 10 \text{ с}$
 $s = 10 \text{ м}; v = 0$

$A_{\text{тр}} - ?$

Решение:



По определению

$$A = F_{\text{тр}} \cdot s \cdot \cos \alpha;$$

по II закону Ньютона

$$F_{\text{тр}} = ma;$$

$$s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}; A = m \frac{2s}{t^2} s \cos 180^\circ = -m \frac{2s^2}{t^2} = \frac{50 \text{ кг} \cdot 2 \cdot 100 \text{ м}^2}{100 \text{ с}^2} = -100 \text{ Дж}.$$

№696.

Дано:

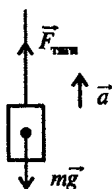
$$m = 10 \text{ т} = 10 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$a = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$t = 10 \text{ с}; v_0 = 0$$

$$A_{\text{тяги}} - ?; A_{\text{тяж}} - ?$$

Решение:



По определению

$$A_{\text{тяги}} = F_{\text{тяги}} \cdot s \cdot \cos \alpha;$$

$$F_{\text{тяги}} = ma + mg = m(a + g);$$

$$s = \frac{at^2}{2}; A_{\text{тяги}} =$$

$$= m(a + g) \frac{at^2}{2}; (\alpha = 0);$$

$$A_{\text{тяж}} = F_{\text{тяж}} s \cos \alpha = -mg \frac{at^2}{2}; (\alpha = 180^\circ);$$

$$A_{\text{тяги}} = 10 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot (0,5 \text{ м/с}^2 + 9,8 \text{ м/с}^2) \cdot \frac{0,5 \text{ м/с}^2 \cdot 100 \text{ с}^2}{2} = 2575 \cdot 10^3 \text{ Дж} =$$

$$= 2,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}. A_{\text{тяж}} = -10 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{0,5 \text{ м/с}^2 \cdot 100 \text{ с}^2}{2} =$$

$$= -2450 \cdot 10^3 \text{ Дж} = -2,45 \cdot 10^6 \text{ Дж}. \text{ Сила тяги больше силы тяжести}$$

№697.

Дано:

$$m = 15 \text{ т} = 15 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$s = 22 \text{ м}; t = 20 \text{ с}$$

$$F_{\text{тр}} = 0,05 P$$

$$A_{\text{тяг}} - ?$$

Решение:

$$A_{\text{тяги}} = F_{\text{тяги}} \cdot s; ma = F_{\text{тяги}} - F_{\text{тр}} \Rightarrow$$

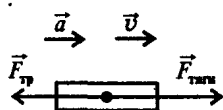
$$F_{\text{тяги}} = ma + F_{\text{тр}}; F_{\text{тр}} = 0,05 P = 0,05 \cdot mg;$$

$$F_{\text{тяги}} = ma + 0,05 \cdot mg = m(a + 0,05 \cdot g);$$

$$A_{\text{тяги}} = m(a + 0,05 \cdot g) \cdot s;$$

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 22 \text{ м}}{400 \text{ с}^2} = 0,11 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$A_{\text{тяги}} = 15 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot (0,11 \text{ м/с}^2 + 0,05 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2) \times \\ \times 22 \text{ м} = 198 \cdot 10^3 \text{ Дж} \approx 200 \text{ кДж}.$$



27. Мощность

№698. Работа, произведенная мальчиком, в обоих случаях была одинакова, а мощность в первом случае была в 1,5 раза больше.

№699. Девочка с большей массой совершала большую работу (так как $A = mgh$) за то же время. Следовательно, она развивала большую мощность.

№700. Большую мощность развивает спортсмен, прыгающий с шестом, так как он совершает работу за меньшее время, чем медленно поднимающийся по лестнице человек.

№701. Мощность, развиваемая двигателем, равна $N = Fv$, где F — сила тяги, v — скорость автомобиля. Нагруженному автомобилю приходится развивать большую силу тяги для преодоления сил сопротивления, поэтому скорость v меньше.

№702. Если размеры и конструкция кораблей совпадают, то сила сопротивления движению у них одинаковая. При равномерном движении сила тяги равна силе сопротивления. Мощность двигателя равна $N = Fv$. При $F_1 = F_2$ скорость будет выше у катера с большей мощностью мотора.

№703. Работа, совершенная силой тяжести, пропорциональна их массам, следовательно силой тяжести совершается большая работа при падении сплошного шара. То же самое справедливо относительно мощности, развиваемой при падении, так как время падения одинаково.

№704.

Дано:

$$t = 1 \text{ с}$$

$$V = 10 \text{ л} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$h = 2,1 \text{ м}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$h - ?$$

Решение:

По определению

$$N = \frac{A}{t}; A = Fh = mgh; N = \frac{mgh}{t} =$$

$$\frac{\rho Vgh}{t} = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 2,1 \text{ м}}{1 \text{ с}} \approx 210 \text{ Вт.}$$

№705.

Дано:

$$m_1 = 41 \text{ кг}; t = 25 \text{ с}$$

$$m_p = 10 \text{ кг}$$

$$h_1 = 3 \text{ м}; n = 3$$

$$N - ?$$

Решение:

$$N = \frac{A}{t}; A = mgh; m = m_1 + m_p; h = n \cdot h_1;$$

$$N = \frac{(m_1 + m_p)g n h_1}{t} = \frac{51 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 3 \cdot 3 \text{ м}}{25 \text{ с}} = 180 \text{ Вт.}$$

№706.

Дано:

$$P = 120 \text{ Н}$$

$$h = 20 \text{ м}; t = 15 \text{ с}$$

$$N - ?$$

Решение:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{P \cdot h}{t} = \frac{120 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м}}{15 \text{ с}} = 160 \text{ Вт.}$$

№707.

Дано:

$h = 0,5 \text{ м}; n = 15$

$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$

$P = 9 \text{ кН} = 9 \cdot 10^3 \text{ Н}$

 $N = ?$ Решение:

$$N = \frac{A}{t}; A = nP \cdot h; N = \frac{nP \cdot h}{t} =$$

$$= \frac{15 \cdot 9 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 0,5 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 1,125 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 1,125 \text{ кВт.}$$

№708.

Дано:

$N = 1,5 \cdot 10^7 \text{ кВт} = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ Вт}$

$t = 1 \text{ с}$

 $A = ?$ Решение:

$A = Nt = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ Вт} \cdot 1 \text{ с} =$

$= 1,5 \cdot 10^{10} \text{ Дж} = 1,5 \cdot 10^7 \text{ кДж.}$

№709.

Дано:

$N = 600 \text{ Вт}; t_1 = 30 \text{ с}$

$t_2 = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}$

 $A_1 = ?; A_2 = ?$ Решение:

$A_1 = N \cdot t_1; A_2 = N \cdot t_2;$

$A_1 = 600 \text{ Вт} \cdot 30 \text{ с} = 18\,000 \text{ Дж} = 18 \text{ кДж};$

$A_2 = 600 \text{ Вт} \cdot 300 \text{ с} = 180\,000 \text{ Дж} = 180 \text{ кДж.}$

№710.

Дано:

$N = 30 \text{ кВт} = 30 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

$t = 45 \text{ мин} = 2700 \text{ с}$

 $A = ?$ Решение:

$A = N \cdot t =$

$= 30 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 2700 \text{ с} = 81 \text{ МДж.}$

№711.

Дано:

$t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$

$V = 240 \text{ м}^3; h = 6 \text{ м}$

$\rho = 1700 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

 $N = ?$ Решение:

$A = F \cdot h = P \cdot h = mgh = \rho g Vh; N = \frac{A}{t} =$

$$= \frac{\rho g Vh}{t} = \frac{1700 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 240 \text{ м}^3 \cdot 6 \text{ м}}{3600 \text{ с}} =$$

$= 6800 \text{ Вт} = 6,8 \text{ кВт.}$

№712.

Дано:

$V = 45\,000 \text{ м}^3$

$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$t = 1 \text{ с}; h = 25 \text{ м}$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

 $N = ?$ Решение:

Аналогично задаче № 711 $N = \frac{\rho g h V}{t};$

$$N = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 45\,000 \text{ м}^3 \cdot 25 \text{ м}}{1 \text{ с}} =$$

$= 1125 \cdot 10^7 \text{ Вт} \approx 11 \cdot 10^6 \text{ кВт.}$

№713.

Дано:

$V/t = 500 \text{ м}^3/\text{с}$

$h = 10 \text{ м}$

$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$g = 10 \text{ Н/кг}$

 $N = ?$ Решение:

Решение аналогично задачам № 711, 712.

$$N = \frac{\rho g h V}{t} = \rho g h \frac{V}{t} =$$

$$N = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м} \cdot 500 \text{ м}^3/\text{с} = \\ = 5 \cdot 10^7 \text{ Вт} = 5 \cdot 10^4 \text{ кВт.}$$

№714.

Дано:

$V = 4,5 \text{ м}^3$

$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$t = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}$

$h = 5 \text{ м}; g = 10 \text{ Н/кг}$

 $N = ?$ Решение:Аналогично предыдущим задачам $N = \frac{\rho g h V}{t} =$

$$= \frac{1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 4,5 \text{ м}^3 \cdot 5 \text{ м}}{300 \text{ с}} =$$

$$= 0,75 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 750 \text{ Вт.}$$

№715.

Дано:

$v = 3,6 \text{ км/ч} =$

$= 1 \text{ м/с}$

$F_{\text{т}} = 12 \text{ кН} =$

$= 12 \cdot 10^3 \text{ Н}$

 $N = ?$ Решение:По определению $N = \frac{A}{t}$, но $A = F \cdot s$,

$$N = \frac{F s}{t}, \text{ при равномерном движении } \frac{s}{t} = v.$$

$$N = F \cdot v = 12 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м/с} = 12 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 12 \text{ кВт.}$$

№716.

Дано:

$v = 21,6 \text{ км/ч} = 6 \text{ м/с}$

$F_{\text{т}} = 461 \text{ кН} = 461 \cdot 10^3 \text{ Н}$

$t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$

 $N = ?$ Решение:

$$N = v \cdot F_{\text{т}}; A = N \cdot t = v \cdot F_{\text{т}} \cdot t =$$

$$= 6 \text{ м/с} \cdot 461 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 3600 \text{ с} =$$

$$= 99\,576 \cdot 10^5 \text{ Дж} \approx 9,96 \cdot 10^9 \text{ Дж.}$$

№717.

Дано:

$v = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с}$

$F_{\text{соп}} = 40 \text{ кН} = 40 \cdot 10^3 \text{ Н}$

 $N = ?$ Решение:При равномерном движении трактора $F_{\text{с}} = F_{\text{тяги}}$. Аналогично предыдущим задачам

$$N = F_{\text{тяги}} \cdot v = 40 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м/с} = 200 \cdot 10^3 \text{ Вт} = \\ = 200 \text{ кВт.}$$

№718.

Дано:

$$h = 150 \text{ м}; V = 200 \text{ м}^3$$

$$N = 50 \text{ кВт} = 50 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3;$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$t - ?$$

Решение:

$$N = \frac{A}{t}; A = mgh; m = \rho V \Rightarrow N = \frac{\rho Vgh}{t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{\rho Vgh}{N} = \frac{1 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 200 \text{ м}^3 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 150 \text{ м}}{50 \cdot 10^3 \text{ Вт}} =$$

$$= 6000 \text{ с} = 1,666 \text{ ч} \approx 1,7 \text{ ч}.$$

№719.

Дано:

$$N = 2 \text{ кВт} = 2 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$l = 500 \text{ м}$$

$$F_T = 5 \text{ кН} = 5 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$t - ?$$

Решение:

Машина совершает работу $A = F_T \cdot l$, прикладывая мощность N . Так как $N = \frac{A}{t}$, то

$$t = \frac{A}{N} = \frac{F_T l}{N} = \frac{5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot 500 \text{ м}}{2 \cdot 10^3 \text{ Вт}} = 1250 \text{ с} \approx 21 \text{ мин}.$$

№720.

Дано:

$$N = 7,36 \text{ кВт} = 7,36 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$v = 50 \text{ см/с} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$F_c - ?$$

Решение:

$$N = v \cdot F_c \Rightarrow F_c = \frac{N}{v} = \frac{7,36 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{0,5 \text{ м/с}} =$$

$$= 14,72 \cdot 10^3 \text{ Н} = 14,72 \text{ кН}.$$

№721.

Дано:

$$\dot{v} = 720 \frac{\text{м}}{\text{мин}} = \frac{720}{60} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$N = 6 \text{ кВт} = 6 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$F_c - ?$$

Решение:

$$N = F_c \cdot v \Rightarrow F_c = \frac{N}{v} = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{12 \text{ м/с}} =$$

$$= 0,5 \cdot 10^3 \text{ Н} = 500 \text{ Н}.$$

№722.

Дано:

$$v = 7,5 \text{ м/с}$$

$$N = 150 \text{ кВт} = 150 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$F_c - ?$$

Решение:

$$F_c = \frac{N}{v} = \frac{150 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{7,5 \text{ м/с}} = 20 \cdot 10^3 \text{ Н} = 20 \text{ кН}.$$

№723.

Дано:

$$N = 4 \text{ кВт} = 4 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$h = 15 \text{ м}$$

$$t = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$m - ?$$

Решение:

$$N = \frac{A}{t}; A = mgh; N = \frac{mgh}{t}; m = \frac{Nt}{gh} =$$

$$= \frac{4 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 120 \text{ с}}{10 \text{ Н/кг} \cdot 15 \text{ м}} = 3,2 \cdot 10^3 \text{ кг} = 3,2 \text{ т.}$$

№724.

Дано:

$$m = 10^3 \text{ кг}; \mu = 0,05$$

$$v = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$N - ?$$

Решение:

$$N = F_{\text{тяги}} \cdot v, \text{ но при равномерном движении}$$

$$F_{\text{тяги}} = F_{\text{сопр}}, F_{\text{сопр}} = \mu \cdot mg.$$

$$N = \mu \cdot mg \cdot v = 0,05 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м/с} = 4,9 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 4,9 \text{ кВт.}$$

№725.

Дано:

$$d = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$v = 20 \text{ м/с}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$N - ?$$

Решение:

Работа, совершаемая насосом, идет на увеличение кинетической энергии воды, т. е.

$$A = \frac{mv^2}{2} \quad (1); A = N \cdot t; m = \rho V = \rho Svt = \rho vt \frac{\pi d^2}{4}.$$

Подставим значения A и m в (1).

$$N \cdot t = \rho vt \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{v^2}{2} \Rightarrow N = \frac{\pi d^2}{8} \rho v^3 = \frac{3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2}{8} \times$$

$$\times 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot (20 \text{ м/с})^3 \approx 1260 \text{ Вт} = 1,26 \text{ кВт.}$$

№726.

Дано:

$$m = 1420 \text{ кг}$$

$$v_0 = 0$$

$$v = 100 \text{ км/ч} = 250/9 \text{ м/с}$$

$$t = 20 \text{ с}$$

$$N_{\text{ср}} - ?; N_2 - ?$$

Решение:

По определению $N = A/t$. $A = mv^2/2$ — работа двигателя идет на приобретение автомобилем кинетической энергии.

$$N_{\text{ср}} = \frac{mv^2}{2t} = \frac{1420 \text{ кг} \cdot \left(\frac{250}{9} \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}{2 \cdot 20 \text{ с}} \approx$$

$\approx 27\,300 \text{ Вт} = 27,3 \text{ кВт.}$ Найдем мгновенное значение мощности. Ускорение автомобиля равно $a = v/t$. Следовательно, сила тяги составляет $F = ma = mv/t$. Отсюда мгновенная мощность

$$N = F \cdot v = \frac{mv^2}{2t} = 2N_{\text{ср}} = 54,6 \text{ кВт} \approx 55 \text{ кВт.}$$

№727.

Дано:

$v_1 = 1 \text{ м/с}$

$v_2 = 2 \text{ м/с}$

$F_c \sim v$

$N_2/N_1 - ?$

Решение:

По формуле $N = F_c \cdot v$, но по условию $F_c \sim v$, следовательно, $N \sim v^2$, т. е. при увеличении скорости в 2 раза мощность должна увеличиться в 4 раза.

28. Рычаги

№728. Спичка ломается в точке опоры под действием момента приложенной силы. Считаем спичку однородной, т. е. чтобы разломить ее в разных частях, требуется создать один и тот же момент силы. Так как произведение силы на плечо должно оставаться постоянным, то чем короче спичка (плечо), тем большую силу необходимо приложить, чтобы создать требуемый для перелома момент силы.

№729. Дверь — это физическое тело, имеющее ось вращения. Чтобы заставить дверь вращаться, к ней необходимо приложить силу в определенном месте, которое будет определять момент силы, вращающий дверь. Желая открыть дверь, стараются приложить силу как можно дальше от оси вращения. При этом с помощью небольшой силы создается значительный вращающий момент. Этот момент необходимо создать не только для того, чтобы преодолеть сопротивление сил трения в петлях двери, но и чтобы преодолеть инерционность, свойственную всем физическим телам.

№730. Условие равновесия рычага гласит, что рычаг находится в равновесии, если приложенные к нему силы обратно пропорциональны их плечам. Из рис. 202 видно, что плечо AO меньше плеча BO . Следовательно, сила, приложенная к точке A , должна быть больше силы, приложенной к точке B . На рисунке же силы изображены одинаковыми.

№731. При подъеме груза на кран действует момент силы тяжести груза, который стремится опрокинуть кран в сторону груза. Чтобы увеличить массу поднимаемого груза, на кране устанавливают противовес. Он создает момент силы, который уравнивает в значительной степени опрокидывающий момент стрелы с грузом. Массу противовеса и место его расположения выбирают так, чтобы он не опрокидывал порожний кран.

№732. а) Точка опоры — место подвеса весов. Плечи рычага приблизительно считаем равными половине его длины. Силы направлены вниз;

б) точка опоры — конец стержня, лежащий на столе. Одно плечо равно расстоянию от точки опоры до точки подвеса груза, второе плечо равно длине стержня. Сила со стороны груза действует вниз, а сила со стороны пальца — вверх;

в) точка опоры — конец стержня, упирающийся в крышку стола. Одно плечо равно расстоянию от точки опоры до места обхвата стержня рукой. Второе плечо равно расстоянию от точки опоры до точки подвеса груза. Сила со стороны руки направлена вверх, а сила со стороны груза — вниз;

г) точка опоры — локтевой сустав. Одно плечо — расстояние от сустава до центра ладони, второе плечо — расстояние от сустава до места прикрепления мышцы. Сила со стороны мышцы направлена вверх, а со стороны шара — вниз;

д) ось вращения — ось резьбовой шпильки. Одно плечо равно расстоянию от оси шпильки до места обхвата ключа рукой. Другое плечо примерно равно радиусу шпильки. Сила трения между гайкой и шпилькой направлена в сторону, противоположную направлению вращения гайки (направлению силы со стороны руки);

е) точка опоры — место, где доска опирается о козлы. Левое плечо — расстояние от точки опоры до точки, лежащей между детьми. Правое плечо — расстояние от точки опоры до мальчика. Обе силы направлены вниз;

ж) ось вращения (точка опоры) — ось, за которую ручка крепится к насосу. Левое плечо — расстояние по горизонтали от точки опоры до штока поршня насоса. Правое плечо — расстояние вдоль ручки от точки опоры до места обхвата ручки насоса рукой. Сила со стороны штока направлена вертикально. Сила со стороны руки направлена перпендикулярно ручке. Обе силы направлены либо вверх, либо вниз;

з) точка опоры — ось крепления линейки к штативу. Одно плечо равно 4 делениям, а второе — 6. Сила со стороны грузиков направлена вниз, а со стороны динамометра — вверх.

№733. Ножницы представляют собой как бы два рычага, скрепленных на общей оси вращения. К одному концу этих рычагов прикладывается сила со стороны руки человека, а к другому — сила сопротивления со стороны разрезаемого предмета. Разрезание бумаги и ткани не требует значительных усилий. Поэтому соотношение плеч

(короткие ручки и длинные лезвия) подобрано таким образом, чтобы усилий пальцев рук хватало для удобной работы. Разрезание листового металла требует больших усилий, поэтому соотношение плеч (длинные ручки и короткие лезвия) подобрано так, чтобы получить выигрыш в силе за счет короткого разреза.

№734. Как уже говорилось в предыдущей задаче, работу ножниц можно описать, представляя их в виде двух рычагов, скрепленных на общей оси вращения. Ручки ножниц (одно плечо) имеют фиксированную длину. Второе плечо этих рычагов — переменное. Оно равно расстоянию от оси ножниц до точки резания. Именно в этом месте приложена сила сопротивления разрезаемого материала. Во время резания рычаги находятся как бы в равновесии. То есть момент силы давления со стороны руки равен или превосходит момент силы сопротивления материала. По мере резания момент силы сопротивления (она постоянна) увеличивается за счет увеличения плеча (точка резания перемещается от оси ножниц к концам лезвий). Соответственно должен увеличиваться и момент силы давления руки. Но он может увеличиваться только за счет увеличения величины силы (плечо постоянно). Поэтому наименьшую силу нужно прикладывать, когда картон расположен ближе к середине, а не к концам ножниц.

№735. Для того, чтобы затянуть гайку, необходимо создать определенный момент сил. Обычно прикладывают пару сил на противоположных концах гайки. Момент пары сил F равен $M = Fd$, где d — плечо пары, кратчайшее расстояние между линиями действия сил. Чем больше плечо d , тем меньшую пару сил F необходимо приложить, чтобы затянуть гайку. Для этой цели на гайке-барашке и делают лопасти. Усилий пальцев при этом хватает, чтобы затянуть гайку, не используя ключи.

№736. Мы знаем, что рычаг находится в равновесии, если момент силы, вращающей его по часовой стрелке, равен моменту силы, вращающей его против часовой стрелки. Момент силы равен произведению величины силы на плечо. На рис. 206, *а* левое плечо рычага равно 1 делению, правое — 3 делениям. Поэтому мы можем записать равенство $1 \cdot 3 \text{ Н} = 3 \cdot F$. Отсюда сила $F = 1 \text{ Н}$. На рис. 206, *б* левое плечо равно 2 делениям, правое — 1 делению. Слева подвешен груз массой 5 кг. Он действует на рычаг силой своего веса $mg = 5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 50 \text{ Н}$. Таким образом, из условия равновесия получаем: $50 \text{ Н} \cdot 2 = F \cdot 1$. Отсюда $F = 100 \text{ Н}$.

№737. Судя по рисунку, грузы имеют одинаковый объем. Значит, при погружении в воду на них будут действовать одинаковые выталкивающие силы. В воздухе система грузов находится в равновесии. Левое плечо рычага $l_1 = 1$ дел., правое плечо $l_2 = 3$ дел. Условие равновесия: $3 \text{ Н} \cdot l_1 = 1 \text{ Н} \cdot l_2$. В воде вес грузов уменьшится на величину выталкивающей силы F_b : $P_1 = 3 \text{ Н} - F_b$ и $P_2 = 1 \text{ Н} - F_b$. Момент силы, вращающей рычаг против часовой стрелки, станет равным

$$M_1 = P_1 \cdot l_1 = (3 \text{ Н} - F_b) \cdot l_1 = 3 \text{ Н} \cdot l_1 - F_b \cdot l_1.$$

Момент силы, вращающей рычаг по часовой стрелке, будет

$$M_2 = P_2 \cdot l_2 = (1 \text{ Н} - F_b) \cdot l_2 = 1 \text{ Н} \cdot l_2 - F_b \cdot l_2.$$

Напишем разность моментов: $M_1 - M_2 = 3 \text{ Н} \cdot l_1 - F_b \cdot l_1 - 1 \text{ Н} \cdot l_2 + F_b \cdot l_2$. Так как по условию $3 \text{ Н} \cdot l_1 = 1 \text{ Н} \cdot l_2$, то $M_1 - M_2 = F_b \cdot l_2 - F_b \cdot l_1 = F_b (l_2 - l_1)$. Поскольку l_2 больше, чем l_1 , то разность моментов больше нуля. Таким образом, момент M_1 больше момента M_2 . Равновесие нарушится и груз 3 Н опустится вниз.

№738. На рис. 208 нанесены разные обозначения: $19,6 \text{ Н}$ обозначает величину приложенной силы, а 1 кг обозначает массу подвешенного груза. Груз действует на правое плечо рычага силой своего веса $P = mg = 1 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 9,8 \text{ Н}$. Измерив плечи рычага, находим, что правое плечо рычага в два раза больше левого. Запишем это условие: $l_n = 2l_d$. Момент силы, вращающей рычаг против часовой стрелки, равен $M_d = 19,6 \text{ Н} \cdot l_d$. Момент силы, вращающей рычаг по часовой стрелке, будет $M_n = 9,8 \text{ Н} \cdot l_n = 9,8 \text{ Н} \cdot 2l_d = 19,6 \text{ Н} \cdot l_d = M_d$. Таким образом, мы получили равенство $M_n = M_d$, т. е. получили условие равновесия рычага. Значит, система находится в равновесии.

№739. Если взяться за край ручки тисков, то увеличится момент силы затяжки, так как увеличится плечо силы.

№740. В принципе, эта задача решается так же, как задача 736, б. Давайте для разнообразия решим ее, используя не правило моментов, а правило рычага. Оно гласит, что рычаг находится в равновесии, если приложенные к нему силы обратно пропорциональны их

плечам: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$. Пусть $l_1 = 1$ дел., а $l_2 = 2$ дел. Сила F_1 равна весу груза массой $m = 10 \text{ кг}$, т. е. $F_1 = mg = 10 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 100 \text{ Н}$. Тогда

$$F = F_2 = F_1 \frac{l_1}{l_2} = 100 \text{ Н} \cdot \frac{1 \text{ дел.}}{2 \text{ дел.}} = 50 \text{ Н}.$$

№741. Рычаг разбит на 6 делений. Значит, длина одного деления равна $60 \text{ см} : 6 = 10 \text{ см}$. На рис. 210 изображен рычаг II-го рода. Условие его равновесия проще записывать через правило моментов. Сила $\vec{F}$ вращает рычаг против часовой стрелки. Ее момент равен $M_1 = F \cdot l_1 = F \cdot 30 \text{ см}$. Груз своим весом P вращает рычаг по часовой стрелке. Его момент равен $M_2 = P \cdot l_2 = 2 \text{ Н} \cdot 10 \text{ см}$. По условию равновесия $M_1 = M_2$ или $F \cdot 30 \text{ см} = 2 \text{ Н} \cdot 10 \text{ см}$. Отсюда $F = 2 \text{ Н} : 3 \approx 0,7 \text{ Н}$.

№742. Пусть длина левого плеча $l_1 = 20 \text{ см}$, а длина правого плеча равна l_2 . Нам нужно узнать величину $l = l_1 + l_2$. Воспользуемся правилом рычага $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$. По условию $F_2 = F = 24,5 \text{ Н}$. Сила F_1 равна весу груза массой 5 кг . $F_1 = P = mg = 5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 49 \text{ Н}$. Теперь найдем длину правого плеча рычага $l_2 = l_1 \cdot \frac{F_2}{F_1} = 20 \text{ см} \cdot \frac{24,5 \text{ Н}}{49 \text{ Н}} = 10 \text{ см}$. Окончательно, длина рычага равна $l = l_1 + l_2 = 20 \text{ см} + 10 \text{ см} = 30 \text{ см}$.

№743. Динамометр растянут на 6 делений. Левое плечо рычага равно 6 делениям и к нему подвешен груз весом 2 Н . Правое плечо рычага равно 2 делениям. Пусть со стороны пружины динамометра на рычаг действует сила F . Тогда из условия равновесия по правилу моментов получаем равенство $6 \text{ дел.} \cdot 2 \text{ Н} = 2 \text{ дел.} \cdot F$. Таким образом $F = 6 \text{ Н}$ и цена деления динамометра $6 \text{ Н} : 6 = 1 \text{ Н}$.

№744. Из рис. 213 видно, что отношение плеч рычага равно $\frac{l_1}{l_2} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$. Если рычаг находится в равновесии, то по правилу рычага отношение сил $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$. Пусть $F_1 = m_1 g$ и $F_2 = m_2 g$. Тогда $\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{m_2}{m_1}$. Отсюда находим массу противовеса $m_2 = m_1 \cdot \frac{l_1}{l_2}$. По условию $m_1 = 300 \text{ г}$ и $m_2 = 300 \text{ г} \cdot 2/3 = 200 \text{ г}$.

№745. Пусть со стороны динамометра на рычаг действует сила F . На рис. 214, а показан рычаг первого рода. Видно, что отношение плеч рычага равно $\frac{l_1}{l_2} = \frac{1}{11}$. Из условия равновесия отношение приложенных сил будет $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$ или $\frac{10 \text{ Н}}{F} = \frac{1}{11}$. Получаем $F = 110 \text{ Н}$. Динамометр растянут на 11 делений. Значит, цена деления $110 : 11 = 10 \text{ Н}$.

На рис. 214, б представлен рычаг второго рода. Сила в 10 Н вращает его против часовой стрелки. Плечо этой силы равно 12 делениям, а момент — $10 \text{ Н} \cdot 12 \text{ дел.}$ Сила F со стороны динамометра вращает рычаг по часовой стрелке. Ее плечо равно 2-м делениям, а момент составляет $F \cdot 2 \text{ дел.}$ По условию равновесия $10 \text{ Н} \cdot 12 \text{ дел.} = F \cdot 2 \text{ дел.}$ Находим $F = 60 \text{ Н}$. Динамометр растянут на 6 делений, следовательно, цена деления $60 \text{ Н} : 6 = 10 \text{ Н}$.

№746. Общий вес грузов составляет 3 Н. Плечо, на которое действует вес грузов, равно 4 делениям. Пусть со стороны динамометра на рычаг действует сила F . Найдем ее, используя правило моментов. Плечо силы F равно 6 делениям. Отсюда $6 \text{ дел.} \cdot F = 4 \text{ дел.} \cdot 3 \text{ Н}$. Получаем, что $F = 2 \text{ Н}$. По третьему закону Ньютона сила, с которой динамометр действует на рычаг (приложена к рычагу), равна по величине силе, с которой рычаг действует на пружину (приложена к пружине). Таким образом, пружина натянута с силой 2 Н.

Примечание. В этой задаче (и в других подобных с симметричным рычагом) весом рычага можно пренебрегать, а можно и не пренебрегать, так как симметричный рычаг и в отсутствие приложенных сил находится в равновесии. Следовательно, собственные моменты сил тяжести правой и левой его половин равны. При составлении уравнения моментов приложенных к рычагу сил эти собственные моменты сил тяжести войдут в правую и левую половины равенства в качестве дополнительных слагаемых и сократятся.

№747.

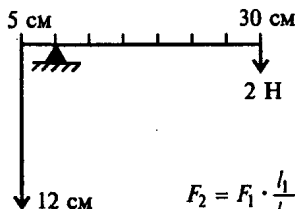
Дано:

$$l_1 = 5 \text{ см}$$

$$l_2 = 30 \text{ см}$$

$$F_1 = 12 \text{ Н}$$

$$F_2 = ?$$



Решение:

Воспользуемся правилом

$$\text{рычага } \frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}. \text{ Из этого}$$

равенства находим

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{l_1}{l_2} = 12 \text{ Н} \cdot \frac{5 \text{ см}}{30 \text{ см}} = 2 \text{ Н}.$$

№748.

Дано:

$$l_1 = 2 \text{ см}$$

$$l_2 = 16 \text{ см}$$

$$F_2 = 200 \text{ Н}$$

$$F_1 = ?$$

Решение:

В задачах № 733 и 734 мы говорили, что ножницы можно представить в виде двух рычагов, закрепленных на общей оси. Поэтому для решения этой задачи мы

можем использовать правило рычага: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$ Отсюда

находим силу, действующую на гвоздь:

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{l_1}{l_2} = 200 \text{ Н} \cdot \frac{16 \text{ см}}{2 \text{ см}} = 1600 \text{ Н} = 1,6 \text{ кН}.$$

При этом считаем, что во время перекусывания гвоздя рычаги находятся в равновесии (ножницы покоятся или их лезвия движутся равномерно).

№749.

Дано:

$$F_2 = p = 80 \text{ Н}$$

$$l_2 = 32 \text{ см}$$

$$l_1 = 4 \text{ см}$$

$$F_1 - ?$$

Решение:

Рука представляет собой рычаг II-го рода. Длины плеч этого рычага даны в условии задачи. Так как рука неподвижна, то рычаг находится в равновесии и мы можем написать соотношение $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$, следующее из правила моментов. Отсюда сила натяжения мышцы

$$\text{будет равна } F_2 = F_1 \cdot \frac{l_1}{l_2} = 80 \text{ Н} \cdot \frac{32 \text{ см}}{4 \text{ см}} = 640 \text{ Н}.$$

№750.

Дано:

$$F_1 = 300 \text{ Н}$$

$$F_2 = 20 \text{ Н}$$

$$l_1 = 5 \text{ см}$$

$$l_2 - ?$$

Решение:

Для решения задачи просто воспользуемся правилом рычага $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$, так как по условию рычаг находится в равновесии. Из этого равенства находим второе плечо:

$$l_2 = l_1 \cdot \frac{F_1}{F_2} = 5 \text{ см} \cdot \frac{300 \text{ Н}}{20 \text{ Н}} = 5 \text{ см} \cdot 15 = 75 \text{ см}.$$

№751.

Дано:

$$F_1 = 40 \text{ Н}$$

$$F_2 = 240 \text{ Н}$$

$$l_1 = 6 \text{ см}$$

$$l - ?$$

Решение:

Пусть длина второго плеча равна l_2 . Тогда длина рычага составит $l = l_1 + l_2$. Длину l_2 находим из формулы $\frac{F_2}{F_1} = \frac{l_1}{l_2}$

$$l_2 = l_1 \cdot \frac{F_1}{F_2} = 6 \text{ см} \cdot \frac{40 \text{ Н}}{240 \text{ Н}} = 1 \text{ см}. \text{ Отсюда длина рычага}$$

$$l = l_1 + l_2 = 6 \text{ см} + 1 \text{ см} = 7 \text{ см}.$$

№752.

Дано:

$$\begin{aligned} F_1 &= 2 \text{ Н} \\ F_2 &= 18 \text{ Н} \\ l &= 1 \text{ м} \\ l_2 &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Пусть длина плеча, к которому приложена сила F_1 , равна l_1 , а длина плеча, к которому приложена сила F_2 , равняется l_2 . Тогда по условию задачи $l_1 + l_2 = l$. Отсюда $l_1 = l - l_2$. Из правила моментов можем написать уравнение $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$. Подставим в него значение $l_1 = l - l_2$. Получим уравнение для нахождения l_2 : $F_1 (l - l_2) = F_2 \cdot l_2$. Раскроем скобки и приведем подобные члены: $F_1 \cdot l = (F_1 + F_2) l_2$. Получаем

$$l_2 = \frac{F_1 l}{F_1 + F_2} = l \cdot \frac{F_1}{F_1 + F_2} = 1 \text{ м} \cdot \frac{2 \text{ Н}}{2 \text{ Н} + 18 \text{ Н}} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}.$$

Таким образом, точка опоры находится на расстоянии 10 см от силы 18 Н.

№753.

Дано:

$$\begin{aligned} S_1 &= 2 \text{ см}^2 \\ S_2 &= 400 \text{ см}^2 \\ l_1 &= 10 \text{ см} \\ l_2 &= 50 \text{ см} \\ F_K / F_H &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Пусть на конец рычага воздействует сила F_H . Тогда по правилу рычага на другом его конце будет приложена сила $F' = F_H \cdot \frac{l_2}{l_1}$. Эта сила действует на поршень с поперечным сечением S_1 . По определению давление, создаваемое этим поршнем, равно $p_1 = \frac{F'}{S_1}$. Масло, находящееся в

гидравлическом прессе, передает давление поршня одинаково по всем направлениям (закон Паскаля). В том числе масло своим давлением воздействует на больший поршень сечением S_2 . К нему оказывается приложенной сила $F_K = p_1 \cdot S_2$. Таким образом выигрыш в силе составляет величину

$$\frac{F_K}{F_H} = \frac{p_1 \cdot S_2}{F_H} = \frac{F' \cdot S_2}{F_H \cdot S_1} = \frac{F_H \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot S_2}{F_H \cdot S_1} = \frac{l_2 \cdot S_2}{l_1 \cdot S_1}.$$

Найдем ее величину: $\frac{F_K}{F_H} = \frac{50 \text{ см} \cdot 400 \text{ см}^2}{10 \text{ см} \cdot 2 \text{ см}^2} = 1000$. Получаем выигрыш в силе в 1000 раз.

№754.

Дано:

$$l_1 = 10 \text{ см}; l_2 = 50 \text{ см}$$

$$S_2/S_1 = 160; F_H = 200 \text{ Н}$$

$$F_K - ?$$

Решение:

В предыдущей задаче мы получили формулу

$$\frac{F_K}{F_H} = \frac{l_2 \cdot S_2}{l_1 \cdot S_1}$$

Таким образом, воздействуя на

рукоятку домкрата с силой F_H , можно раз-

вить силу $F_K = F_H \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot \frac{S_2}{S_1}$, т. е. поднять груз весом

$$P = F_K = 200 \text{ Н} \cdot \frac{50 \text{ см}}{10 \text{ см}} \cdot 160 = 160\,000 \text{ Н} = 160 \text{ кН}.$$

№755.

Дано:

$$h_1 = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$$

$$A = 184 \text{ Дж}; h_2 = 2 \text{ м}$$

$$P - ?; F_2 - ?$$

Решение:

Как известно, рычаг дает выигрыш в силе, но не дает выигрыша в совершении работы. Пусть вес поднимаемого груза равен P , а сила, с которой действуют на большее плечо рычага,

равна F_2 . Если груз весом P подняли на высоту h_1 , то была совершена работа $A = P \cdot h_1$. В отсутствие трения такая же работа была совершена силой F_2 , когда точка ее приложения опустилась на высоту h_2 : $A = F_2 \cdot h_2$. В обоих случаях направление действия силы и направление перемещения — вертикаль. Отсюда находим силы:

$$P = \frac{A}{h_1} = \frac{184 \text{ Дж}}{0,08 \text{ м}} = 2300 \text{ Н} = 2,3 \text{ кН}. \quad F_2 = \frac{A}{h_2} = \frac{184 \text{ Дж}}{2 \text{ м}} = 92 \text{ Н}.$$

№756.

Дано:

$$F = 120 \text{ Н}$$

$$l_1 = 1/5 l$$

$$P - ?$$

Решение:

Пусть вес стержня равен P , а его длина равна l . Тогда

$l = l_1 + l_2$ и плечи будут $l_1 = \frac{l}{5}$, $l_2 = \frac{4}{5}l$. Вес короткого

плеча стержня равен $\frac{P}{5}$, а его центр тяжести находится в середине

на расстоянии $d_1 = \frac{l_1}{2}$ от точки опоры. Таким образом $d_1 = \frac{l}{10}$. Вес

длинного плеча стержня равен $\frac{4}{5}P$, а его центр тяжести находится в

середине плеча на расстоянии $d_2 = \frac{l_2}{2} = \frac{2}{5}l$ от точки опоры. Напи-

шем условие равновесия рычага, используя правило моментов. Сила, вращающая рычаг по часовой стрелке, — это вес большего плеча.

Эта сила создает момент $M_2 = \frac{4}{5} P \cdot d_2 = \frac{4}{5} P \cdot \frac{2}{5} l = \frac{8}{25} P \cdot l$. (Считаем, что для абсолютно твердого тела вес приложен к центру тяжести.)

Против часовой стрелки рычаг вращают две силы. Сила F со стороны груза создает момент $F \cdot l_1 = F \cdot \frac{l}{5}$. Вес меньшего плеча создает

момент, равный $\frac{P}{5} \cdot d_1 = \frac{P}{5} \cdot \frac{l}{10} = \frac{1}{50} P \cdot l$. Общий момент сил, вращающих рычаг против часовой стрелки, будет $M_1 = F \cdot \frac{l}{5} + \frac{1}{50} Pl$.

По условию равновесия $M_1 = M_2$. Получаем уравнение для нахождения P : $F \frac{l}{5} + \frac{1}{50} Pl = \frac{8}{25} Pl$. После упрощения получаем, что вес

стержня $P = \frac{2}{3} F = \frac{2}{3} \cdot 120 \text{ Н} = 80 \text{ Н}$.

29. Блоки

№757. Если грузы уравновешены, то к концам веревки, перекинутой через блок, приложены силы, равные силе тяжести грузов. Очевидно, веревка будет находиться в натянутом состоянии с обоих концов блока. На рисунке же правая веревка нарисована в ненапрянутом состоянии так, как будто к ней не приложены никакие силы.

№758. Неподвижный блок применяют для того, чтобы изменить направление действия силы. Например, его удобно использовать для подъема грузов. Прикладывая к веревке, перекинутой через неподвижный блок, силу, направленную вниз, мы заставляем груз подниматься вверх. Нерастяжимая веревка передает это воздействие без изменения вдоль всей своей длины на другой конец грузу. Груз под действием приложенной со стороны веревки силы начинает подниматься. Неподвижные блоки используют в подъемных кранах, полиспастах и огромном количестве других механизмов.

№759. Показания динамометров в положениях A и B совпадут, так как веревка передает воздействие со стороны груза без изменения вдоль всей своей длины с помощью неподвижного блока независимо от направления. Динамометр покажет силу 20 Н.

№760. В этой задаче цепь нельзя считать невесомой или пренебречь ее весом по сравнению с весом груза. Силы, действующие на неподвижный невесомый блок слева и справа, равны (если нет трения в оси), так как движение груза происходит равномерно, без ускорения. Сила, действующая на левое плечо блока, складывается из веса висящего участка цепи и силы, приложенной со стороны динамометра. Сила с правой стороны блока равна весу груза и весу висящего участка цепи. Так как вес свисающей части цепи на левом рисунке больше, чем на правом, то во втором случае динамометр покажет меньшее значение силы.

№761. На рисунках показаны только неподвижные блоки. Они не дают выигрыш в силе. Если поднимать груз равномерно, то приложенная к концу веревки сила должна равняться весу груза вместе с суммой сил трения в блоках. На первом рисунке блоков больше. Больше и их сила сопротивления. Поэтому в первой системе надо приложить большую силу.

№762. Понятно, что на рисунке *В* на оба конца веревок действуют силы величиной 20 Н. Какие же силы действуют на концы веревок в случае *А*? На конец левой веревки действует сила 20 Н. Так как система покоится, то на прикрепленный конец правой веревки тоже должна действовать сила 20 Н, иначе бы система двигалась под действием разности сил. Но только эта сила будет действовать не со стороны груза, как в случае *В*, а со стороны опоры. Таким образом, обе системы *А* и *В* одинаковы с точки зрения действия сил. А раз динамометр *А* показывает силу 20 Н, то и динамометр *В* тоже покажет силу 20 Н.

№763. Представим, что человек поднимает себя при помощи блока. На ось блока действует сила, равная весу человека (весом веревок пренебрегаем). Блок неподвижен. Следовательно, равнодействующая всех сил, приложенных к нему, равна нулю. На блок воздействуют две силы натяжения веревки с обоих его концов. Значит, натяжение веревки равно половине силы, приложенной к оси блока, т. е. половине веса человека. Человек, равномерно поднимаясь, прикладывает к веревке такую же силу, с какой веревка воздействует на его руку (3-й закон Ньютона). То есть силу, равную половине своего веса. Таким образом с помощью блока подниматься легче примерно в 2 раза.

№764. Неподвижный блок не дает выигрыша в силе. Следовательно, нить воздействует на рычаг с силой, равной весу груза. Плечо этой

силы равно 4 делениям. Грузы удвоенного веса имеют рычаг, равный 2-м делениям. Условие равновесия выполняется: $P \cdot 4 \text{ дел.} = 2P \cdot 2 \text{ дел.}$ Система находится в равновесии.

№765. В первой системе используются подвижный и неподвижный блоки. Такая комбинация дает выигрыш в силе в два раза. Поэтому в первой системе к точке *A* нужно приложить силу, равную половине веса груза. Во второй системе применены два неподвижных блока. Они не дают выигрыш в силе, а только меняют направление ее действия. Поэтому к точке *A* во второй системе необходимо приложить силу, равную весу груза. Таким образом, в первой системе приложенная сила должна быть в 2 раза меньшей, чем во второй.

№766. Сначала узнаем, какая сила *F* приложена к рычагу со стороны блока. Ее плечо равно 3 делениям. Плечо суммарного веса грузов равно 1 делению. Рычаг находится в равновесии и мы можем применить правило моментов: $6 \cdot 10 \text{ Н} \cdot 1 \text{ дел.} = F \cdot 3 \text{ дел.}$ Получаем, что $F = 20 \text{ Н}$. В системе использован подвижный блок. Он дает выигрыш в силе в 2 раза. То есть к веревке нужно приложить силу в 2 раза меньшую, чем сила, действующая на ось блока. Поэтому динамометр покажет силу $20 \text{ Н} : 2 = 10 \text{ Н}$.

№767. Когда на жертвеннике загорался огонь, он нагревался. Находящийся в нем воздух тоже нагревался и расширялся. Жертвенник, соединенный трубой с кожаным мешком, представлял собой герметичную систему (замкнутый объем). По мере расширения воздуха его давление возрастало. Кожаный мешок постепенно надувался и поднимал камень, лежащий на нем. Этот камень через систему неподвижных блоков и веревку, обвивающую оси дверей, был соединен с другим, более легким камнем. Тот в свою очередь опускался, веревка в натянутом состоянии двигалась, вызывая вращение осей дверей. Двери открывались.

№768. Мальчик использует систему блоков, которая дает выигрыш в силе в 2 раза. Он воздействует на конец веревки с силой своего веса $P = mg = 42 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 420 \text{ Н}$. Значит вес груза равен $420 \text{ Н} \cdot 2 = 840 \text{ Н}$.

№770. Общий вес блока и груза составит $1,2 \text{ Н} + 6 \text{ Н} = 7,2 \text{ Н}$. Именно этот вес будет подниматься с помощью веревки и подвижного блока. Так как подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза, то сила натяжения веревки (и показания динамометра) будет равна $7,2 \text{ Н} : 2 = 3,6 \text{ Н}$.

№771. Так как подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза, то прилагая к свободному концу веревки усилие 210 Н, можно поднять груз общим весом $210 \text{ Н} \cdot 2 = 420 \text{ Н}$. Из них 20 Н составляет вес блока. Зна-

чит вес груза $P = 400 \text{ Н}$. Отсюда масса груза $m = \frac{P}{g} \approx \frac{400 \text{ Н}}{10 \text{ м/с}^2} = 40 \text{ кг}$.

№772. Представим, что груз своим весом P создает натяжение нити силой T . По третьему закону Ньютона $T = P$. Подвижные блоки находятся в покое. Значит сумма всех сил, приложенных к ним, равна нулю. Нить (считаем ее нерастяжимой) передает воздействие равномерно по всей своей длине. Так что на блоки с обеих сторон будут действовать силы T . На ось каждого блока действует вес груза 10 Н. Получаем, что в равновесии $2T = 10 \text{ Н}$ и $T = 5 \text{ Н}$. Отсюда вес противовеса равен $P = T = 5 \text{ Н}$.

№773. Нижний блок является подвижным. Он дает выигрыш в силе в 2 раза. Поэтому в точке А надо приложить силу в 2 раза меньшую, чем та, с которой натянут трос, перекинутый через неподвижный блок. То есть силу в 2000 Н.

№774.

Дано:

$$m_1 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$a - ?; T - ?; t_n - ?$$

Решение:

Нарисуем рисунок и сделаем несколько важных утверждений, упрощающих решение задачи. Так как блок невесомый и трение в оси отсутствует, то натяжение нити с обеих его сторон одинаково ($\vec{T}_2' = \vec{T}_1'$). Интуитивно

ясно, что если бы блок не был невесомым, то требовался бы определенный момент сил, чтобы вращать его. А так как плечи у сил

$\vec{T}_2'$ и $\vec{T}_1'$ одинаковы, то равенство $\vec{T}_2' = \vec{T}_1'$ не могло бы выполняться. Что касается силы трения, то на ее преодоление тоже требуется

усилие, поэтому было бы $\vec{T}_2' \neq \vec{T}_1'$. Нить невесома, следовательно,

сила натяжения вдоль нити остается по абсолютной величине постоянной ($T_2 = T_2'$ и $T_1 = T_1'$). Иначе натяжение нити вверху было бы

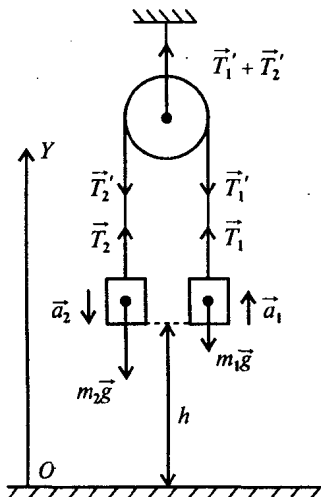
больше, чем внизу. Здесь $\vec{T}_2'$ и $\vec{T}_1'$ — силы, с которыми нить действует на блок, $\vec{T}_1'$ и $\vec{T}_2'$ — силы, с которыми нить действует на грузы. Из этих равенств заключаем, что $T_1' = T_2' = T_1 = T_2 = T$. В силу

условия нерастяжимости нити, ускорения тел $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$ равны друг другу по модулю, так как за одно и то же время с момента начала движения тела будут проходить один и тот же путь. $a_1 = a_2 = a$. И, наконец, последним следствием того, что нить является невесомой, будет постоянство ускорения a тел, поскольку натяжение нити T остается неизменным во время движения. Блок закреплен на своей оси и не перемещается относительно точки закрепления. Поэтому на ось со стороны блока действует равнодействующая всех приложенных к нему сил, т. е. сила $\vec{T}'_1 + \vec{T}'_2$. С такой же по модулю силой ось действует на блок. На рисунке эта сила нарисована приложенной к центру блока. В силу перечисленных условий ясно, что блок растягивает свой подвес с силой $2T$. Теперь перейдем собственно к решению задачи. Свяжем систему координат с поверхностью земли и направим ось OY вертикально вверх. На оба тела действуют две силы — сила тяжести и сила натяжения нити. По второму закону Ньютона произведение массы тела на его ускорение равно векторной сумме всех приложенных к телу сил. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел

в векторном виде:
$$\begin{cases} m_1 \vec{a}_1 = m_1 \vec{g} + \vec{T}_1 \\ m_2 \vec{a}_2 = m_2 \vec{g} + \vec{T}_2 \end{cases}$$

Так как масса m_2 второго тела больше массы m_1 первого, то второе тело будет опускаться, а первое — подниматься. Направление ускорений показано на рисунке. Запишем систему векторных уравнений в проекции на вертикальную ось с учетом равенств, существующих для модулей векторов. Модуль силы берем со знаком минус, если направление силы и оси OY противоположны. Записываем модуль со знаком плюс, когда направление силы и оси OY совпадают. По-

лучаем систему уравнений:
$$\begin{cases} m_1 a = -m_1 g + T \\ -m_2 a = -m_2 g + T \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1 a = -m_1 g + T \\ m_2 a = m_2 g - T \end{cases}$$



Складывая уравнения системы, приходим к равенству $(m_1 + m_2) a = (m_2 - m_1) g$. Итак, ускорение тел будет равно $a = g \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}$. Вы-

числяем $a = 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{0,2 \text{ кг} - 0,1 \text{ кг}}{0,2 \text{ кг} + 0,1 \text{ кг}} \approx 3,3 \text{ м/с}^2$. Из первого уравнения системы находим силу натяжения нити: $T = m_1 (a + g) = m_1 g \times \left(\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} + 1 \right) = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$. Находим $T = \frac{2 \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 0,2 \text{ кг}}{0,1 \text{ кг} + 0,2 \text{ кг}} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 =$

$= 1,3 \text{ Н}$. Второй груз движется вниз с ускорением a без начальной скорости. Пройденный телом путь в этом случае вычисляется по формуле

$s = \frac{at^2}{2}$. За время падения $t_{\text{п}}$ тело пройдет путь $s = h$. Отсюда

$$h = \frac{at_{\text{п}}^2}{2} \text{ и } t_{\text{п}} = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \text{ м}}{3,3 \text{ м/с}^2}} = 1,1 \text{ с}.$$

№775.

Дано:

$$m_1 = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$$

$$a = 2,4 \text{ м/с}^2$$

$$m_2 = ?$$

Решение:

Решение этой задачи основано на решении предыдущей. Условие, когда тело массы m_1 двигалось бы вверх с ускорением a , целиком повторяет условие предыдущей задачи. Из ее решения получаем, что $(m_1 + m_2) a = (m_2 - m_1) g$. Раскрывая скобки и приводя подобные члены, находим

$$m_2 = m_1 \frac{g + a}{g - a} = 0,5 \text{ кг} \cdot \frac{9,8 \text{ м/с}^2 + 2,4 \text{ м/с}^2}{9,8 \text{ м/с}^2 - 2,4 \text{ м/с}^2} = 0,82 \text{ кг} = 820 \text{ г}.$$

Легко сообразить, что задача, в которой масса m_1 должна двигаться вниз с ускорением a решается точно так же, как предыдущая, если переставить индексы в обозначении масс. То есть массу m_1 обозначить как m_2 , а массу m_2 обозначить как m_1 . Получаем уравнение $(m_1 + m_2) a = (m_1 - m_2) g$. Из него находим

$$m_2 = m_1 \frac{g - a}{g + a} = 0,5 \text{ кг} \cdot \frac{9,8 \text{ м/с}^2 - 2,4 \text{ м/с}^2}{9,8 \text{ м/с}^2 + 2,4 \text{ м/с}^2} = 0,30 \text{ кг} = 300 \text{ г}.$$

№776.

Дано:

$m_1 = 1 \text{ кг}$

$m_2 = 1 \text{ кг}$

$a = ?$

$T = ?$

Решение:

Повторяем рассуждения, приведенные в задаче № 774, касающиеся невесомости и нерастяжимости нити, невесомости блока и отсутствия силы трения в оси. Приходим к выводу, что тела будут двигаться с одинаковым по абсолютной величине ускорением a и величина силы натяжения нити T постоянна вдоль всей ее длины. Нарисуем рисунок.

Изобразим на нем силы, действующие

на грузы, их ускорения и координатные оси. На тело A действует

сила тяжести $m_1 \vec{g}$ и сила на-

тяжения нити $\vec{T}_1$. На тело B

действуют три силы: сила

тяжести $m_1 \vec{g}$, сила реакции

опоры $\vec{N}$ и сила натяжения

нити $\vec{T}_1$. Запишем основной

закон динамики (второй закон Ньютона) для каждого тела:

Мы поставили знак системы между уравнениями, так как они должны выполняться одновременно. Теперь запишем проекции векторных уравнений системы на оси координат:

На ось X :

$$m_2 a = T$$

На ось Y :

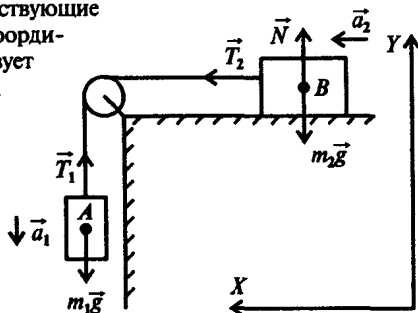
$$\begin{cases} -m_1 a = -m_1 g + T \\ 0 = -m_2 g + N \end{cases}$$

Первое уравнение не имеет проекции на ось X . Выше мы уже упоминали, что $a_1 = a_2 = a$ и $T_1 = T_2 = T$. Подставим значение $T = m_2 a$ в первое уравнение второй системы: $m_1 a = m_1 g - m_2 a$. Отсюда

$$a = g \frac{m_1}{m_1 + m_2}. \text{ Так как } m_1 = m_2, \text{ то } a = \frac{g}{2} = \frac{9,8 \text{ м/с}^2}{2} = 4,9 \text{ м/с}^2. \text{ Теперь}$$

легко находим натяжение нити:

$$T = m_2 a = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g = 0,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 4,9 \text{ Н}.$$



№777.

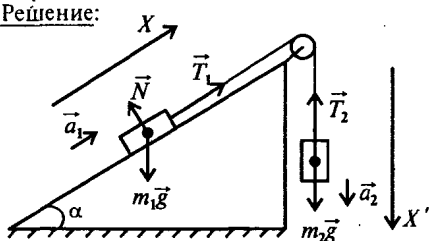
Дано:

$$m_1 = 1 \text{ кг}; m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = ?; T = ?$$

Решение:



Нарисуем рисунок и изобразим на нем действующие силы. Как и в трех предыдущих задачах (см. № 774), полагаем, что тела движутся с одинаковым по абсолютной величине ускорением a и натяжение нити постоянно вдоль всей ее длины ($a_1 = a_2 = a$ и $T_1 = T_2 = T$). Предположим, что правый груз опускается, а левый поднимается по наклонной плоскости. Правый груз движется под действием двух сил: силы тяжести $m_2\vec{g}$ и силы натяжения нити $\vec{T}_2$. Левый груз движется по наклонной плоскости под действием трех сил: силы тяжести $m_1\vec{g}$, силы реакции опоры $\vec{N}$ и силы натяжения нити $\vec{T}_1$. В векторном виде уравнения движения запишутся как система:

$$\begin{cases} m_1\vec{a}_1 = m_1\vec{g} + \vec{N} + \vec{T}_1 \\ m_2\vec{a}_2 = m_2\vec{g} + \vec{T}_2 \end{cases} \quad \text{Спроектируем первое уравнение на направление}$$

X вдоль наклонной плоскости: $m_1a = -m_1g \sin \alpha + T$. Спроектируем второе уравнение системы на вертикальное направление X' :

$m_2a = m_2g - T$. Заметим, что мы всегда можем спроектировать любое векторное уравнение на два независимых направления. Складывая эти два уравнения (они образуют систему), получим выражение $(m_1 + m_2)a = m_2g - m_1g \sin \alpha$. Из него находим

$$a = g \frac{m_2 - m_1 \sin \alpha}{m_1 + m_2} = 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{1 \text{ кг} - 1 \text{ кг} \cdot 0,5}{1 \text{ кг} + 1 \text{ кг}} = 2,45 \text{ м/с}^2 \approx 2,5 \text{ м/с}^2.$$

Мы видим, что если бы значение $m_1 \sin \alpha$ было больше m_2 , то ускорение a стало бы отрицательной величиной. То есть система двигалась бы в обратном направлении (брусok m_1 опускался, а груз m_2 поднимался). Силу натяжения нити находим из последнего уравнения:

$$T = m_2 g - m_2 a = m_2 (g - a) = m_2 g \left(1 - \frac{m_2 - m_1 \sin \alpha}{m_1 + m_2} \right) = \frac{m_1 m_2 (1 + \sin \alpha)}{m_1 + m_2} g.$$

$$\text{Вычисляем } T = \frac{1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ кг} \cdot (1 + 0,5)}{1 \text{ кг} + 1 \text{ кг}} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 7,35 \text{ Н} \approx 7,4 \text{ Н}.$$

№778.

Дано:

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,1$$

$$a = 0$$

$$m_1 = ?$$

Решение:

Нарисуем рисунок и изобразим на нем действующие силы. Считаем нить нерастяжимой и невесомой, а блок — невесомым. Трением в оси блока пренебрегаем. Поэтому абсолютное значение силы натяжения нити T остается постоянным вдоль всей ее длины ($T_1 = T_2 = T$). Свяжем систему координат с поверхностью стола и направим оси, как показано на рисунке. Система грузов движется равномерно, следовательно, ускорение тел равно нулю. Тогда по второму закону Ньютона равнодействующая всех сил, приложенных к телам, равна нулю. На первый груз действует сила тяжести $m_1 \vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{T}_1$. На второй груз действует сила тяжести $m_2 \vec{g}$, сила натяжения нити $\vec{T}_2$, сила реакции опоры $\vec{N}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Таким образом, мы

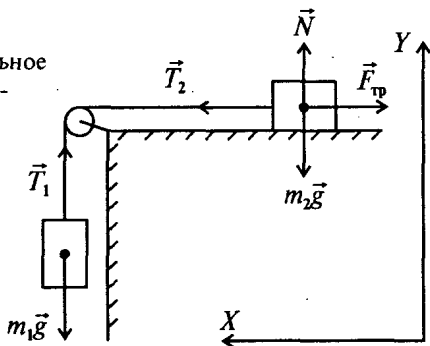
можем написать систему уравнений:
$$\begin{cases} m_1 \vec{g} + \vec{T}_1 = 0; \\ m_2 \vec{g} + \vec{T}_2 + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0. \end{cases}$$

В проекции на вертикальное направление:

$$\begin{cases} -m_1 g + T = 0 \\ -m_2 g + N = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = m_1 g \\ N = m_2 g \end{cases}$$

В проекции на горизонтальное направление: $T - F_{\text{тр}} = 0$. Поскольку по определению $F_{\text{тр}} = \mu N$, то $T = \mu N$. Подставим сюда выражения T и N из последней системы равенств: $m_1 g = \mu m_2 g$. Получаем, что масса первого груза равна

$$m_1 = \mu m_2 = 0,1 \cdot 2 \text{ кг} = 0,2 \text{ кг}.$$



№779. Обратимся к рассуждениям, проведенным при решении задачи № 774. Там мы получили, что описанная система воздействует на подвес (в данном случае — пружинные весы) с силой $2T$, где T — сила натяжения нити. В той же задаче мы вывели выражение для T :

$T = \frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2} g$. Подставим в него $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг и получим

$$T = \frac{2 \cdot 1 \text{ кг} \cdot 2 \text{ кг}}{1 \text{ кг} + 2 \text{ кг}} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 13 \text{ Н.}$$

Следовательно, пружинные весы покажут вес $P = 2T = 26$ Н.

№780.

Дано:

$$h = 4 \text{ м}; F = 100 \text{ Н}$$

$$P_6 = 20 \text{ Н}; P_r = 165 \text{ Н}$$

$$\Delta A = ?$$

Решение:

Чтобы с помощью подвижного блока поднять груз на высоту h , надо вытянуть веревку на длину $l = 2h$. Если при этом к веревке прилагалась сила F , то общая затраченная на

подъем груза работа составит $A_{\text{общ}} = F \cdot l = 2F \cdot h$. Вес блока вместе с грузом равен $P = P_6 + P_r$. Эта система была поднята на высоту h . Таким образом полезная работа $A_n = P \cdot h = (P_6 + P_r) \cdot h$. Разность между общей и полезной работой будет равна

$$\Delta A = A_{\text{общ}} - A_n = 2Fh - (P_6 + P_r)h = 2 \cdot 100 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} - (20 \text{ Н} + 165 \text{ Н}) \cdot 4 \text{ м} = 800 \text{ Дж} - 740 \text{ Дж} = 60 \text{ Дж}.$$

№781.

Дано:

$$P_r = 480 \text{ Н}; P_6 = 720 \text{ Н}$$

$$S = 320 \text{ см}^2 = 0,032 \text{ м}^2$$

$$p = ?$$

Решение:

При равномерном подъеме груза с помощью подвижного блока к веревке нужно прикладывать усилие в 2 раза меньшее, чем весит груз. Значит, рабочий тянет веревку с силой

$$F = \frac{P_r}{2} = 240 \text{ Н.}$$

По третьему закону Ньютона веревка также воздействует на рабочего с силой $F = \frac{P_r}{2} = 240 \text{ Н}$. Таким образом, на рабо-

чего воздействуют три силы: сила F со стороны веревки, сила тяжести (равна по модулю весу рабочего) и сила реакции опоры. В равновесии сила реакции опоры равна сумме F и P_r . Сила давления, оказываемая рабочим на опору, равна по третьему закону Ньютона силе реакции опоры. А давление p на опору равно силе давления, деленной на площадь ступней S . Окончательно,

$$p = \frac{F + P_p}{S} = \frac{0,5 P_r + P_p}{S} = \frac{240 \text{ Н} + 720 \text{ Н}}{0,032 \text{ м}^2} = \frac{960 \text{ Н}}{0,032 \text{ м}^2} = 30\,000 \text{ Па} = 30 \text{ кПа}.$$

№782.

Дано: $P = 200 \text{ Н}; h = 5 \text{ м}$ $A_{\text{общ}} = 1020 \text{ Дж}$ $\Delta A / A_{\text{общ}} - ?$ Решение:

Полезная работа, которую нужно совершить, чтобы поднять груз весом P на высоту h , равна $A = P \cdot h = 200 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 1000 \text{ Дж}$. Общая совершенная работа составила $A_{\text{общ}} = 1020 \text{ Дж}$. Таким образом, непроизводительно была затрачена энергия $\Delta A = A_{\text{общ}} - A = 1020 \text{ Дж} - 1000 \text{ Дж} = 20 \text{ Дж}$. Эта величина составляет в

процентном отношении $\frac{\Delta A}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{20 \text{ Дж}}{1020 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 2\%$. То есть непроизводительно было затрачено 2% от общей энергии.

№783. В системе использовано два подвижных блока, соединенных последовательно, каждый из которых дает выигрыш в силе в 2 раза. Следовательно, к тросу A надо приложить силу в 4 раза меньшую, чем к тросу B . То есть $1 \text{ кН} : 4 = 250 \text{ Н}$.

№784. В данной системе два подвижных блока соединены последовательно, т. е. один блок натягивает трос другого. Каждый подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза, так что общий выигрыш в силе будет четырехкратным. Трос A будет натянут с силой $100 \text{ Н} \cdot 4 = 400 \text{ Н}$.

30. КПД механизмов

№785. Вторая система блоков имеет больший КПД. В первой системе вместе с грузом приходится поднимать и сам подвижный блок и тратить на это дополнительную энергию. Кроме того подвижный блок совершает большее число оборотов, а, значит, совершается большая работа по преодолению сил трения в оси блока.

№786. В данном случае, конечно, стальной лом нельзя считать невесомым. А раз так, то в случае а) КПД выше. Ведь в случае б) вместе с грузом приходится поднимать и лом, затрачивая непроизводительно дополнительную энергию. В случае а) длинное плечо рычага (лома) наоборот уравнивает часть массы груза и приходится прикладывать меньшую силу F , чем в случае, если бы рычаг был невесомым.

№787. Масса стального стержня больше массы стальной трубы того же диаметра. Поэтому длинное плечо рычага в случае а) уравнивает большую часть массы груза, чем в случае б). Поэтому сила $\vec{F}_1$ меньше силы $\vec{F}_2$. А так как высота подъема груза одинакова, то в случае а) совершается меньшая общая работа. Полезная работа в обоих случаях одинакова. Так что в случае а) КПД выше.

№788.

Дано:

$$P = 1200 \text{ Н}; h_1 = 0,12 \text{ м}$$

$$F_2 = 360 \text{ Н}; h_2 = 0,5 \text{ м}$$

η — ?

Решение:

Посчитаем общую и полезную работу, совершаемую при подъеме груза. Полезная работа — это работа собственно по поднятию груза: $A_{\text{пол}} = P \cdot h_1$. Общая работа — это работа силы F_2 : $A_{\text{общ}} = F_2 \cdot h_2$. По определению КПД равен

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{P \cdot h_1}{F_2 \cdot h_2} \cdot 100\% = \frac{1200 \text{ Н} \cdot 0,12 \text{ м}}{360 \text{ Н} \cdot 0,5 \text{ м}} \cdot 100\% = 80\%.$$

При расчетах мы не пренебрегаем весом рычага. Работа по его подъему учитывается через силу F_2 .

№789.

Дано:

$$m = 245 \text{ кг}$$

$$h_1 = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м}$$

$$F = 500 \text{ Н}$$

$$h_2 = 0,3 \text{ м}$$

η — ?

Решение:

Вес груза равняется $P = mg = 245 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 2400 \text{ Н}$. Полезная работа по подъему груза $A_{\text{пол}} = P \cdot h_1 = 2400 \text{ Н} \cdot 0,06 \text{ м} = 144 \text{ Дж}$. Общая совершенная при подъеме груза работа равна $A_{\text{общ}} = F \cdot h_2 = 500 \text{ Н} \cdot 0,3 \text{ м} = 150 \text{ Дж}$. КПД рычага находим как отношение полезной работы к общей, выраженное в процентах:

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{144 \text{ Дж}}{150 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 96\%.$$

№790. У системы 2 КПД выше, так как используется меньшее количество блоков. Из-за наличия трения в оси блоков приходится непроизводительно затрачивать дополнительную энергию (совершать работу) на преодоление сил трения во время подъема груза. Поэтому общая совершенная работа у первой системы больше и, следовательно, КПД меньше.

№791. КПД системы с неподвижным блоком выше. В ней при равномерном подъеме груза непроизводительно расходуется энергия

только на преодоление сил трения в оси блока. В системе с подвижным блоком кроме повышенного по сравнению с предыдущей системой расхода энергии на преодоление сил трения в оси (см. задачу № 785) совершается дополнительная работа по подъему самого блока. Полезная же работа в общих случаях одинакова.

№792.

Дано:

$m = 24,5 \text{ кг}$

$h = 10 \text{ м}$

$F = 250 \text{ Н}$

 $\eta = ?$ Решение:

Ведро с песком весит $P = mg = 24,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 = 240 \text{ Н}$.
 Полезная работа по его подъему на высоту h составит $A_{\text{пол}} = P \cdot h$. При использовании неподвижного блока для подъема груза на высоту h необходимо протянуть веревку на длину $l = h$. Если к веревке при этом прикладывается сила F , то работа, совершенная силой, будет равна $A_{\text{общ}} = F \cdot l = F \cdot h$. Это общая затраченная работа по подъему груза. Отсюда КПД установки получается равным

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{P \cdot h}{F \cdot h} \cdot 100\% = \frac{P}{F} \cdot 100\% = \frac{240 \text{ Н}}{250 \text{ Н}} \cdot 100\% = 96\%.$$

(Если положить $g = 10 \text{ м/с}^2$, то $\eta = 98\%$.) Мы видим, что для решения задачи не нужно знать высоту подъема ведра h .

№793.

Дано:

$m = 100 \text{ кг}$

$h = 5 \text{ м}$

$\eta = 70\%$

 $A_{\text{общ}} = ?$ Решение:

Полезная работа при равномерном подъеме груза массой m на высоту h составляет
 $A_{\text{пол}} = mgh = 100 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \text{ м} = 4900 \text{ Дж} = 4,9 \text{ кДж}$.
 По определению КПД простого механизма

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\%. \text{ Из этой формулы находим}$$

$$A_{\text{общ}} = \frac{A_{\text{пол}}}{\eta} \cdot 100\% = \frac{4,9 \text{ кДж}}{70\%} \cdot 100\% = 7,0 \text{ кДж}.$$

№794.

Дано:

$\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = 0,9$

 $\eta = ?$ Решение:

Пусть для подъема груза с помощью этой установки нужно совершить общую работу A . Для каждого блока КПД $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\%$ и полезная работа блока $A_{\text{пол}} = \eta A_{\text{общ}}$. Для первого (нижнего) блока полезная работа

$A_{\text{пол}} = \eta_1 A$. Эта работа является общей, совершенной остальной частью установки. Для второго блока $A'_{\text{пол}} = \eta_2 A'_{\text{общ}}$, причем $A'_{\text{общ}} = A_{\text{пол}}$. Таким образом, $A'_{\text{пол}} = \eta_2 A_{\text{пол}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot A$. Аналогично для третьего блока $A''_{\text{пол}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot A$. Полезная работа третьего блока — это работа по подъему груза, т. е. полезная работа всей установки. По определению КПД установки $\eta = \frac{A''_{\text{пол}}}{A} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = \eta^3 = (0,9)^3 = 0,73$.

№795.

Дано:

$$m = 54 \text{ кг}; F = 360 \text{ Н}$$

 $\eta = ?$ Решение:

Пусть ящик массой m поднимают на высоту h . Полезная работа по подъему ящика составит $A_{\text{пол}} = mgh$. Так как ящик поднимают с помощью подвижного блока, то длина троса, которую необходимо выбрать при подъеме, равна $l = 2h$. Если к тросу приложена сила F , то работа силы $A_{\text{общ}} = F \cdot l = F \cdot 2h$. Это общая совершенная механизмом работа. Отсюда КПД

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{F \cdot 2h} \cdot 100\% = \frac{mg}{2F} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{54 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 360 \text{ Н}} \cdot 100\% = 73,5\%.$$

№796. Как мы видим из предыдущей задачи и задачи № 792, для нахождения КПД блока (и подвижного, и неподвижного) не нужно знать высоту подъема груза. Так что высота приведена на рисунке только в качестве иллюстрации. Масса поднимаемого груза равна $m = 5 \text{ кг}$. При этом к веревке на конце приложена сила $F = 35 \text{ Н}$. Воепользуемся формулой для КПД подвижного блока, полученной в предыдущей задаче:

$$\eta = \frac{mg}{2F} \cdot 100\% = \frac{5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{2 \cdot 35 \text{ Н}} \cdot 100\% = \frac{49 \text{ Н}}{70 \text{ Н}} \cdot 100\% = 70\%.$$

№797.

Дано:

$$m = 1,2 \text{ кг}$$

$$l = 0,8 \text{ м}$$

$$h = 0,2 \text{ м}$$

$$F = 5,4 \text{ Н}$$

 $\eta = ?$ Решение:

Груз массой m был поднят на высоту h . Поэтому полезная работа, затраченная на подъем, равна $A_{\text{пол}} = mgh$. Общая работа, совершенная силой F , равна произведению силы F на путь l вдоль направления действия силы:

$A_{\text{общ}} = F \cdot l$. По определению КПД наклонной плоскости будет

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\% = \frac{1,2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ м}}{5,4 \text{ Н} \cdot 0,8 \text{ м}} \cdot 100\% = 54,4\%.$$

№798.

Дано:

$$m = 15 \text{ кг}$$

$$F = 140 \text{ Н}$$

$$l = 1,8 \text{ м}$$

$$h = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

$\eta - ?$

Решение:

Эта задача решается точно так же, как предыдущая. Поэтому сразу воспользуемся полученной формулой для КПД наклонной плоскости:

$$\eta = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100\% = \frac{15 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,3 \text{ м}}{40 \text{ Н} \cdot 1,8 \text{ м}} \times$$

$$\times 100\% = \frac{44,1 \text{ Дж}}{72 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 61,3\%.$$

№799.

Дано:

$$l = 5 \text{ м}; h = 1,5 \text{ м}$$

$$m = 180 \text{ кг}; \mu = 0,3$$

$$A_{\text{пол}} - ?; \eta - ?$$

Решение:

Очевидно, что полезная работа по подъему груза массы m на высоту h равна $A_{\text{пол}} = mgh$. Чтобы узнать общую работу, необходимо найти силу, с которой груз тянули вдоль наклонной плоскости.

Считаем, что груз двигался равномерно. Поэтому сумма всех приложенных к грузу сил должна равняться нулю. Нарисуем рисунок.

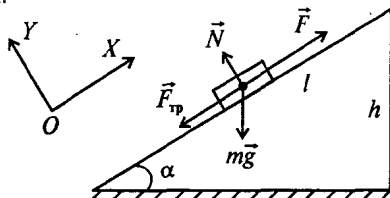
На груз действуют четыре силы:

сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры $\vec{N}$, сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ и сила тяги $\vec{F}$. Напишем основной закон динамики для данного случая:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F} = 0.$$

В проекции на направление

движения (OX): $-mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} + F = 0$ или $F = F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha$. Мы знаем, что $F_{\text{тр}} = \mu N$. Поэтому сила тяги $F = \mu N + mg \sin \alpha$. Силу реакции опоры найдем, написав проекцию векторного уравнения на направление OY , перпендикулярное наклонной плоскости: $-mg \cos \alpha + N = 0$. Отсюда $N = mg \cos \alpha$ и $F = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$. Из



геометрии мы знаем, что $\sin \alpha = \frac{h}{l}$ и $\cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l} = \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}}$.

Окончательно сила тяги равна $F = mg \left(\mu \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}} + \frac{h}{l} \right)$. Теперь находим общую совершенную работу

$$A_{\text{общ}} = F l = mg \left(\mu \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}} + \frac{h}{l} \right) \cdot l = mg \left(\mu \sqrt{l^2 - h^2} + h \right).$$

Таким образом, КПД наклонной плоскости

$$\eta = \frac{A_{\text{пол.}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{mgh}{mg \left(\mu \sqrt{l^2 - h^2} + h \right)} \cdot 100\% = \frac{h}{\mu \sqrt{l^2 - h^2} + h} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{1,5 \text{ м}}{0,3 \cdot \sqrt{25 \text{ м}^2 - 2,25 \text{ м}^2} + 1,5 \text{ м}} \cdot 100\% = 51\%.$$

Полезная работа $A_{\text{пол}} = mgh = 180 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 1,5 \text{ м} = 2646 \text{ Дж}$. Заметим, что для вычисления КПД наклонной плоскости нам не потребовалось знать массу груза m .

№800.

Дано:

$$\begin{aligned} N &= 6 \text{ кВт} = 6 \cdot 10^3 \text{ Вт} \\ m &= 6 \text{ т} = 6 \cdot 10^3 \text{ кг} \\ h &= 8 \text{ м}; \eta = 80\% \\ t &? \end{aligned}$$

Решение:

Общая совершенная краном работа $A_{\text{общ}} = N \cdot t$, где t — время подъема груза. Полезная работа крана — это $A_{\text{пол}} = mgh$, где m — масса поднятого груза на высоту h . КПД крана дается

формулой $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\%$. Подставим в это выражение значения

работ: $\eta = \frac{mgh}{Nt} \cdot 100\%$. Отсюда находим время подъема груза:

$$t = \frac{mgh}{N\eta} \cdot 100\% = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 8 \text{ м}}{6 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 80\%} \cdot 100\% = 98 \text{ с} \approx 1 \text{ мин } 38 \text{ с}.$$

№801.

Дано:

$$\begin{aligned} N &= 10 \text{ кВт} = 10^4 \text{ Вт} \\ t &= 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с} \\ V &= 58,75 \text{ м}^3; h = 25 \text{ м} \\ \rho &= 103 \text{ кг/м}^3 \\ \eta &? \end{aligned}$$

Решение:

Массу перекачанной воды находим по формуле $m = \rho V$, где ρ — плотность и V — объем воды. Полезная работа, совершенная электродвигателем, равняется $A_{\text{пол}} = mgh = \rho Vgh$. За время работы t электродвигатель потратил

из электросети энергию $A_{\text{общ}} = Nt$. За счет нее совершалась работа. Таким образом, КПД установки

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\% = \frac{\rho Vgh}{Nt} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 58,75 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 25 \text{ м}}{10^4 \text{ Вт} \cdot 1800 \text{ с}} \cdot 100\% = 80\%.$$

№802.

Дано:

$$h = 36 \text{ м}; \eta = 70\%$$

$$t = 1 \text{ ч} = 3600 \text{ с}$$

$$N = 4,9 \text{ кВт} = 4900 \text{ Вт}$$

m — ?

Решение:

Полезная работа по подъему воды массы m из колодца глубиной h составит $A_{\text{пол}} = mgh$. Электродвигатель насоса за время t потребит из электросети энергию $N \cdot t$, которая пойдет на совершение работы по подъему воды. Та-

ким образом, совершенная насосом работа равна $A_{\text{общ}} = N \cdot t$. Так

как КПД установки $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{общ}}} \cdot 100\%$, то $A_{\text{пол}} = \frac{\eta \cdot A_{\text{общ}}}{100\%}$. Подста-

вим в это равенство выражения для работ: $mgh = \frac{\eta Nt}{100\%}$. Из него

находим массу перекачанной воды:

$$m = \frac{\eta Nt}{100\% gh} = \frac{70\% \cdot 4900 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с}}{100\% \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 36 \text{ м}} = 35000 \text{ кг} = 35 \text{ т}.$$

31. Энергия

№803. Потенциальные энергии тел определяются по формулам

$E_{\text{п1}} = m_1gh_1$; $E_{\text{п2}} = m_2gh_2$, если $E_{\text{п1}} = E_{\text{п2}}$, то

$$m_1gh_1 = m_2gh_2 \text{ и } m_1h_1 = m_2h_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{h_2}{h_1},$$

т. е. отношение масс тел должно быть обратно пропорционально отношению высот, на которые подняты эти тела.

№804.

Дано:

$$V_1 = V_2 = V$$

$$\rho_m = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_c = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Решение:

При равной высоте подъема потенциальная энергия прямо пропорциональна массе тела, а масса свинцового бруска больше, чем мраморного, следовательно потенциальная энергия свинцового бруска больше, чем мраморного бруска.

№805. За равные промежутки времени парашютист опускается на разные по величине расстояния, поэтому и работа, производимая силой тяжести за одинаковые промежутки времени, будет различна.

№806. Из первых 3-х кирпичей наибольшую потенциальную энергию приобрел кирпич 1, наименьшую — кирпич 3. Из кирпичей 4—6 наибольшей потенциальной энергией относительно стола обладает кирпич 6. Проявиться эта энергия может при падении кирпича.

№807. Потенциальная энергия кирпича относительно пола увеличится, так как центр тяжести кирпича займет более высокое положение.

№808. Чтобы наступить на упавшее дерево, нужно затратить энергию на совершение работы против силы тяжести; при перешагивании же эту работу не совершают.

№809.

Дано:

$$m = 48 \text{ кг}; h = 10 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$E_n - ?$$

Решение:

$$E_n = mgh = 48 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м} = 4800 \text{ Дж} =$$

$$= 4,8 \text{ кДж.}$$

№810.

Дано:

$$h_1 = 1,62 \text{ м}$$

$$m = 315 \text{ г} = 0,315 \text{ кг}$$

$$h_2 = 1,94 \text{ м}; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$E_{n1} - ?; E_{n2} - ?$$

Решение:

$$E_{n1} = mgh_2; E_{n2} = mg(h_2 - h_1);$$

$$E_{n1} = 0,315 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 1,94 \text{ м} \approx 5,99 \text{ Дж};$$

$$E_{n2} = 0,315 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot (1,94 \text{ м} - 1,62 \text{ м}) \approx 0,99 \text{ Дж.}$$

№811. Работа по закрыванию двери производится за счет потенциальной энергии пружины, запасенной при открывании двери человеком.

№812. При ударе мяча ногой воздух в нем сжимается, давление и потенциальная энергия воздуха в мяче увеличиваются.

№813.

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$x = 10 \text{ мм} = 0,01 \text{ м}$$

$$E_{\text{п}} - ?$$

Решение:

$$E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}; F_{\text{упр}} = kx \Rightarrow E_{\text{п}} = \frac{F_{\text{упр}} \cdot x}{2};$$

$$F_{\text{упр}} = F_{\text{тяж}} = mg; E_{\text{п}} = \frac{mgx}{2};$$

$$E_{\text{п}} = \frac{2 \text{ кг} \cdot 0,01 \text{ м} \cdot 9,8 \text{ Н/кг}}{2} = 9,8 \cdot 10^{-2} \text{ Дж.}$$

№814.

Дано:

$$x_1 = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$$

$$x_2 = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$F_1 = 98 \text{ кН} = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$$A_2 - ?$$

Решение:

Сила упругости увеличивается по мере сжатия рессоры по закону $F=kx$. Поэтому если сила упругости менялась от нуля ($x=0$) до kx_2 (сжатие составило x_2), то среднее значение действующей силы упругости будет равно

$$F_{\text{ср}} = \frac{0 + kx_2}{2} = \frac{kx_2}{2}. \text{ Работа этой силы составит } A_2 = F_{\text{ср}} \cdot x_2 = \frac{kx_2^2}{2}.$$

Коэффициент упругости найдем из условия задачи: $k = \frac{F_1}{x_1}$. Оконча-

$$\text{тельно } A_2 = \frac{F_1 \cdot x_2^2}{2x_1} = \frac{9,8 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot 9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 4410 \text{ Дж.}$$

№815. В равновесии сила упругости пружины равна силе тяжести $kx = mg$. Поэтому если увеличить массу груза в 3 раза, то растяжение пружины и сила упругости возрастут тоже в 3 раза. Потенциальная энергия пружины равна работе, совершенной против силы упругости. Но работа силы есть произведение силы на перемещение x . Таким образом, работа силы упругости оказывается пропорциональной x^2 и при увеличении массы груза в 3 раза потенциальная энергия пружины увеличится в 9 раз.

№816.

Дано:

$$k = 1,5 \text{ Н/см} =$$

$$= 1,5 \cdot 10^2 \text{ Н/м}$$

$$x = 8,5 \text{ см} =$$

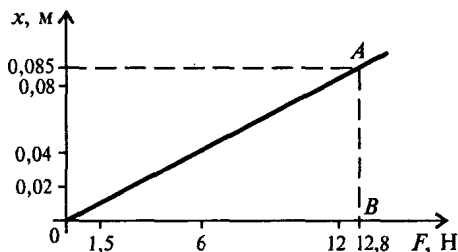
$$= 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$x(F) - ?$$

Решение:

$$F = kx \Rightarrow x = \frac{F}{k}$$

x	0,01	0,02	0,04	0,08	1
F	1,5	3	6	12	15



$$x = 0,085 \text{ м}$$

$$F = 12,8 \text{ Н}$$

$$A = \frac{F \cdot x}{2} \text{ — работа (численно равна площади } \triangle OAB \text{).}$$

$$A = \frac{12,8 \text{ Н} \cdot 0,085 \text{ м}}{2} = 0,544 \text{ Дж.}$$

№817.

Дано:

$$m_2 = \frac{m_1}{2}$$

$$\frac{E_{n1} - E_{n2}}{E_{n1}} - ?$$

Решение:

Как следует из рассуждений задачи №815, если массу груза, подвешенного к пружине, уменьшить в 2 раза, то потенциальная энергия пружины уменьшится в 4 раза. То есть $E_{n2} = 0,25 E_{n1}$. Отсюда

$$\frac{E_{n1} - E_{n2}}{E_{n1}} = \frac{1 - 0,25}{1} = 0,75 \text{ или } 75\%.$$

№818. Два тела разной массы обладают одинаковой кинетической энергией, если отношение их масс обратно пропорционально отношению квадратов их скоростей.

№819. Кинетическая энергия груза, который везет мальчик, изображенный слева, больше, так как больше скорость его движения.

№820.

Дано:

$$m_1 = 80 \text{ кг}$$

$$m_2 = 9 \text{ г} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$v_2 = 600 \text{ м/с}; E_{k1} = E_{k2}$$

$$v_1 = ?; p = ?$$

Решение:

$$E_{k1} = E_{k2}; E_{k1} = \frac{m_1 v_1^2}{2}; E_{k2} = \frac{m_2 v_2^2}{2};$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

$$v_1 = 600 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{80 \text{ кг}}} = 600 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1,06 \cdot 10^{-2} = 6,36 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$p_1 = m_1 v_1 = 80 \text{ кг} \cdot 6,36 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 508,8 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}};$$

$$p_2 = m_2 v_2 = 600 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 5,4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}. p_1 > p_2.$$

№821.

Дано:

$$v_1 = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 54 \text{ км/ч} = 15 \text{ м/с}$$

$$m = 800 \text{ т} =$$

$$= 800 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$A = ?$$

Решение:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}; A = \frac{800 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 2,25 \cdot 10^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} - \frac{800 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 10^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2} = 50 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 50 \text{ МДж}.$$

№822. При каждом следующем прыжке мяч подпрыгивает на меньшую высоту, так как часть механической энергии тратится на преодоление сил сопротивления, т. е. в конечном счете переходит в тепло.

№823. Пенопластовые плиты плавно гасят скорость гонщика при столкновении, не травмируя его. Таким образом, кинетическая энергия гонщика преобразуется в энергию деформации плит.

№824. Кинетическая энергия движения тележки переходит в потенциальную энергию груза. Кроме того, часть энергии тележки за счет трения переходит во внутреннюю энергию трущихся частей (тепло).

№825. Груз начнет опускаться, а тележка покатится. Потенциальная энергия груза станет переходить в кинетическую энергию движения тележки. Часть энергии груза перейдет в тепло за счет трения деталей.

№826. Прыгая на доску трамплина, спортсмен производит упругую деформацию доски и увеличивает ее потенциальную энергию. Часть энергии упруго деформированного трамплина пойдет на увеличение кинетической энергии спортсмена при толчке от доски.

№827. Волноломы, устанавливаемые у морских берегов, принимают на себя и гасят морские волны. Причиной разрушения берега является кинетическая энергия волн. Источником этой энергии служит морской ветер.

№828. Потенциальная энергия спутника относительно Земли максимальна в точке A и минимальна в точке B . Кинетическая энергия спутника минимальна в точке A и максимальна в точке B . В каждой точке траектории спутника сумма его кинетической и потенциальной энергий есть величина постоянная.

№829. Хрупкие вещи перед перевозкой упаковывают в солому или вату, для того чтобы в результате резкого изменения движения смягчить удары. Вещи при ударе продолжают движение по инерции. В соломе, вате скорость тела гасится постепенно.

№830. Часть энергии при движении по сыпучему песку или рыхлому снегу тратится на работу против силы тяжести, при “выдергивании” ног из песка, снега.

№831.

Дано:

$$m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$$

$$E_n = 2 \text{ Дж}; g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$h = ?$$

Решение:

$$E_n = mgh \Rightarrow h = \frac{E_n}{mg};$$

$$\Delta E_k = \Delta E_n; h = \frac{2 \text{ Дж}}{0,05 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 4 \text{ м}.$$

Перемещение свободно падающего тела $\approx 4 \text{ м}$, кинетическая энергия при этом увеличилась на 2 Дж .

№832.

Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}; h = 3 \text{ м}$$

$$v = 6 \text{ м/с}; g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$A_{\text{тр}} = ?$$

Решение:

На высоте h тело имело запас потенциальной энергии $E_n = mgh$. У основания наклонной плоскости тело обладает кинетической

энергией $E_k = \frac{mv^2}{2}$. Работа силы трения



$$A_{\text{тр}} = E_k - E_n; A_{\text{тр}} = -\left(mgh - \frac{mv^2}{2}\right);$$

$$A_{\text{тр}} = -\left(0,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 3 \text{ м} - \frac{0,5 \text{ кг} \cdot (6 \text{ м/с})^2}{2}\right) = -5,7 \text{ Дж}.$$

№833.

Дано:

$m = 20 \text{ кг}; F = 400 \text{ Н}$

$h = 15 \text{ м}; g = 9,8 \text{ Н/кг}$

$E_n - ?; A - ?; E_k - ?$

Решение:

$A = F \cdot s = F \cdot h; A = 400 \text{ Н} \cdot 15 \text{ м} = 6000 \text{ Дж};$

$E_n = mgh; E_n = 20 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 15 \text{ м} = 2940 \text{ Дж};$

$E_k = A - E_n; E_k = 6000 \text{ Дж} - 2940 \text{ Дж} = 3060 \text{ Дж}.$

№834.

Дано:

$v; \mu$

$s - ?$

Решение:

Перед торможением тело имело кинетическую энергию; работа силы трения равна изменению кинетической энергии

$$(1) \Delta E_k = A_{\text{тр}}; \frac{mv^2}{2} = F_{\text{тр}} \cdot s \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \mu mgs \Rightarrow s = \frac{v^2}{2\mu g} \quad (2).$$

Из формулы (2) видно, что тормозной путь s прямо пропорционален квадрату скорости.

№835.

Дано:

$m = 80 \text{ кг}; \mu = 0,02$

$E_k = 1 \text{ кДж} = 10^3 \text{ Дж}$

$s - ?$

Решение:

Воспользуемся решением задачи № 834.

$$E_k = F_{\text{тр}} \cdot s; \quad E_k = \mu mgs; \quad s = \frac{E_k}{\mu mg};$$

$$s = \frac{10^3 \text{ Дж}}{0,02 \cdot 80 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг}} \approx 64 \text{ м}.$$

№836.

Дано:

$m = 5 \text{ г} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$k = 200 \text{ Н/м}$

$x = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

$E_k - ?; v - ?$

Решение:

По закону сохранения энергии потенциальная энергия упруго деформированной пружины в отсутствие трения равна кинетической энергии шарика в момент выстрела.

$$E_n = E_k; \quad \frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = x \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad E_k = \frac{kx^2}{2};$$

$$E_k = \frac{200 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot (5 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2}{2} = 0,25 \text{ Дж}; \quad v = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{200 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

№837.

Дано:

$P = 600 \text{ Н}$

$h = 10 \text{ м}$

$x = 1 \text{ м}$

$F_{\text{ср}} = ?$

Решение:

По закону сохранения энергии уменьшение потенциальной энергии артиста равно увеличению потенциальной энергии упруго деформированной сетки (работе силы

$$\text{упругости сетки). } P \cdot (h + x) = F_{\text{ср}} \cdot x; F_{\text{ср}} = \frac{P \cdot (h + x)}{x} =$$

$$= \frac{600 \text{ Н} \cdot (10 \text{ м} + 1 \text{ м})}{1 \text{ м}} = 6600 \text{ Н} = 6,6 \text{ кН}.$$

№838.

Дано:

$m_1 = m_2 = m$

$x_1 = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$x_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

$h = ?$

Решение:

Рассмотрим каждый случай в отдельности.

$$\left. \begin{aligned} 1. \quad mg &= kx_1 \\ 2. \quad mg(h + x_2) &= \frac{kx_2^2}{2} \end{aligned} \right\}$$

Решаем совместно эти уравнения. Во второе уравнение вместо mg подставим kx_1 и сократим обе части уравнения на k .

$$kx_1(h + x_2) = \frac{kx_2^2}{2} \Rightarrow x_1(h + x_2) = \frac{x_2^2}{2} \Rightarrow$$

$$h = \frac{x_2^2}{2x_1} - x_2 = \frac{4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}} - 2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 8 \text{ см}.$$

№839.

Дано:

$m = 2 \text{ кг}; r = 1 \text{ м}$

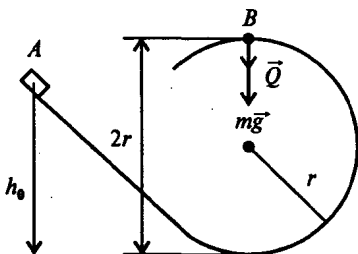
$E_{n_0} = ?; h_0 = ?$

Решение:

В верхней точке B петли на тело действует центростремительное

$$\text{ускорение } \frac{mv^2}{2} = mg + Q \quad (1).$$

Q — сила реакции опоры; m — масса тела; v — скорость тела. Потенциальная энергия в исходной точке $E_{n_0} = mgh_0$. По закону сохранения энергии $mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mg \cdot 2r \quad (2)$. Исключаем из обоих уравнений v^2 и находим $Q = mg \cdot \left[2 \cdot \frac{h_0}{r} - 5 \right] \quad (3)$. Тело опишет полную



петлю, в случае если $Q \geq 0$. Отсюда следует, что в (3) $h_0 \geq \frac{5}{2}r$, $h_0 \geq 2,5$ м и $E_{n_0} \geq mgh_0$; $E_{n_0} \geq 2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 2,5 \text{ м}$; $E_{n_0} \geq 49 \text{ Дж}$.

№840.Дано:

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$h_0 = 1,5 \text{ м}$$

$$E_{k_0} = 4E_{n_0}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$E - ?; v - ?$$

Решение:

По условию задачи $E_{k_0} = 4E_{n_0}$. По закону сохранения энергии энергия, полученная мячом при броске, равна механической энергии при падении мяча.

$$E = E_{k_0} + E_{n_0} = 4E_{n_0} + E_{n_0} = 5E_{n_0} = 5mgh_0;$$

$$E = 5 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 1,5 \text{ м} = 15 \text{ Дж}.$$

В момент падения мяч обладает лишь кинетической энергией, т.е.

$$E_k = E = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 15 \text{ Дж}}{0,2 \text{ кг}}} \approx 12 \text{ м/с}.$$

Кинетическая энергия зависит только от величины скорости, но не от ее направления. Поэтому результаты вычислений не изменятся, если бросок будет произведен в горизонтальном направлении.

32. Равновесие тел

№841. Наибольшей устойчивостью обладает спичечный коробок, лежащий на большой грани, потому что центр тяжести у него в этом случае расположен наиболее низко.

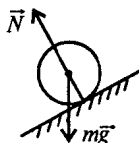
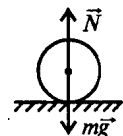
№842. Плотность и, следовательно, вес песка больше веса льда. Поэтому для опрокидывания ящика с песком нужно затратить большую работу.

№843. Человек изменяет положение тела, для того чтобы вертикаль, проведенная через центр тяжести человека, прошла через площадь опоры ног. В этом случае равновесие тела становится устойчивым.

№844. Благодаря килю (иногда его специально делают утяжеленным) центр тяжести лодки смещается вниз и ее труднее опрокинуть ветру, дующему в паруса. Большое значение имеет и гидродинамическое сопротивление опрокидыванию, которое резко возрастает с увеличением глубины и площади киля. Поэтому назначение киля — это повышение устойчивости парусной лодки к опрокидыванию.

№845. На канатоходца действуют, в основном, две силы — сила тяжести (приложена к центру масс) и сила реакции каната (приложена к ступням ног). Чтобы находиться в равновесии, канатоходец дол-

жен так расположить свое тело, чтобы момент этих сил относительно произвольной точки пространства равнялся нулю. Перемещая шест, канатоходцу легче менять положение центра масс системы человек—шест, чтобы обеспечить равновесие.



№846. На шар действуют две силы: сила тяжести, направленная вертикально вниз, и сила реакции опоры, направленная по нормали к поверхности. Сила тяжести приложена к центру тяжести, а сила реакции опоры — к точке контакта шара с поверхностью. На горизонтальной поверхности и сумма сил, и сумма моментов сил равны нулю. На наклонной плоскости ни сумма сил, ни сумма моментов сил не равны нулю и шар не может находиться в равновесии.

№847. Центр тяжести у игрушки ванька-встанька расположен очень низко, игрушка находится в устойчивом равновесии и всякий раз при отклонении от вертикали ее центр тяжести поднимается так, что возникающий момент силы тяжести заставляет игрушку возвращаться к положению равновесия.

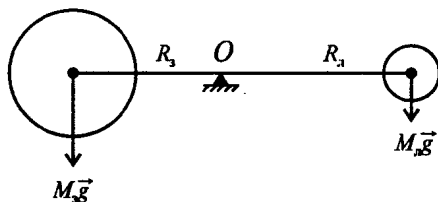
№848. Яблоко на ветке — устойчивое равновесие; колесо, насаженное на ось, — безразличное равновесие; монета, поставленная на ребро, — неустойчивое равновесие.

№849.

Дано:

$$\begin{array}{l} M_3 = 81 M_{\text{л}} \\ R = 384 \cdot 10^6 \text{ м} \\ R_3 = ? \end{array}$$

Решение:



Пусть центр масс системы Земля—Луна находится в точке O . Тогда по определению $M_3 \cdot R_3 = M_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}}$. Так как $R_{\text{л}} = R - R_3$, то $M_3 R_3 = M_{\text{л}} (R - R_3)$. Подставляя значение $M_3 = 81 M_{\text{л}}$ и сокращая на $M_{\text{л}}$, получим уравнение $81 R_3 = R - R_3$. Из него находим

$$R_3 = \frac{R}{82} = \frac{384 \cdot 10^6 \text{ м}}{82} = 4,683 \cdot 10^6 \text{ м} = 4683 \text{ км.}$$

То есть центр тяжести находится на расстоянии 4683 км от центра Земли.

У. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

33. Колебания

№850. Механические колебания: качание маятника часов, движение стрелки часов, колебания струны, вибрация крыльев самолета, движение Земли вокруг Солнца.

№851. Колебания шарика будут происходить под действием силы упругости пружины. При этом потенциальная энергия пружины будет переходить в кинетическую энергию движения шарика и наоборот. Колебания возможны благодаря свойству инертности массы шарика.

№852. При незатухающих гармонических колебаниях маятника часов постоянными являются: амплитуда, период, частота; переменными: смещение, скорость, ускорение.

№853. Амплитуда колебаний равна радиусу окружности, по которой движется шарик, или $\frac{1}{2}d$, частота обращения шарика равна частоте колебаний.

№854.

<u>Дано:</u> $v = 50 \text{ Гц}$ $T - ?$	<u>Решение:</u> $T = \frac{1}{v} = \frac{1}{50 \text{ Гц}} = 0,02 \text{ с.}$
--	--

№855.

<u>Дано:</u> $N = 75; t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$ $T - ?$	<u>Решение:</u> $T = \frac{t}{N} = \frac{60 \text{ с}}{75} = 0,8 \text{ с.}$
---	---

№856.

<u>Дано:</u> $n = 1200 \frac{\text{об}}{60 \text{ с}}; v = 20 \frac{1}{\text{с}}$ $T - ?$	<u>Решение:</u> $T = \frac{1}{v} = \frac{1}{20 \frac{1}{\text{с}}} = 0,05 \text{ с.}$
---	--

№857.

<u>Дано:</u> $n = 600 \text{ об/мин} = 10 \frac{1}{\text{с}}$ $N = 40$ $v - ?; T - ?$	<u>Решение:</u> $v = N \cdot n = 10 \frac{1}{\text{с}} \cdot 40 = 400 \text{ Гц};$ $T = \frac{1}{v} = \frac{1}{400 \text{ Гц}} = 0,0025 \text{ с.}$
--	---

№858.

Дано:

$$t = 0,5 \text{ мин} = 30 \text{ с}; N = 600$$

 $v - ?$ Решение:

$$v = \frac{N}{t} = \frac{600}{30 \text{ с}} = 20 \text{ Гц.}$$

№859.

Дано:

$$v = 3 \text{ Гц}; s = 650 \text{ м}$$

$$v = 13 \text{ м/с}$$

 $N - ?$ Решение:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{650 \text{ м}}{13 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 50 \text{ с}; N = v \cdot t = 3 \text{ Гц} \cdot 50 \text{ с} = 150.$$

№860. По графику $T = 12 \text{ с}$. $X_m = 0,2 \text{ м}$. $v = \frac{1}{T} = \frac{1}{12 \text{ с}} = 0,08 \text{ Гц}$.

№861.

Дано:

$$x = 70 \sin 0,5 t$$

$$t_1 = \pi/2; t_2 = \pi/3$$

$$x_3 = 1/2 x_m$$

$$x_1 - ?; x_2 - ?;$$

$$x_m - ?; \varphi - ?$$

Решение:

Для определения x_1, x_2, φ данные необходимо подставить в уравнение колебаний

$$1) x_1 = 70 \sin 0,5 \cdot \frac{\pi}{2} = 70 \sin \frac{\pi}{4} = 70 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 49,5 (\text{см});$$

$$2) x_2 = 70 \sin 0,5 \cdot \frac{\pi}{3} = 70 \sin \frac{\pi}{6} = 70 \cdot \frac{1}{2} = 35 (\text{см});$$

$$x_m = 70 \text{ см. } 3) \frac{1}{2} x_m = 70 \sin \varphi \Rightarrow 35 = 70 \sin \varphi; \sin \varphi = 0,5; \varphi = \frac{\pi}{6}; 5 \frac{\pi}{6}; \frac{7\pi}{6} \dots$$

№862. Разность фаз свободных колебаний рук человека при ходьбе равна π , так как они колеблются в противофазе.

№863.

Дано:

$$x = 2 \sin \left(\frac{\pi}{2} t + \frac{\pi}{4} \right)$$

$$\omega_0 - ?; v - ?; \varphi_0 - ?$$

Решение:

Сравним уравнение колебаний точки с уравнением, описывающим гармоническое колебание $x = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$;

$$\omega_0 = \frac{\pi}{2} \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \varphi_0 = \frac{\pi}{4} \text{ рад}; \omega_0 = 2\pi v \Rightarrow v = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{4} \text{ с}^{-1} = 0,25 \text{ Гц.}$$

№864. Да. Все характеристики колебания: амплитуда, циклическая частота, линейная частота одинаковы во всех трех уравнениях; различна лишь начальная фаза, а она зависит только от того, в каком положении было колеблющееся тело в момент начала наблюдения.

№865. Если колебание описывается уравнением $x = 4 \sin \frac{\pi}{2} t$, то скорость этого колебания будет описываться уравнением

$$v = 4 \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \cos \frac{\pi}{2} t \Rightarrow v = 2\pi \cdot \cos \frac{\pi}{2} t; \text{ если } v = 0,$$

$$\text{то } \cos \frac{\pi}{2} t = 0; \quad \frac{\pi}{2} t = \frac{\pi}{2} + \pi n; \quad t = (2n + 1) \text{ с}; \quad n \in \mathbb{Z}.$$

№866. В момент времени, когда скорость колеблющегося пружинного маятника равна 0, маятник находится в крайних положениях; его отклонение от положения равновесия максимально, сила упругости максимальна, следовательно, ускорение тоже максимально.

№867. В момент прохождения положения равновесия ускорение колеблющегося тела на пружине равно нулю, так как отклонение тела от положения равновесия равно нулю, сила упругости равна нулю и ускорение тоже равно нулю.

№868. Пусть колебания маятника описываются уравнением $x = A \sin(\omega t + \varphi)$. Из начальных условий мы знаем, что в момент времени $t = 0$ смещение $x = A$. Отсюда $\varphi = \frac{\pi}{2}$, т. е. $\varphi \neq \alpha$. Из тригонометрии находим, что $A = l \sin \alpha$.

№869. Если колеблющееся тело находится в крайних положениях, равнодействующая сил, действующих на тело, направлена к положению равновесия; если же тело находится в положении равновесия, то равнодействующая равна нулю.

№870. Потому что скорость качелей в этот момент времени максимальна. По инерции человек как бы еще неподвижен и качели "уходят" из-под ног.

№871.

<u>Дано:</u> $l = 9,8 \text{ м}; g = 9,8 \text{ м/с}^2$ $T - ?$	<u>Решение:</u> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{9,8 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 6,28 \text{ с}.$
---	--

№872.

<u>Дано:</u> $T_1 = 3 \text{ с}; T_2 = 6 \text{ с}$ $l_2/l_1 - ?$	<u>Решение:</u> По графикам $T_1 = 3 \text{ с}; T_2 = 6 \text{ с}.$ $T_2 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l_2}{g}}; \quad T_1 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l_1}{g}}.$
---	---

Разделим первое уравнение на второе:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \cdot \sqrt{\frac{l_2}{g}}}{2\pi \cdot \sqrt{\frac{l_1}{g}}} \Rightarrow \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{36 \text{ с}^2}{9 \text{ с}^2} = 4.$$

№873.

Дано:

$$l = 0,99 \text{ м}; N = 50$$

$$t = 1 \text{ мин } 40 \text{ с} = 100 \text{ с}$$

 $g = ?$ Решение:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}; T = \frac{t}{N}; \frac{t}{N} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \frac{t^2}{N^2} =$$

$$= 4\pi^2 \frac{l}{g} \Rightarrow g = \frac{N^2 4\pi^2 l}{t^2} = \frac{2500 \cdot 4 \cdot (3,14)^2 \cdot 0,99 \text{ м}}{10\,000 \text{ с}^2} \approx 9,76 \text{ м/с}^2.$$

№874. Так как зависимость периода колебаний маятника от его длины выражается формулой $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, то для изменения периода в 2 раза длину надо изменить в 4 раза.

№875.

Дано:

$$N_1 = 40; N_2 = 20$$

$$t_1 = t_2 = t$$

$$l_2 = l_1 + 0,9 \text{ м}$$

$$l_1 - ?; l_2 - ?$$

Решение:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ но } T = \frac{t}{N}, \text{ получим } \left. \begin{aligned} \frac{t}{N_1} &= 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \\ \frac{t}{N_2} &= 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \end{aligned} \right\}$$

Разделим первое уравнение на второе и сократим t , 2π и g .

$$\frac{\frac{t}{N_1}}{\frac{t}{N_2}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}}{2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}} \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{N_2^2}{N_1^2}. \text{ Но } l_2 = l_1 + 0,9, \text{ отсюда}$$

$$\frac{l_1}{l_1 + 0,9} = \frac{400}{1600} \Rightarrow 4l_1 = l_1 + 0,9 \Rightarrow 3l_1 = 0,9; l_1 = 0,3 \text{ м}; l_2 = 0,3 + 0,9 = 1,2 \text{ м}.$$

№876.

Дано:

$$T = T_0/2; g = a + g_0$$

 $a = ?$ Решение:

Запишем формулы для определения периода колебаний маятника для покоящейся ракеты T_0 и движущейся T :

$$\left. \begin{aligned} T &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \\ T_0 &= 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_0}} \end{aligned} \right\} : \frac{T_0}{T} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_0}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}} \Rightarrow \frac{T_0}{T} = \sqrt{\frac{g}{g_0}}; \frac{g}{g_0} = \left(\frac{T_0}{T}\right)^2 = 4;$$

$$g = 4g_0 \text{ или } a + g_0 = 4g_0; a = 3g_0.$$

№877.

Дано:

$$m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$$

$$k = 0,49 \text{ Н/м}; v_l = v_k$$

$$l - ?$$

Решение:

Так как частоты колебаний маятников равны, то равны и их периоды

$$T_l = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; T_k = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}};$$

$$2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{l}{g} = \frac{m}{k} \Rightarrow l = \frac{mg}{k}; l = \frac{0,05 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{0,49 \text{ Н/м}} = 1 \text{ м}.$$

№878. По формуле периода колебаний $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ период уменьшится, а частота $\nu = \frac{1}{T}$ увеличится, так как масса колеблющегося груза уменьшится.

№879.

Дано:

$$\Delta x = 5 \text{ см} =$$

$$= 0,05 \text{ м}$$

$$T - ?$$

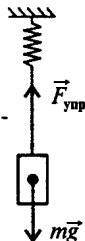
Решение:

$$\text{В положении равновесия } F_{\text{упр}} = mg \Rightarrow k\Delta x = mg;$$

$$k = \frac{mg}{\Delta x}; T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}. \text{ Подставим значение коэф-}$$

фициента упругости в формулу периода

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m \cdot \Delta x}{mg}} = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta x}{g}} = 6,28 \cdot \sqrt{\frac{0,05 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} \approx 0,45 \text{ с}.$$



№880.

Дано:

$$k = 250 \text{ Н/м}$$

$$x_m = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$$

$$m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$$

$$a - ?$$

Решение:

В точке максимального отклонения от положения равновесия ускорение тела максимальное и находится по формуле $a_m = x_m \cdot \omega_0^2$, где ω_0 — циклическая частота.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}; a_m = x_m \frac{k}{m} = \frac{250 \text{ Н/м}}{0,05 \text{ кг}} \cdot 0,04 \text{ м} = 200 \text{ м/с}^2.$$

В точке положения равновесия $x = 0$, следовательно и $a = 0$.

№881. В горизонтальном положении. При максимальном сжатии пружины маятник обладает максимальной потенциальной энергией упруго деформированного тела. При уменьшении деформации потенциальная энергия уменьшается, кинетическая увеличивается и в момент прохождения телом положения равновесия потенциальная энергия равна нулю; тело имеет максимальную кинетическую энергию. Маятник продолжает двигаться по инерции, растяжение пружины увеличивается, потенциальная энергия увеличивается, а кинетическая энергия уменьшается и при максимальной деформации маятник обладает максимальной потенциальной энергией и нулевой кинетической. При свободных незатухающих колебаниях маятника в вертикальном направлении меняется также и потенциальная энергия маятника в поле тяжести Земли. В верхней точке колебаний она максимальна, а в нижней — минимальна. В остальном превращение энергий происходит так же. В процессе свободных незатухающих колебаний полная механическая энергия неизменна.

№882.

Дано:

$$m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$$

$$k = 250 \text{ Н/м}$$

$$x_m = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$$

$$E - ?; v_{\max} - ?$$

Решение:

$$E = E_{\Pi_{\max}} = \frac{kx_m^2}{2}; E_{\Pi_{\max}} = E_{k_{\max}};$$

$$\frac{kx_m^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} \Rightarrow v_{\max} = x_m \sqrt{\frac{k}{m}};$$

$$E = \frac{250 \text{ Н/м} \cdot 0,0225 \text{ м}^2}{2} = 28125 \text{ Дж} \approx 2,8 \text{ Дж};$$

$$v_{\max} = 0,15 \cdot \sqrt{\frac{250 \text{ Н/м}}{0,4 \text{ кг}}} = 3,75 \text{ м/с}.$$

№883.

Дано:

$$x_m = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$m = 50 \text{ г} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$k = 250 \text{ Н/м}$$

$$x_1 = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$E - ?; E_{k_1} - ?$$

$$E_{n_1} - ?$$

Решение:

$$E = \frac{kx_m^2}{2} \text{ — полная энергия; } E_{n_1} = \frac{kx_1^2}{2} \text{ —}$$

потенциальная энергия тела в точке с координатой x_1 . $E_{k_1} = E - E_{n_1}$;

$$E = \frac{250 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 16 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2} = 0,2 \text{ Дж};$$

$$E_{n_1} = \frac{250 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2} = 0,05 \text{ Дж}; E_{k_1} = 0,2 \text{ Дж} - 0,05 \text{ Дж} = 0,15 \text{ Дж}.$$

№884.

Дано:

$k = 1 \text{ кН/м} = 1 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$

$x_m = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

$\varphi = \pi/3 \text{ рад}$

$E_k - ?; E_n - ?$

Решение:

Задача решается аналогично предыдущей.

$$E_n = \frac{kx^2}{2}; E_k = E - E_n; E = \frac{kx_m^2}{2};$$

Для нахождения x воспользуемся уравнением $x = x_m \cos \varphi$. Подставив значение x в формулу E_n , получим:

$$E_n = \frac{k}{2} x_m^2 \cos^2 \varphi = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ Н/м} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2} \cdot \left(\cos \frac{\pi}{3} \right)^2 = 0,05 \text{ Дж};$$

$$E = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ Н/м} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2} = 0,2 \text{ Дж}; E_k = 0,2 \text{ Дж} - 0,05 \text{ Дж} = 0,15 \text{ Дж}.$$

№885. Помогает ходьбе потенциальная энергия упруго деформированной подошвы. Когда идущий наступает, подошва сжимается и накапливает энергию, которая затем превращается в дополнительную кинетическую энергию при отталкивании стопы от опоры.

№886. Дерево будет совершать свободные затухающие колебания с уменьшающейся амплитудой. Механическая энергия колебаний перейдет во внутреннюю энергию (тепло) дерева. Автомобиль будет совершать вынужденные колебания с постоянной амплитудой за счет энергии сжигаемого топлива. Коромысла весов будут совершать свободные затухающие колебания со слабо уменьшающейся амплитудой (трение в подвесе мало). За счет работы сил сопротивления механическая энергия перейдет в тепловую.

№887. Вода расплескивается, так как амплитуда колебаний воды в ведре увеличивается в результате резонанса. При изменении темпа ходьбы частота вынуждающей силы (идушего мальчика) изменяется, резонанс исчезает.

№888.

Дано:

$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$

$N = 48$

$m = 60 \text{ г} = 0,06 \text{ кг}$

$k - ?$

Решение:

Максимальную амплитуду вертикальных колебаний можно получить в результате резонанса. Условие резонанса $\omega_0 = \omega$ (1), где ω_0 — собственная частота колебаний, ω — частота вынуждающей силы.

Из (1) $v_0 = v; v = \frac{N}{t}; v_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$. Отсюда получаем

$$\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{N}{t} \Rightarrow k = \frac{m \cdot N^2 \cdot 4\pi^2}{t^2} = \frac{0,06 \text{ кг} \cdot (48)^2 \cdot 4 \cdot (3,14)^2}{(60 \text{ с})^2} = 1,5 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

34. Волны

№889. Меняется скорость движения частиц среды. Они колеблются около положения своего равновесия по определенному закону. Скорость же волны (скорость ее распространения) остается постоянной. Она зависит только от свойств среды (плотности, упругости).

№890. Звуковые волны могут распространяться только в упругой среде. А между Солнцем и Землей находится вакуум, который не является упругой средой и, следовательно, не передает звука.

№891. Волны на поверхности воды являются поперечными, так как при распространении волны поплавков совершал колебательные движения вверх и вниз, т. е. перпендикулярно распространению волны.

№892. Ответ в задачнике.

№893. Если ударить в торец (т. е. во втором случае) — продольные, так как частицы рельса будут колебаться вдоль направления распространения волны. В обоих случаях направление распространения возмущения — от одного конца рельса к другому. В первом случае возникнет поперечная волна, так как частицы будут смещаться перпендикулярно направлению распространения волны.

№894. Длина волны $\lambda = \frac{60 \text{ м} \cdot 2}{5} = 24 \text{ м}$, так как на длине 60 м происходит $\frac{5}{2} = 2,5$ колебания. Амплитуда колебаний $x_m = 0,2 \text{ м}$.

№895. Нет, так как для определения частоты необходимо знать либо период (а по рисунку он не определяется), либо скорость.

№896. Скорость распространения волны в среде В больше скорости волны в среде А в 3 раза, так как в отрезке равном λ_A укладывается три длины волны λ_B .

№897. Разность фаз точек, отстоящих друг от друга на длину волны λ , равна $\pm 2\pi$ рад, на половину длины волны $\lambda/2$ — $\pm \pi$ рад.

35. Звуковые волны

№898. Изменяя натяжение струны, мы изменяем силу упругости, под действием которой совершаются колебания.

№899. При обматывании струны проволоочной спиралью ее масса увеличивается, а жесткость (коэффициент упругости) остается почти

неизменной. В результате собственная частота колебаний уменьшается ($v \sim \sqrt{\frac{k}{m}}$).

№900. Капля при ударе о крышу вызывает ее колебание. Амплитуда, характеризующая громкость звука, зависит от величины возмущающей силы, которую приблизительно можно выразить как $F = p/t$, где $p = mv$ — импульс капли, t — время удара. У крупных капель масса m и скорость v больше, чем у мелких. Поэтому у нее возмущающая сила больше и громкость выше.

№901. Масса стены значительно больше массы двери. Поэтому амплитуда колебаний двери больше, чем стены. А громкость звука пропорциональна квадрату амплитуды.

№902.

Дано:

$$v_1 = 16 \text{ Гц}$$

$$v_2 = 20\,000 \text{ Гц}$$

$$v = 340 \text{ м/с}$$

$$\lambda_1 - ?; \lambda_2 - ?$$

Решение:

$$\lambda = v \cdot T; T = \frac{1}{v}; \lambda = \frac{v}{v}; \lambda_1 = \frac{v}{v_1} = \frac{340 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{16 \text{ Гц}} = 21,25 \text{ м};$$

$$\lambda_2 = \frac{v}{v_2} = \frac{340 \text{ м/с}}{20\,000 \text{ Гц}} = 0,017 \text{ м}.$$

№903.

Дано:

$$\lambda = 34 \text{ см} = 0,34 \text{ м}$$

$$v = 340 \text{ м/с}$$

$$v - ?$$

Решение:

$$\lambda = \frac{v}{v}; v = \frac{v}{\lambda} = \frac{340 \text{ м/с}}{0,34 \text{ м}} = 1000 \text{ Гц}.$$

№904.

Дано:

$$s = 2 \text{ км } 150 \text{ м} = 2150 \text{ м}$$

$$\Delta t = 4,8 \text{ с}; v_1 = 345 \text{ м/с}$$

$$v_2 - ?$$

Решение:

$$t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{2150 \text{ м}}{345 \text{ м/с}} = 6,2 \text{ с};$$

$$t_2 = t_1 - 4,8 \text{ с} = 6,2 \text{ с} - 4,8 \text{ с} = 1,4 \text{ с};$$

$$v_2 = \frac{s}{t_2} = \frac{2150 \text{ м}}{1,4 \text{ с}} = 1538 \text{ м/с}.$$

№905.

Дано:

$$t = 15 \text{ с}$$

$$v_{\text{зв}} = 340 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{св}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$s - ?$$

Решение:

Так как скорость света во много раз больше скорости звука, будем считать, что световой сигнал (молния) дошел до нас мгновенно. Тогда

$$s = v_{\text{зв}} \cdot t = 340 \text{ м/с} \cdot 15 \text{ с} = 5100 \text{ м} = 5,1 \text{ км}.$$

№906. Скорость реактивных самолетов больше скорости звука в воздухе, поэтому в этом случае звук отстает от самолета и мы не видим самолета в том месте, откуда приходит звук.

№907. На открытом воздухе звуковая энергия рассеивается в пространстве, распространяясь вокруг источника звука. В закрытом помещении звуковые волны, отражаясь от стен и накладываясь с падающими, усиливают амплитуду колебаний.

№908. Если не делать пауз и говорить быстро, то отраженные звуковые волны будут накладываться на излучаемые волны и речь будет нечленораздельна.

№909. Звуковые волны отражаются от стекла, при открытом же окне звуковые волны проникают внутрь помещения.

№910.

Дано:

$$s = 170 \text{ м}; v = 340 \text{ м/с}$$

$t - ?$

Решение:

$$t = \frac{2 \cdot s}{v} = \frac{2 \cdot 170 \text{ м}}{340 \text{ м/с}} = 1 \text{ с.}$$

№911. Деревянный корпус играет роль резонатора, т. е. усиливает звук струн.

№912. Хрустальные подвески люстры имеют собственную частоту колебаний и при совпадении частоты поющего голоса с собственной частотой колебания наступает резонанс. Подвески начинают раскачиваться и, ударяясь друг об друга, звенят.

№913. Инфразвук, слышимый звук, ультразвук.

№914.

Дано:

$$\Delta t_1 = 180 \text{ мкс} =$$

$$= 180 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

$$\Delta t_2 = 60 \text{ мкс} =$$

$$= 60 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

$$v = 5000 \text{ м/с} =$$

$$= 5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$$

$H - ?; h - ?$

Решение:

$$H = \frac{v \cdot \Delta t_1}{2} = \frac{180 \cdot 10^{-6} \text{ с} \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ м/с}}{2} = 0,45 \text{ м} = 45 \text{ см};$$

$$h = \frac{v \cdot \Delta t_2}{2} = \frac{5 \cdot 10^3 \text{ м/с} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ с}}{2} = 0,15 \text{ м} = 15 \text{ см.}$$

Высота детали $H = 90 \text{ см}$; дефект находится на глубине $h = 30 \text{ см}$.

VI. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

36. Внутренняя энергия

№915. Если закрытую пробирку опустить в горячую воду, то температура воздуха в пробирке повысится. Кинетическая энергия молекул прямо пропорциональна температуре, следовательно кинетическая энергия увеличится. Потенциальная же энергия молекул не изменится, так как она зависит от среднего расстояния между молекулами, которое не зависит от температуры.

№916. В сосуде 2 температура выше. Вследствие этого температура воздуха в колбе В выше, больше кинетическая энергия движения молекул, давление воздуха увеличится пропорционально его температуре и станет выше атмосферного, жидкость в U-образной трубке выталкивается в левое колено.

В сосуде 1 вода холодная, воздух в колбе А охлаждается, давление в колбе становится меньше атмосферного, жидкость перемещается в левое колено манометра.

№917. Ответ в задачнике.

№918. Внутренняя энергия больше у кипятка.

№919. Внутренняя энергия брусков увеличилась, но у бруска с большей массой она увеличилась больше, так как в бруске с большей массой большее количество атомов, а внутренняя энергия — это сумма энергий всех атомов.

№920. Внутренняя энергия воды увеличивается за счет тепловой энергии, переданной от нагревателя воде.

№921. В первом случае внутренняя энергия зубила увеличилась в результате работы, совершенной над ним. Во втором — произошла теплопередача.

№922. Работа по перемещению капли ртути в трубке совершается за счет повышения внутренней энергии газа, находящегося в трубке. Давление газа в нагреваемом конце трубки увеличивается, газ расширяется и совершает работу.

№923. Спичка воспламеняется, потому что при трении о коробок температура головки спички поднимается (повышение внутренней энергии за счет совершения работы силой трения) и сера загорается.

№924. Ответ в задачнике.

№925. Да, внутренняя энергия спичесной головки увеличилась и она нагрелась до температуры воспламенения. Но произошло это не за счет теплопередачи, а в результате совершения работы силой трения.

№926. За это время устанавливается тепловое равновесие между телом человека и термометром и температуры их уравниваются.

№927. Химическая энергия окисления (горения) горючего газа переходит во внутреннюю энергию продуктов сгорания. Пламя нагревает пробирку путем теплопередачи. От пробирки тепловая энергия передается жидкости, жидкость вскипает, испаряется, внутренняя энергия и давление пара увеличиваются и пар совершает работу, выдавливая пробку.

№928. Потенциальная энергия пузырька воздуха при подъеме со дна водоема увеличивается за счет уменьшения потенциальной энергии частицы воды (частица воды такого же объема опускается вниз), а также за счет уменьшения внутренней энергии воздуха внутри пузырька (по мере подъема пузырька воздух внутри него совершает работу по увеличению объема пузырька).

№929. а) При сжатии воздуха его внутренняя энергия увеличивается за счет совершения работы внешней (сжимающей газ) силой. При расширении воздуха он производит работу против внешних сил, внутренняя энергия воздуха при этом уменьшается; б) при нагревании воды в кастрюле внутренняя энергия воды увеличивается за счет теплопередачи; в) при растяжении (сжатии) резины внутренняя энергия резины увеличивается за счет совершенной при этом механической работы; г) при таянии льда внутренняя энергия увеличивается за счет подвода теплоты излучением и теплопередачей.

№930. Примеры изменения внутренней энергии в процессе работы при: а) трении, работая напильником, сверлом, резцом; б) ударе, работая молотком; в) при сжатии газов в компрессоре.

№931. Большей потенциальной энергией обладают молекулы в сосуде со сжатым газом.

№932. Пила нагревается за счет совершения работы по преодолению сил трения.

№933. Способ добывания огня трением основан на увеличении внутренней энергии за счет совершения работы по преодолению сил трения.

№934. При скольжении вниз по канату совершается работа по преодолению силы трения между ладонями рук и канатом. Ладони нагреваются, их внутренняя энергия увеличивается. При быстром скольжении нагревание ладоней может быть очень значительным и появятся ожоги.

№935, 936. Ответ в задачнике.

№937. При вбивании гвоздя шляпка его нагревается слабо, так как энергия удара расходуется на преодоление силы трения при движении гвоздя. Когда гвоздь вбит, энергия удара расходуется на увеличение внутренней энергии гвоздя, поэтому при ударах шляпка нагревается.

№938. а) При торможении движущегося автомобиля его кинетическая энергия превращается во внутреннюю (кинетическую) энергию молекул колес и полотна дороги; б) вода фонтана не поднимается до уровня воды в воронке, так как часть кинетической энергии воды расходуется на преодоление трения; в) внутренняя энергия газа в пузырьке, всплывающем со дна водоема, уменьшается по мере подъема пузырька вверх за счет уменьшения давления в нем.

№939. Шариковые, роликовые и игольчатые подшипники нагреваются слабее, чем подшипники скольжения, так как трение в них меньше.

№940. Причиной сильного нагревания и даже сгорания искусственных спутников Земли при вхождении их в нижние плотные слои атмосферы является превращение части кинетической энергии спутников во внутреннюю энергию молекул окружающего воздуха и оболочки спутника из-за сильного трения при движении в плотных слоях атмосферы.

№941. При обработке металла температура его увеличивается, так как часть работы по преодолению сил трения идет на увеличение внутренней энергии инструмента и металла.

№942. Температура деталей при их обработке повышается за счет производимой работы по преодолению силы трения. Более высокую температуру будет иметь деталь, с которой снят более толстый слой металла, так как в этом случае совершается большая работа.

№943. Внутренняя энергия газа — это сумма кинетической и потенциальной энергий молекул газа. При откачивании воздуха число молекул в баллоне уменьшается, значит уменьшается внутренняя энергия газа в баллоне. Кроме того, потенциальная энергия молекул газа также уменьшается, так как среднее расстояние между ними увеличивается (давление падает).

№944. За 1 с теплообмен между водой и ложками не успеет произойти полностью. Поэтому нагреется сильнее ложка меньшей массы, а изменение внутренних энергий будет примерно одинаковым. Через 0,5 ч теплообмен закончится. Температура ложек и воды будет одинаковой, но более массивная ложка приобретет большую внутреннюю энергию.

37. Виды теплопередачи

№945. Теплообмен между горячим чаем и стенками стакана осуществляется путем теплопроводности.

№946. Процесс теплообмена произойдет быстрее, если холодную воду налить в горячую (плотность холодной воды больше плотности горячей и при прочих равных условиях перемешивание воды произойдет быстрее).

№947. В прудах и озерах лед появляется вначале на поверхности, так как поверхность воды не защищена от холодного воздуха. Но самое главное, плотность воды при 4°C максимальна и получается, что более холодная вода ($\sim 0^{\circ}\text{C}$) оказывается сверху, а более теплая ($\sim 4^{\circ}\text{C}$) — внизу. Поэтому замерзание идет сверху.

№948. Нагретые детали охлаждаются в воде быстрее, чем на воздухе, потому что теплопроводность воды намного больше.

№949. Примеры изменения внутренней энергии тела в процессе теплообмена: 1) остывание горячего чая, нагрев стенок стакана; 2) нагрев металлических изделий; 3) охлаждение нагретых тел.

№950. При отсутствии ветра пламя свечи устанавливается вертикально в результате конвекции, потому что горячий воздух имеет меньшую плотность, стремится вверх и вытягивает пламя свечи вертикально.

№951. Водопроводные и канализационные трубы зарывают глубоко в землю, чтобы, используя низкую теплопроводность грунта, не допустить замерзания воды в них.

№952. Дерево обладает низкой теплопроводностью и тем самым предохраняет руку стрелка от слишком холодного или горячего ствола.

№953. Процесс теплообмена быстрее закончится в медном сосуде, так как медь обладает лучшей теплопроводностью.

№954. Мы обжигаем губы, когда пьем чай из металлической кружки, так как благодаря высокой теплопроводности температура стенок металлической кружки высока. У фарфора теплопроводность значительно ниже, температура стенок такой кружки не так высока.

№955. Вода быстрее нагреется в новом чайнике. За счет слоя накипи теплопроводность старого чайника ниже, чем нового.

№956. Температура тела человека выше 20°C . Теплообмен между человеком и водой намного интенсивнее, так как теплопроводность воды больше теплопроводности воздуха. Поэтому в воде с температурой 20°C холоднее, чем на воздухе с температурой 16°C .

№957. Металл лучше отводит тепло от бумаги и в этом месте она не перегревается.

№958. Рука человека теплее кирпича и гранита. Кирпич кажется теплее гранита, из этого следует, что гранит быстрее забирает тепло от руки, т. е. теплопроводность гранита выше.

№959. Зимой металл на ощупь холоднее дерева. Объясняется это высокой теплопроводностью металла по сравнению с деревом. В сорокоградусную жару по этой причине металл будет казаться более горячим, чем дерево, так как будет более интенсивно отдавать тепло.

№960. Зимой ноги больше мерзнут в тесной обуви, чем в просторной. В просторной обуви воздушная прослойка между ногой и обувью благодаря плохой теплопроводности воздуха будет лучше удерживать тепло, исходящее от ноги.

№961. Лучшее сохранение шерстяной одеждой тепла объясняется тем, что в шерсти содержится больше воздуха, чем в хлопке. Благодаря плохой теплопроводности воздуха шерсть лучше защищает тело от охлаждения.

№962. На зиму приствольные круги земли у плодовых деревьев покрывают слоями торфа, навоза, древесных опилок, чтобы защитить корни деревьев от замерзания. Все эти материалы обладают плохой теплопроводностью.

№963. Внутренняя энергия — это энергия хаотического (теплого) движения микрочастиц тела и энергия взаимодействия этих частиц. Поэтому к внутренней энергии тела не относятся кинетическая энергия тела как целого и его потенциальная энергия во внешних полях. Внутренняя энергия движущейся воды будет такая же, как у неподвижной, если их температуры равны. Если пренебречь выделением тепла в процессе трения винта о воду, то ответ будет — нет.

№964. Ложка защищает стакан от локального перегрева и растрескивания, равномерно распределяя струю кипятка по его поверхности. Нагревание стакана происходит более равномерно по всей поверхности.

№965. Во время сильной жары в странах Средней Азии люди носят шапки-папахи и ватные халаты. Благодаря плохой теплопроводности этих материалов они защищают людей от перегрева (при этом температура окружающего воздуха должна быть выше температуры тела человека, тогда этот способ действует).

№966. Снег — пористое, рыхлое вещество, в нем содержится воздух. Поэтому снег обладает плохой теплопроводностью и хорошо защи-

щает землю, озимые посевы, плодовые деревья от вымерзания.

№967. Давление на дно сосуда складывается из атмосферного давления и давления столба жидкости в левом колене. Когда сосуд помещают в холодную комнату, воздух в правом колене охлаждается, его давление падает и части воды из левого колена перетекает в правое. Уровень воды в левом колене понижается, следовательно, уменьшается давление на дно сосуда. Когда сосуд возвращают в теплую комнату, происходит обратный процесс. При этом вода из левого колена станет перетекать в правое, т.е. слева направо в нижней части сосуда.

№968. Все использованные мальчиком материалы (мятая бумага, подушки, опилки) обладают плохой теплопроводностью, поэтому защищают самодельный термос от охлаждения.

№969. Все пористые строительные материалы содержат воздух, который благодаря плохой теплопроводности придает им хорошие теплоизоляционные свойства.

№970. Зимой воробей нахохливается. Торчащие перья способствуют удержанию воздуха, а вместе с ним и тепла, исходящего от тела воробья.

№971. Вода, нагреваясь в рубашке двигателя, становится легче и поднимается вверх, затем охлаждается в радиаторе и опускается вниз.

№972. Холодный воздух от окна опускается вниз, а теплый воздух от батареи поднимается вверх. Происходит перемешивание воздуха и равномерный нагрев комнаты.

№973. Воздух над сушей нагревается сильнее и поднимается вверх, так как плотность его меньше, чем плотность окружающего холодного воздуха. В результате давление воздуха у поверхности Земли уменьшается и к месту пониженного давления приходит более холодный воздух с моря. Это дневной бриз. Ночью наблюдается обратное явление: суша, прогретая за день, остывает быстрее, чем вода; остывает и увеличивает свою плотность и воздух над сушей. Так возникает ночной бриз — ветер от суши к морю.

№974. Для циркуляции воздуха и лучшего охлаждения горящих электрических ламп.

№975. Охлаждающие устройства целесообразно устанавливать сверху, чтобы осуществлялась естественная конвекция.

№976—978, 980. Ответ в задачнике.

№979. Нет. Конвекционные потоки обусловлены выталкивающей силой, которая по определению равна весу вытесненного газа или

жидкости. В состоянии невесомости вес тела равен нулю. Поэтому выталкивающая сила равна нулю и конвекция невозможна.

№981. Грязный снег в солнечную погоду тает быстрее, чем чистый, потому что тела с темной поверхностью лучше поглощают солнечное излучение и сильнее нагреваются.

№982. Оболочки стратостатов красят “серебряной” краской для уменьшения поглощения солнечных лучей и нагрева оболочки.

№983. Черноземные почвы лучшегреваются солнечными лучами, чем подзолистые, так как сильнее поглощают солнечные лучи.

№984. В вагонах-ледниках промежутки между двойными стенками заполняют войлоком или пористыми веществами с низкой теплопроводностью, чтобы уменьшить теплообмен с окружающей средой (нагрев вагона). Окрашивают вагоны в желтый или белый цвет для уменьшения поглощения вагоном солнечных лучей.

№985. Летом жарче в темном платье, так как такая ткань сильнее поглощает солнечные лучи.

№986. Для повышения температуры участка почвы применяют теплицы и парники, которые используют солнечное излучение. Стекло-вые рамы или прозрачные пленки хорошо пропускают солнечные лучи. Попадая на темную почву, они поглощаются и нагревают ее. Кроме этого стекло препятствует движению теплого воздуха вверх, т. е. конвекции. Рамы также препятствуют охлаждению земли вследствие повышенного испарения влаги.

№987. Потому что вода сильнее отражает солнечные лучи.

№988. Горячая вода, оставленная в термосе, со временем охлаждается из-за теплообмена с окружающей средой через стенки термоса.

№989. Да, можно, так как теплообмен в термосе слабый и его можно использовать в качестве холодильника.

38. Измерение количества теплоты

№990. Количество теплоты, получаемое водой при нагревании, определяется по формуле $Q = cm\Delta t$, т. е. количество теплоты, полученное водой, прямо пропорционально массе воды (при равных c — удельных теплоемкостях и Δt — изменении температуры). Таким образом, наибольшее количество теплоты получает первая мензурка, так как масса воды в ней наибольшая; меньшее количество теплоты получает вторая мензурка — в ней масса воды наименьшая.

№991. Ведро воды вскипятить на спиртовке невозможно, так как количество теплоты, передаваемое за единицу времени воде в ведре от пламени спиртовки, очень мало. Значительная часть теплоты передается окружающей среде.

№992. Ответ в задачнике.

№993. Внутренняя энергия горячих металлических цилиндров, поставленных на лед, уменьшается, так как часть ее передается льду. Под стальным цилиндром растает больше всего льда (так как теплоемкость стали наибольшая) под свинцовым — меньше всего (теплоемкость свинца наименьшая).

№994. Удельная теплоемкость масла больше удельной теплоемкости стали, так как, имея равные массы, масло нагрелось на меньшую температуру.

№995. Кубики массой по 1 кг из меди, стали и алюминия при охлаждении на 1°C теряют внутреннюю энергию соответственно на величину $Q_1 = 380$ Дж; $Q_2 = 500$ Дж; $Q_3 = 920$ Дж, численно равную их удельной теплоемкости.

№996. Если массы чугунного горшка и воды, налитой в него, одинаковы, то при нагревании большее количество теплоты будет поглощаться водой, так как $c_{\text{воды}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$; $c_{\text{чугуна}} = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$.

№997. Если алюминиевую и серебряную ложки одинаковой массы и температуры опустить в кипяток, то алюминиевая ложка получит от воды почти в 4 раза большее количество теплоты благодаря тому, что $c_{\text{алюм}} = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$; $c_{\text{серебр}} = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$. То есть видим, что $c_{\text{алюм}} > c_{\text{серебр}}$ почти в 4 раза.

№998. Если стальную деталь и медную заклепку равной массы нагреть до одинаковой температуры и опустить в воду, то (поскольку удельная теплоемкость стали в 1,32 раза больше удельной теплоемкости меди) от стальной детали вода получит большее количество теплоты.

№999.

Дано:

$$V = 3 \text{ л} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 100^\circ\text{C}; t_2 = 77^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = cm(t_2 - t_1); m = \rho \cdot V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 =$$

$$= 3 \text{ кг}; Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 3 \text{ кг} \cdot (77^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) =$$

$$= -289\,800 \text{ Дж} \approx -290 \text{ кДж}.$$

Знак (-) указывает, что внутренняя энергия воды уменьшается.

№1000. График I построен для чайника, II — для воды, так как для изменения температуры на одинаковое количество градусов для воды потребует большее количество теплоты, чем для чайника.

№1001. Удельная теплоемкость воды наибольшая, а меди — наименьшая. Количество подводимого тепла и массы веществ одинаковы. Так как $Q = cm\Delta t$, то быстрее всего будет нагреваться медь (III график), медленнее — железо (II график) и еще медленнее — вода (I график).

№1002. По определению удельные теплоемкости: нафталина $130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; никеля $460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; фарфора $750 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.

№1003. Согласно экспериментальным данным удельные теплоемкости: молока $130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; золота $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; бронзы $460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; никеля $2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; глицерина $3900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.

№1004.

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}; \Delta t = 1^\circ\text{C}$$

$$Q = 2,1 \text{ кДж} = 2100 \text{ Дж}$$

$c = ?$

Решение:

$$Q = cm\Delta t; c = \frac{Q}{m\Delta t} = \frac{2100 \text{ Дж}}{5 \text{ кг} \cdot 1^\circ\text{C}} = 420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

№1005. Согласно табличным данным по удельной теплоемкости веществ для нагрева: 1 кг алюминия на 1°C требуется 920 Дж; 1 кг свинца на 2°C требуется 280 Дж; 1 кг олова на 2°C требуется 500 Дж; 1 кг платины на 3°C требуется 420 Дж; 1 кг серебра на 3°C требуется 750 Дж.

№1006.

Дано:

$$V_1 = 0,5 \text{ л} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$m_2 = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг};$$

$$m_3 = 0,2 \text{ т} = 200 \text{ кг}$$

$$V_3 = 2 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\Delta t = 1^\circ\text{C}; V_4 = 0,5 \text{ м}^3;$$

$$c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}; c_2 = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$c_3 = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}; c_4 = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$c_5 = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 = ?$

Решение:

$$Q_1 = c_1 m_1 \Delta t; m_1 = \rho_1 V_1;$$

$$Q_1 = c_1 \rho_1 V_1 \Delta t; Q_2 = c_2 m_2 \Delta t;$$

$$Q_3 = c_3 \rho_3 V_3 \Delta t; Q_4 = c_4 \rho_4 V_4 \Delta t;$$

$$Q_5 = c_5 m_5 \Delta t.$$

$$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,5 \times 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 1^\circ\text{C} = 2100 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 1^\circ\text{C} = 125 \text{ Дж};$$

$$Q_3 = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10,5 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \times 1^\circ\text{C} = 5,25 \text{ Дж};$$

$$Q_4 = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ м}^3 \cdot 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 1^\circ\text{C} = 1950 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1,95 \text{ МДж};$$

$$Q_5 = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 200 \text{ кг} \cdot 1^\circ\text{C} = 76 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 76 \text{ кДж}.$$

№1007.

Дано:

$$m = 20 \text{ кг}; \Delta t = 50^\circ\text{C}$$

$$c = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = c m \Delta t.$$

$$Q = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20 \text{ кг} \cdot 50^\circ\text{C} = 500\,000 \text{ Дж} =$$

$$= 500 \text{ кДж} = 0,5 \text{ Мдж}.$$

№1008.

Дано:

$$m = 10 \text{ г} = 0,01 \text{ кг};$$

$$c = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}; t_2 = 115^\circ\text{C}$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = cm(t_2 - t_1);$$

$$Q = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,01 \text{ кг} \cdot (115^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 500 \text{ Дж}.$$

№1009.

Дано:

$$m = 15 \text{ кг}; c = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}; t_2 = 750^\circ\text{C}$$

 $Q = ?$ Решение:

Болванка отдаст то же количество теплоты, что и получила: $Q = cm\Delta t$.

$$Q = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 15 \text{ кг} \cdot (750 - 15)^\circ\text{C} =$$

$$= 4\,189\,500 \text{ Дж} \approx 4200 \text{ кДж}.$$

№1010.

Дано:

$$V = 250 \text{ см}^3 = 250 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 100^\circ\text{C}; t_2 = 14^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = cm(t_2 - t_1); m = \rho V; Q = c\rho V(t_2 - t_1);$$

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 250 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \times$$

$$\times (14^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) = -90\,300 \text{ Дж} = -90,3 \text{ кДж}.$$

Знак (-) указывает на то, что внутренняя энергия воды уменьшается.

№1011.

Дано:

$$m = 0,35 \text{ т} = 350 \text{ кг}$$

$$c = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\Delta t = 50^\circ\text{C}$$

 $Q = ?$ Решение:

Печь отдаст количество теплоты

$$Q = cm\Delta t = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 350 \text{ кг} \cdot 50^\circ\text{C} =$$

$$= 15,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 15,4 \text{ МДж}.$$

№1012.

Дано:

$$m = 32 \text{ кг}; c = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 1115^\circ\text{C}; t_2 = 15^\circ\text{C}$$

 $Q = ?$ Решение:

Аналогично предыдущим задачам

$$Q = c m \Delta t = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 32 \text{ кг} \cdot (1115 - 15)^\circ\text{C} = 19\,008 \text{ кДж}.$$

№1013.

а) Дано:

$$V = 0,5 \text{ л} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C}; t_2 = 30^\circ\text{C}$$

$$c = 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}; \rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = c m (t_2 - t_1); m = \rho V;$$

$$Q = c \rho V (t_2 - t_1);$$

$$Q = 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,29 \text{ кг/м}^3 \times 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot (30^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 19,35 \text{ Дж}.$$

б) Дано:

$$V = 60 \text{ м}^3; t_1 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 20^\circ\text{C}; c_V = 720 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

 $\Delta U = ?$ Решение:

При постоянном объеме газ работы не совершает. Поэтому $\Delta U = Q$. $Q = c_V m (t_2 - t_1) = c_V \rho V (t_2 - t_1) = 720 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,29 \text{ кг/м}^3 \cdot 60 \text{ м}^3 \times 20^\circ\text{C} = 1114,56 \cdot 10^3 \text{ Дж} \approx 1,1 \text{ МДж}$. Внутренняя энергия воздуха в баке увеличивается.

№ 1014.

Дано:

$$m = 1,5 \text{ т} = 1500 \text{ кг}; t_1 = 30^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 20^\circ\text{C}; c = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = c m \Delta t = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \times 1500 \text{ кг} \cdot 10^\circ\text{C} = 13,2 \text{ МДж}.$$

№1015.

Дано:

$$m_1 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$V_2 = 1,5 \text{ л} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_1 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = Q_1 + Q_2; Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t_1); Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t_1);$$

$$m_2 = \rho \cdot V_2; Q_2 = c_2 \rho V_2 (t_2 - t_1);$$

$$Q_1 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) =$$

$$= 14,72 \cdot 10^3 \text{ Дж}; Q_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \times$$

$$\times 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 504 \cdot 10^3 \text{ Дж};$$

$$Q = 14,72 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 504 \cdot 10^3 \text{ Дж} =$$

$$= 518,72 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 518,72 \text{ кДж}.$$

№1016.

Дано:

$$m_1 = 0,8 \text{ кг}$$

$$V_2 = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 10^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = ?$$

Решение:

Вспользуемся формулами предыдущей задачи:

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t_1) = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,8 \text{ кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 66,24 \text{ кДж};$$

$$Q_2 = c_2 \rho V_2 (t_2 - t_1) = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \times 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 1890 \text{ кДж};$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 66,24 \text{ кДж} + 1890 \text{ кДж} = 1956,24 \text{ кДж}.$$

№1017.

Дано:

$$m_1 = 65 \text{ кг}$$

$$V = 200 \text{ л} = 0,2 \text{ м}^3$$

$$t_1 = 4^\circ\text{C}; t_2 = 29^\circ\text{C}$$

$$c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_1 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2$; $Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t_1)$ — количество теплоты, полученное баком. $Q_2 = c_2 \rho V (t_2 - t_1)$ — количество теплоты, полученное водой.

$$Q_1 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 65 \text{ кг} \cdot (29^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C}) = 747\,500 \text{ Дж} = 747,5 \cdot 10^3 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ м}^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \times (29^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C}) = 21\,000 \cdot 10^3 \text{ Дж};$$

$$Q = 21\,000 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 747,5 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 21\,747,5 \text{ кДж}.$$

№1018.

Дано:

$$N = 300; m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$t_1 = 70^\circ\text{C}; t_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$c = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = cm (t_2 - t_1); m = N m_1;$$

$$Q = c N m_1 (t_2 - t_1) = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 300 \cdot 5 \text{ кг} \cdot (20^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}) = -6600 \cdot 10^4 \text{ Дж} = -66 \text{ МДж}.$$

Кирпичная печь отдаст 66 МДж теплоты.

№1019.

Дано:

$$t_1 = 15^\circ\text{C}; t_2 = 25^\circ\text{C}$$

$$l = 100 \text{ м}; b = 6 \text{ м}; h = 2 \text{ м}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$m = \rho V = \rho l b h;$$

$$Q = cm (t_2 - t_1) = c \rho l b h (t_2 - t_1) =$$

$$= 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 100 \text{ м} \cdot 6 \text{ м} \times 2 \text{ м} \cdot (25^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}) = 50,4 \cdot 10^9 \text{ Дж}.$$

№1020.

Дано:

$$Q = 10 \text{ Дж}; \rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$V = 200 \text{ см}^3 = 200 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $\Delta t = ?$ Решение:

$$Q = cm \Delta t = c \rho V \Delta t; \quad \Delta t = \frac{Q}{c \rho V};$$

$$\Delta t = \frac{10 \text{ Дж}}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 200 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3} \approx$$

 $\approx 0,01^\circ\text{C}$. Температура увеличится на $0,01^\circ\text{C}$.

№1021.

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$Q = 280 \text{ Дж}; c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $\Delta t = ?$ Решение:

$$Q = cm \Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{Q}{cm}; \Delta t = \frac{280 \text{ Дж}}{140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг}} = 20^\circ\text{C}.$$

Температуру надо повысить на 20°C .

№1022.

Дано:

$$m = 20 \text{ г} = 0,02 \text{ кг}$$

$$\Delta U = 1 \text{ кДж} = 10^3 \text{ Дж}$$

$$c = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $\Delta t = ?$ Решение:

Внутренняя энергия олова уменьшилась на количество отданного тепла $\Delta U = Q$. $Q = cm \Delta t$. Поэтому

$$\Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{10^3 \text{ Дж}}{250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,02 \text{ кг}} = 200^\circ\text{C}.$$

№1023.

а) Дано:

$$t_1 = 15^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$Q = 178,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $m = ?$ Решение:

$$Q = cm(t_2 - t_1); \quad m = \frac{Q}{c(t_2 - t_1)};$$

$$m = \frac{178,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})} = 0,5 \text{ кг}.$$

б) Дано:

$$V_2 = 3 \text{ л} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$\theta = 35^\circ\text{C}; \rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $V_1 = ?$ Решение:

Пренебрегая потерями теплоты, можно считать, что количество теплоты, отданное горячей водой, равно количеству теплоты, полученное холодной водой, т. е. составить равенство $Q_1 = Q_2(1)$; $Q_1 = cm_1(\theta - t_1)$ — количество теплоты, полученное холодной водой.

$Q_1 = c\rho V_1(\theta - t_1)$; $Q_2 = cm_2(t_2 - \theta)$ — количество теплоты, отданное горячей и водой. $Q_2 = c\rho V_2(t_2 - \theta)$. Подставим значения Q_1 и Q_2 в уравнение (1): $c\rho V_1(\theta - t_1) = c\rho V_2(t_2 - \theta)$, сократим на c, ρ :

$$V_1(\theta - t_1) = V_2(t_2 - \theta) \Rightarrow V_1 = \frac{V_2(t_2 - \theta)}{(\theta - t_1)} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 65^\circ \text{С}}{20^\circ \text{С}} =$$

$= 9,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 9,75 \text{ л}$. Первоначальный объем воды 9,75 л.

(В задачнике допущена опечатка, нет значения начальной температуры холодной воды. Значение взято из сборника задач предыдущего выпуска.)

в) Дано: | Решение:

$V_1 = 3 \text{ л}$
 $t_1 = 10^\circ \text{С}$
 $t_2 = 100^\circ \text{С}$
 $V_2 = ?$ | Воспользуемся соотношением, полученным в предыдущей задаче: $V_1(\theta - t_1) = V_2(t_2 - \theta)$. Отсюда

$$V_2 = V_1 \frac{\theta - t_1}{t_2 - \theta} = 3 \text{ л} \cdot \frac{40^\circ \text{С}}{50^\circ \text{С}} = 2,4 \text{ л}.$$

г) Дано: | Решение:

$V_1 = 40 \text{ л}$; $t_1 = 6^\circ \text{С}$
 $t_2 = 96^\circ \text{С}$; $\theta = 36^\circ \text{С}$
 $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$
 $m = ?$ | Как и в предыдущей задаче, найдем объем доливаемой горячей воды:

$$V_2 = V_1 \frac{\theta - t_1}{t_2 - \theta} = 40 \text{ л} \cdot \frac{30^\circ \text{С}}{60^\circ \text{С}} = 20 \text{ л}.$$

Масса воды $m = \rho V_2 = 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 20 \text{ кг}$.

№1024.

Дано: | Решение:

$t_1 = 20^\circ \text{С}$; $t_2 = 24^\circ \text{С}$
 $m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$
 $Q = 152 \text{ Дж}$
 $c = ?$ | $Q = cm(t_2 - t_1) \Rightarrow c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} = \frac{152 \text{ Дж}}{0,1 \text{ кг} \cdot 4^\circ \text{С}} =$

$= 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$. Это могут быть медь или латунь.

№1025.

Дано: | Решение:

$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$
 $t_1 = 20^\circ \text{С}$; $t_2 = 40^\circ \text{С}$
 $Q = 280 \text{ Дж}$
 $c = ?$ | Аналогично решению предыдущей задачи:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} = \frac{280 \text{ Дж}}{0,1 \text{ кг} \cdot 20^\circ \text{С}} = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}.$$

№1026.

Дано:

$$m = 0,1 \text{ кг}; t_2 = 32^\circ\text{C}$$

$$Q = 5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$c = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = ?$$

Решение:

$$t_1 = t_2 + \Delta t; Q = cm \Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{5 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг}} =$$

$$= 200^\circ\text{C}; t_1 = 200^\circ\text{C} + 32^\circ\text{C} = 232^\circ\text{C}.$$

№1027.

Дано:

$$V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 100^\circ\text{C}; \rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = 1680 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_2 = ?$$

Решение:

$$t_2 = t_1 - \Delta t; \Delta t = \frac{Q}{cm} = \frac{Q}{c\rho V};$$

$$\Delta t = \frac{1680 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} =$$

$$= 80^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}.$$

№1028.

Дано:

$$t_2 = 20^\circ\text{C}; m = 0,2 \text{ кг}$$

$$Q = 30,4 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$c = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = ?$$

Решение:

$$t_1 = t_2 + \Delta t; Q = cm \Delta t; \Delta t = \frac{Q}{cm};$$

$$\Delta t = \frac{30,4 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг}} = 400^\circ\text{C}.$$

$$t_1 = 400^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C} = 420^\circ\text{C}.$$

№1029.

а) Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}; m_2 = 0,8 \text{ кг}$$

$$c_1 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$\Delta t_1 = ?$$

Решение:

$Q_1 = Q_2$; $Q_1 = c_1 m_1 \Delta t_1$ — изменение энергии алюминиевой детали. $Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t_1)$ — изменение энергии воды. $c_1 m_1 \Delta t_1 = c_2 m_2 (t_2 - t_1)$;

$$\Delta t_1 = \frac{c_2 m_2 (t_2 - t_1)}{c_1 m_1};$$

$$\Delta t_1 = \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,8 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C}}{920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг}} = 182,6^\circ\text{C}.$$

б) Дано:

$$V_1 = 50 \text{ л} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$V_2 = 30 \text{ л} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}; t_2 = 75^\circ\text{C}$$

 $\theta = ?$

Решение:

Составим уравнение теплового баланса:

 $Q_1 + Q_2 = 0$ (1). $Q_1 = cm_1(\theta - t_1)$ — количество теплоты, полученное холодной водой.

 $Q_2 = cm_2(\theta - t_2)$ — количество теплоты,
отданное горячей водой. Подставим в (1), заменив m через $\rho \cdot V$.
 $\rho V_1(\theta - t_1) + \rho V_2(\theta - t_2) = 0$; сократим на ρ : $V_1(\theta - t_1) + V_2(\theta - t_2) = 0$;
откроем скобки: $V_1\theta - V_1t_1 + V_2\theta - V_2t_2 = 0$; $\theta(V_1 + V_2) = V_1t_1 + V_2t_2$;

$$\theta = \frac{V_1t_1 + V_2t_2}{V_1 + V_2} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 15^\circ\text{C} + 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 75^\circ\text{C}}{80 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 37,5^\circ\text{C}.$$

в) Дано:

$$V_1 = 60 \text{ л}; t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 50 \text{ л}; t_2 = 90^\circ\text{C}$$

 $\theta = ?$

Решение:

Воспользуемся формулой, полученной в предыдущем примере:

$$\theta = \frac{V_1t_1 + V_2t_2}{V_1 + V_2} = \frac{60 \text{ л} \cdot 10^\circ\text{C} + 50 \text{ л} \cdot 90^\circ\text{C}}{60 \text{ л} + 50 \text{ л}} = 46,4^\circ\text{C}.$$

№1030.

Дано:

$$m_1 = 4 \text{ кг}; m_2 = 4 \text{ кг}$$

$$\Delta t_1 = 63^\circ\text{C}; \Delta t_2 = 13,2^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = Q_2; c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $c_1 = ?$

Решение:

По условию $Q_1 = Q_2$ (1). $Q_1 = c_1 m_1 \Delta t_1$ — количество теплоты, необходимое для нагревания кирпича.
 $Q_2 = c_2 m_2 \Delta t_2$ — количество теплоты, идущее на нагревание воды. Подставим Q_1 и Q_2 в уравнение (1).

 $c_1 m_1 \Delta t_1 = c_2 m_2 \Delta t_2$;

$$c_1 = \frac{c_2 m_2 \Delta t_2}{m_1 \Delta t_1} = \frac{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 4 \text{ кг} \cdot 13,2^\circ\text{C}}{4 \text{ кг} \cdot 63^\circ\text{C}} = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}.$$

№1031.

Дано:

$$N = 75 \text{ Вт}$$

$$t = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}$$

$$V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = A$$

 $\Delta t = ?$

Решение:

По условию $A = Q$ (1). Работа, производимая двигателем, полностью идет на нагревание воды.
 $A = N \cdot t$. $Q = cm \Delta t = c \rho V \Delta t$. Подставим значения A и Q в (1). $N \cdot t = c \rho V \Delta t$. $\Delta t = \frac{Nt}{c \rho V}$;

$$\Delta t = \frac{75 \text{ Вт} \cdot 300 \text{ с}}{4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} \approx 1,07^\circ\text{C}.$$

Температура воды повысилась на $1,07^\circ\text{C}$.

№1032.

Дано:

$$m = 1,2 \text{ кг}; t = 1,5 \text{ мин} = 90 \text{ с}$$

$$\Delta t = 20^\circ\text{C}; \eta = 40\% = 0,4$$

$$c = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $A - ?; N - ?$ Решение:

$\eta = \frac{Q}{A}$; $Q = cm\Delta t$ — количество теплоты, идущее на нагревание молотка. A — работа, производимая молотком.

$$A = \frac{Q}{\eta} = \frac{cm\Delta t}{\eta}; N = \frac{A}{t}; A = \frac{500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,2 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{C}}{0,4} =$$

$$= 30 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 30 \text{ кДж}; N = \frac{30 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{90 \text{ с}} = 333,3 \text{ Вт.}$$

39. Удельная теплота сгорания топлива

№1033. Удельная теплота сгорания березовых, сосновых и осиновых дров практически одинакова, поэтому при полном сгорании одинаковых масс таких дров выделяется одинаковое количество теплоты.

№1034. Чтобы рассчитать количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании соснового полена, необходимо знать массу полена и его удельную теплоемкость q (в таблице). Тогда $Q = m \cdot q$.

№1035.

Дано:

$$m_1 = 15 \text{ кг}; m_2 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$q_1 = 34 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$q_2 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $Q_1 - ?; Q_2 - ?$ Решение:

$$Q_1 = q_1 m_1 = 34 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 15 \text{ кг} =$$

$$= 510 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 510 \text{ МДж};$$

$$Q_2 = q_2 m_2 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 0,2 \text{ кг} =$$

$$= 9,2 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 9,2 \text{ МДж};$$

№1036.

Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}; m_2 = 10 \text{ кг}$$

$$q_1 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$q_2 = 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $Q_1 - ?; Q_2 - ?$ Решение:

$$Q_1 = m_1 q_1 = 5 \text{ кг} \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 230 \text{ МДж};$$

$$Q_2 = m_2 q_2 = 10 \text{ кг} \cdot 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 300 \text{ МДж};$$

№1037.

Дано:

$$m_1 = 25 \text{ г} = 0,025 \text{ кг}$$

$$q_1 = 3,8 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$m_2 = 0,5 \text{ т} = 500 \text{ кг}$$

$$q_2 = 14 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$m_3 = 1500 \text{ кг}; q_2 = 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$Q_1 - ?; Q_2 - ?; Q_3 - ?$$

Решение:

$$Q_1 = m_1 q_1 = 0,025 \text{ кг} \cdot 3,8 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 95 \text{ кДж};$$

$$Q_2 = m_2 q_2 = 500 \text{ кг} \cdot 14 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 7 \cdot 10^9 \text{ Дж};$$

$$Q_3 = m_3 q_3 = 1500 \text{ кг} \cdot 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 45 \cdot 10^9 \text{ Дж};$$

№1038.

Дано:

$$V = 5 \text{ м}^3$$

$$\rho = 700 \text{ кг/м}^3$$

$$q = 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$Q - ?$$

Решение:

$$Q = m q; m = \rho V; Q = \rho V q;$$

$$Q = 700 \text{ кг/м}^3 \cdot 5 \text{ м}^3 \cdot 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 45 500 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 45 500 \text{ МДж}.$$

№1039.

$$\text{Керосин: } Q = \rho V q = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,25 \text{ м}^3 \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 9,2 \cdot 10^9 \text{ Дж};$$

$$\text{Спирт: } Q = \rho V q = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,00005 \text{ м}^3 \cdot 27 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 1,08 \text{ МДж};$$

$$\text{Бензин: } Q = \rho V q = 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 816,5 \text{ МДж};$$

$$\text{Нефть: } Q = \rho V q = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,25 \text{ м}^3 \cdot 44 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 8,8 \cdot 10^9 \text{ Дж}.$$

№1040.

Дано:

$$m_1 = 2 \text{ кг}; m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$q_1 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$q_2 = 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$(Q_1 - Q_2) - ?$$

Решение:

$$Q_1 = q_1 m_1; Q_2 = q_2 m_2;$$

$$Q_1 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} = 92 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$Q_2 = 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} = 26 \cdot 10^6 \text{ Дж};$$

$$Q_1 - Q_2 = 92 \cdot 10^6 \text{ Дж} - 26 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 66 \text{ МДж}.$$

№1041.

Дано:

$$m_1 = m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$q_1 = 120 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$q_2 = 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$Q_1 / Q_2 - ?$$

Решение:

$$Q_1 = q_1 m_1; Q_2 = q_2 m_2; \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{q_1 m_1}{q_2 m_2};$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{120 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 1 \text{ кг}}{13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 1 \text{ кг}} \approx 9,2 \approx 9 \text{ (раз)}.$$

№1042.

Дано:

$m_1 = 2 \text{ кг}; m_2 = 3 \text{ кг}$

$q_1 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$q_2 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$Q = ?$

Решение:

При полном сгорании 2 кг бензина и 3 кг керосина выделится количество теплоты:

$Q = Q_1 + Q_2; \quad Q_1 = q_1 m_1; \quad Q_2 = q_2 m_2;$

$$Q = q_1 m_1 + q_2 m_2 = 2 \text{ кг} \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} + 3 \text{ кг} \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 230 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 230 \text{ МДж.}$$

№1043.

Дано:

$V_1 = 1,5 \text{ л} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$q_1 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$\rho_1 = 710 \text{ кг/м}^3$

$V_2 = 0,5 \text{ л} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

$q_2 = 27 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$

$Q = ?$

Решение:

Масса бензина $m_1 = \rho_1 V_1$, масса спирта $m_2 = \rho_2 V_2$. Общая теплота сгорания смеси

$$Q = Q_1 + Q_2 = m_1 q_1 + m_2 q_2 = \rho_1 V_1 q_1 + \rho_2 V_2 q_2 = 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} + 800 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 27 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 48,99 \text{ МДж} + 10,8 \text{ МДж} = 59,79 \text{ МДж.}$$

№1044.

Дано:

$V_1 = 0,01 \text{ м}^3; q_1 = 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$\rho_1 = 400 \text{ кг/м}^3; m_2 = 5 \text{ кг}$

$q_2 = 14 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$Q = ?$

Решение:

Аналогично решению предыдущих задач

$$Q = Q_1 + Q_2 = \rho_1 V_1 q_1 + m_2 q_2 = 400 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,01 \text{ м}^3 \cdot 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} + 5 \text{ кг} \cdot 14 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 52 \text{ МДж} + 70 \text{ МДж} = 122 \text{ МДж.}$$

№1045.

Дано:

$V_1 = 2 \text{ м}^3; q_1 = 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$m_2 = 1500 \text{ кг}; q_2 = 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$

$Q = ?$

Решение:

Аналогично решению предыдущих задач

$$Q = Q_1 + Q_2 = \rho_1 V_1 q_1 + m_2 q_2 = 400 \text{ кг/м}^3 \cdot 2 \text{ м}^3 \cdot 13 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} + 1500 \text{ кг} \cdot 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 10,4 \cdot 10^9 \text{ Дж} + 45 \cdot 10^9 \text{ Дж} = 55,4 \cdot 10^9 \text{ Дж.}$$

№1046.

а) Дано:

$m = 10 \text{ кг}$

$Q = 2,9 \cdot 10^7 \text{ Дж}$

$q = ?$

Решение:

$$Q = qm \Rightarrow q = \frac{Q}{m}; \quad q = \frac{2,9 \cdot 10^7 \text{ Дж}}{10 \text{ кг}} = 2,9 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

6) Дано:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 1 \text{ г} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \\
 q &= 44 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}; \quad Q = E \\
 g &= 10 \text{ Н/кг} \\
 m_2 &= 4 \cdot 7,25 \text{ кг} \\
 h &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

По условию задачи $Q = E$ (1). $Q = m_1 q$ — количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг нефти. $E = m_2 g h$ — потенциальная энергия груза (четырёх молотов) на высоте h . $m_1 q = m_2 g h$;

$$h = \frac{m_1 q}{m_2 g}; \quad h = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 44 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}}{29 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 152 \text{ м.}$$

№1047.

6) Дано:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 10^{-3} \text{ кг} \\
 m_2 &= 0,4 \text{ кг} \\
 q &= 44 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \\
 h &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

Из решения предыдущей задачи получаем:

$$h = \frac{m_1 q}{m_2 g}; \quad h = \frac{10^{-3} \text{ кг} \cdot 44 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}}{0,4 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 11 \cdot 10^3 \text{ м} = 11 \text{ км.}$$

№1048.

Дано:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= 1,5 \cdot 10^8 \text{ Дж} \\
 q &= 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \\
 Q_2 &= 1,8 \cdot 10^5 \text{ кДж} = 1,8 \cdot 10^8 \text{ Дж} \\
 m_1 &= ?; \quad m_2 = ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= \frac{Q_1}{q} = \frac{1,5 \cdot 10^8 \text{ Дж}}{30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} = 5 \text{ кг}; \\
 m_2 &= \frac{Q_2}{q} = \frac{1,8 \cdot 10^8 \text{ Дж}}{30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} = 6 \text{ кг.}
 \end{aligned}$$

№1049.

Дано:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= 20 \text{ т} = 20 \cdot 10^3 \text{ кг} \\
 q_1 &= 1,5 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг} \\
 q_2 &= 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \\
 Q_1 &= Q_2 \\
 m_2 &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

По условию задачи, при сгорании торфа и каменного угля выделяется одинаковое количество энергии. $Q_1 = Q_2$; $Q_1 = m_1 q_1$; $Q_2 = m_2 q_2$;

$$m_1 q_1 = m_2 q_2 \Rightarrow m_2 = \frac{m_1 q_1}{q_2};$$

$$m_2 = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 1,5 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}}{30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} = 10 \cdot 10^3 \text{ кг} = 10 \text{ т.}$$

№1050.

Дано:

$$q_1 = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$q_2 = 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$V_1 = 6 \text{ м}^3; Q_1 = Q_2$$

$$\rho = 710 \text{ кг/м}^3$$

 $m_2 = ?$

$$q_1 \rho_1 V_1 = q_2 m_2; m_2 = \frac{q_1 \rho_1 V_1}{q_2} = \frac{46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 6 \text{ м}^3}{30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} = 6532 \text{ кг.}$$

Решение:

По условию задачи $Q_1 = Q_2$. $Q_1 = m_1 q_1 = q_1 \rho_1 V_1$ — количество теплоты, выделяющееся при сгорании бензина. $Q_2 = m_2 q_2$ — количество теплоты, выделяющееся при сгорании каменного угля.

№1051.

Дано:

$$t_1 = 14^\circ\text{C}; t_2 = 50^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 2 \text{ кг}; Q_1 = Q_2$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$q = 27 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $m_2 = ?$ Решение:

По условию $Q_1 = Q_2$ (1). $Q_1 = m_1 c (t_2 - t_1)$; $Q_2 = m_2 q$;

$$m_1 c (t_2 - t_1) = m_2 q; m_2 = \frac{m_1 c (t_2 - t_1)}{q};$$

$$m_2 = \frac{2 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж/кг} \cdot 36^\circ\text{C}}{27 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} = 112 \cdot 10^{-4} \text{ кг} = 11,2 \text{ г.}$$

№1052.

Дано:

$$t_1 = 14^\circ\text{C}; t_2 = 50^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m_2 = 30 \text{ г} = 0,03 \text{ кг}$$

$$q = 27 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $m_1 = ?$ Решение:

По условию $Q_1 = Q_2$. Получаем уравнение

$$m_1 c (t_2 - t_1) = m_2 q. \text{ Отсюда}$$

$$m_1 = \frac{m_2 q}{c (t_2 - t_1)} = \frac{0,03 \text{ кг} \cdot 27 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 36^\circ} \approx 5,36 \text{ кг.}$$

№1053.

Дано:

$$V_1 = 100 \text{ л} = 0,1 \text{ м}^3$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m_2 = 0,5 \text{ кг}$$

$$q = 34 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $\Delta t = ?$ Решение:

$$Q_1 = Q_2; Q_1 = \rho V c \Delta t; Q_2 = m_2 q;$$

$$\Delta t = \frac{m_2 q}{\rho V c} = \frac{0,5 \text{ кг} \cdot 34 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}}{10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,1 \text{ м}^3 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} \approx 40,5^\circ\text{C.}$$

№1054.

Дано:

$$m_1 = 22 \text{ кг}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m_2 = 0,01 \text{ кг}$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$\Delta t = ?$$

Решение:По условию $Q_1 = Q_2$. $Q_1 = cm_1 \Delta t$;

$$Q_2 = m_2 q;$$

$$\Delta t = \frac{m_2 q}{cm_1} = \frac{0,01 \text{ кг} \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 22 \text{ кг}} \approx 5^\circ\text{C}.$$

40. Плавление и отвердевание

№1055. Температура отвердевания (кристаллизации) ртути -39°C , на севере же температура может быть ниже -39°C , поэтому используют спиртовые термометры, так как температура кристаллизации спирта -114°C .

№1056. Температура таяния льда 0°C . Поэтому, чтобы снег начал таять, он должен нагреться до 0°C .

№1057. Ствол орудия не плавится, так как масса сгорающего пороха невелика и количество теплоты, выделяемое при их сгорании недостаточно, чтобы нагреть массивный ствол до температуры плавления. Кроме этого происходит постоянный теплообмен между стволом орудия и окружающей средой.

№1058. На рисунке "а" представлен график остывания свинца в теплом помещении, так как температура остывания расплавленного свинца и температура остывания после кристаллизации уменьшаются постепенно и кристаллизация медленная. На графике "б" температура расплавленного свинца и температура кристаллического свинца уменьшаются быстрее и сам процесс кристаллизации протекает быстрее.

№1059. При длительных стоянках зимой воду из радиаторов выливают для того, чтобы она не замерзла. При замерзании вода расширяется и может разрушить двигатель.

№1060. Оболочки космических кораблей и ракет делают из тугоплавких металлов, потому что, двигаясь с высокой скоростью в плотных слоях атмосферы, они нагреваются до высоких температур и могли бы расплавиться.

№1061. При спаивании стальных деталей пользуются медным припоем, но при паянии медных деталей не пользуются стальным припоем, так как температура плавления меди — 1083°C , стали — 1400°C .

№1062. При пайке массивных деталей невозможно обойтись маленьким паяльником, так как количество теплоты, передаваемое маленьким паяльником, для пайки недостаточно. Паяльник не прогреет детали.

№1063. Во время плавления кристаллического тела вся подводимая к телу энергия идет на разрыв связей между атомами, т. е. на разрушение кристаллической решетки, поэтому температура не растет. При кристаллизации решетка восстанавливается и энергия освобождается.

№1064. Не замерзнет. И в первом, и во втором случаях системы будут находиться в тепловом равновесии и у воды в пакетах тепло не будет забираться.

№1065. 1. Участки AB и GH соответствуют твердому состоянию Pb , так как температура плавления свинца 327°C . 2. Участки BC и FG — участки плавления и кристаллизации Pb . 3. Участки CD и EF — участки, соответствующие жидкому состоянию Pb . 4. Участок GH соответствует быстрому остыванию свинца.

№1066. Данному случаю соответствует второй график, так как удельная теплоемкость воды вдвое больше удельной теплоемкости льда и третий участок графика более пологий, чем первый.

№1067. График нагревания и плавления олова изображен на рис. 268, внизу. $t_{\text{пл}} = 232^{\circ}\text{C}$.

№1068. График, представленный на рис. 269, составлен для воды. Вода охлаждается в течение 20 мин, затем 30 мин идет процесс кристаллизации. Участок графика DE говорит о том, что температура льда не изменяется. Если взять воду большей массы, то точки A , B , C отделились бы друг от друга большим интервалом времени.

№1069. Все перечисленные вещества имеют следующие температуры плавления: железо 1539°C ; медь 1083°C ; цинк 420°C ; сталь 1400°C ; серебро 960°C ; золото 1063°C . Следовательно при температуре 1000°C в жидком состоянии будут цинк и серебро. Все остальные металлы будут находиться в твердом состоянии.

№1070. Для плавления бруска алюминия потребуется в 3,9 раза больше количества теплоты, чем для плавления бруска серого чугуна равных масс взятых при температуре плавления, так как удельная теплота плавления алюминия $\lambda = 39 \cdot 10^4$ Дж/кг, а серого чугуна $\lambda = 10 \cdot 10^4$ Дж/кг.

№1071.

Дано:

$$\begin{aligned} t_1 &= t_{\text{пл. Al}}; \quad t_2 = t_{\text{пл. Cu}} \\ m_1 &= m_2 = 1 \text{ кг} \\ \lambda_{\text{Al}} &= 39 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \\ \lambda_{\text{Cu}} &= 21 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \end{aligned}$$

$\Delta Q = ?$

Решение:

$$\Delta Q = Q_{\text{Al}} - Q_{\text{Cu}}; \quad Q_{\text{Al}} = \lambda_{\text{Al}} \cdot m_1; \quad Q_{\text{Cu}} = \lambda_{\text{Cu}} \cdot m_2;$$

$$Q_{\text{Al}} = 1 \text{ кг} \cdot 39 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 39 \cdot 10^4 \text{ Дж};$$

$$Q_{\text{Cu}} = 1 \text{ кг} \cdot 21 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 21 \cdot 10^4 \text{ Дж};$$

$$\Delta Q = 39 \cdot 10^4 \text{ Дж} - 21 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 18 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 180 \text{ кДж}.$$

№1072. Ответ в задачнике.

№1073. Огородные культуры в случае заморозков поливают водой для предохранения их от вымерзания. Вода обладает большой удельной теплотой кристаллизации. Выделяющееся при замерзании воды тепло спасает растения.

№1074. Внутренняя энергия 1 кг ртути, свинца и меди, взятых при их температурах плавления, увеличивается. Соответственно у 1 кг: ртути — на $1 \cdot 10^4$ Дж; свинца — на $2,5 \cdot 10^4$ Дж; меди — на $21 \cdot 10^4$ Дж.

№1075.

Дано:

$$\begin{aligned} m_1 &= 2 \text{ кг}; \quad m_2 = 1 \text{ кг} \\ m_3 &= 5 \text{ кг}; \quad m_4 = 10 \text{ кг} \\ \lambda_1 &= 14 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \\ \lambda_2 &= 5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \\ \lambda_3 &= 27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \\ \lambda_4 &= 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \end{aligned}$$

$$Q_1 = ?; \quad Q_2 = ?;$$

$$Q_3 = ?; \quad Q_4 = ?$$

Решение:

Уменьшение внутренней энергии тела при кристаллизации определяется по формуле $Q = \lambda m$.

$$Q_1 = 2 \text{ кг} \cdot 14 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 280 \text{ кДж};$$

$$Q_2 = 1 \text{ кг} \cdot 5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 59 \text{ кДж};$$

$$Q_3 = 5 \text{ кг} \cdot 27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 135 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 1350 \text{ кДж};$$

$$Q_4 = 10 \text{ кг} \cdot 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 340 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 3400 \text{ кДж};$$

№1076.

Дано:

$$m_1 = m_2 = m_3 = m_4 =$$

$$= m_5 = 1 \text{ кг}$$

$$\lambda_1 = 27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$\lambda_2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$\lambda_3 = 10 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$\lambda_4 = 10 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$\lambda_5 = 1 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$Q_1/Q_2 - ?$$

$$Q_1/Q_3 - ?$$

$$Q_1/Q_4 - ?$$

$$Q_1/Q_5 - ?$$

Решение:

$$Q_1 = \lambda_1 m_1; \quad Q_2 = \lambda_2 m_2; \quad Q_3 = \lambda_3 m_3;$$

$$Q_4 = \lambda_4 m_4; \quad Q_5 = \lambda_5 m_5;$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}}{14 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}} \approx 1,93 \text{ раза больше;}$$

$$\frac{Q_1}{Q_3} = \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}}{10 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}} = 2,7 \text{ раза больше;}$$

$$\frac{Q_1}{Q_4} = \frac{\lambda_1}{\lambda_4} = \frac{27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}}{10 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}} = 2,7 \text{ раза больше;}$$

$$\frac{Q_1}{Q_5} = \frac{\lambda_1}{\lambda_5} = \frac{27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}}{1 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}} = 27 \text{ раз больше.}$$

№1077. Удельная теплота плавления льда $34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$, его удельная теплоемкость $2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. Следовательно,

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\lambda m}{cm \Delta t} = \frac{\lambda}{c \Delta t} = \frac{34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}}{2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1^\circ\text{C}} \approx 162 \text{ раза больше.}$$

№1078.

Дано:

$$m_1 = m_2 = m_3 = 10 \text{ г} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$\lambda_1 = 10 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$\lambda_2 = 6,7 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$\lambda_3 = 11 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$Q_1 - ?; \quad Q_2 - ?; \quad Q_3 - ?$$

Решение:

$$Q_1 = \lambda_1 m_1; \quad Q_2 = \lambda_2 m_2; \quad Q_3 = \lambda_3 m_3;$$

$$Q_1 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 1000 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 6,7 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 670 \text{ Дж};$$

$$Q_3 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 11 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 1100 \text{ Дж.}$$

№1079.

Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}; \quad t_1 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = -1^\circ\text{C}; \quad t_3 = -10^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 39 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q_1 - ?; \quad Q_2 - ?;$$

$$Q_3 - ?$$

Решение:

Температура таяния льда 0°C . Следовательно, если лед имеет температуру -1°C или -10°C , его сначала надо нагреть до температуры плавления, а затем только расплавить.

$$Q_1 = \lambda m; \quad Q_2 = cm(t_1 - t_2) + \lambda m;$$

$$Q_3 = cm(t_1 - t_3) + \lambda m;$$

$$Q_1 = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 5 \text{ кг} = 170 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} = 1700 \text{ кДж.}$$

$$Q_2 = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot 1^\circ\text{C} + 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 5 \text{ кг} = \\ = 10,5 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 1700 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1710,5 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1710,5 \text{ кДж};$$

$$Q_3 = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot 10^\circ\text{C} + 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 5 \text{ кг} = \\ = 105 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 1700 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 1805 \text{ кДж.}$$

№1080.

Дано:

$$1) m_0 = 1 \text{ г} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$t_1 = 27^\circ\text{C}; t_2 = 327^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

2) олово

$$m = 10 \text{ г} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$t_1 = 32^\circ\text{C}; t_2 = 232^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$1) Q_1 - ?; 2) Q_2 - ?$$

Решение:

Расчет количества теплоты для свинца и олова идентичен. $Q = Q_1 + Q_2$. Q_1 — количество теплоты, необходимое для нагревания вещества тела до температуры плавления; Q_2 — количество теплоты, необходимое для плавления тела.

$$1) \text{ Свинец. } Q = Q_1 + Q_2. Q = cm(t_2 - t_1) + \lambda m.$$

$$Q = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 300^\circ\text{C} + 2,5 \times \\ \times 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 42 \text{ Дж} + 25 \text{ Дж} = 67 \text{ Дж.}$$

2) Олово.

$$Q = Q_1 + Q_2. Q = cm(t_2 - t_1) + \lambda m.$$

$$Q = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 200^\circ\text{C} + 5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = \\ = 500 \text{ Дж} + 590 \text{ Дж} = 1090 \text{ Дж.}$$

№1081.

Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$t_1 = 27^\circ\text{C}; t_2 = 327^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q - ?$$

Решение:

Решение аналогично предыдущей задаче:

$$Q = cm(t_2 - t_1) + \lambda m =$$

$$= 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 300^\circ\text{C} + 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \times \\ \times 0,5 \text{ кг} = 21 \text{ Дж} + 12,5 \text{ Дж} = 33,5 \text{ Дж.}$$

№1082.

Дано:

$t_1 = 20^\circ\text{C}; t_2 = 420^\circ\text{C}$

$\lambda = 12 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$

$m = 0,5 \text{ кг}; c = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

 $Q = ?$ Решение:

$Q = cm(t_2 - t_1) + \lambda m =$

$= 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 400^\circ\text{C} + 12 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \times$
 $\times 0,5 \text{ кг} = 76 \text{ Дж} + 60 \text{ Дж} = 136 \text{ Дж}.$

№1083.

Дано:

$m = 4000 \text{ кг}; t_1 = 39^\circ\text{C}$

$t_2 = 1539^\circ\text{C}; \lambda = 27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$

$c = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

 $Q = ?$ Решение:

$Q = cm(t_2 - t_1) + \lambda m = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 4000 \text{ кг} \times$
 $\times 1500^\circ\text{C} + 27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 4000 \text{ кг} =$
 $= 2,76 \cdot 10^9 \text{ Дж} + 1,08 \cdot 10^9 \text{ Дж} =$
 $= 3,84 \cdot 10^9 \text{ Дж}.$

№1084.

Дано:

$m = 10 \text{ г} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$t_{\text{пл}} = 960^\circ\text{C}; t_1 = 60^\circ\text{C}$

$\lambda = 10 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}; c = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

 $Q = ?$ Решение:

Выделившаяся энергия равна сумме энергий, выделившихся при кристаллизации и последующем остывании до температуры t_1 , т. е.

$Q = Q_1 + Q_2. Q = cm(t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda m =$

$= 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 900^\circ\text{C} + 10 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 2250 \text{ Дж} +$
 $+ 1000 \text{ Дж} = 3250 \text{ Дж}.$

№1085.

Дано:

$V = 2 \cdot 5 \cdot 10 \text{ см}^3 = 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

$t_{\text{пл}} = 327^\circ\text{C}; \lambda = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$

$t_1 = 27^\circ\text{C}; c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$\rho = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

 $Q = ?$ Решение:

Аналогично предыдущей задаче.

$Q = \lambda m + cm(t_{\text{пл}} - t_1). m = \rho \cdot V.$

$m = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 1,13 \text{ кг}.$

$Q = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 1,13 \text{ кг} + 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \times$
 $\times 1,13 \text{ кг} \cdot 300^\circ\text{C} = 2,825 \cdot 10^4 \text{ Дж} + 4,746 \times$
 $\times 10^4 \text{ Дж} = 7,571 \cdot 10^4 \text{ Дж} \approx 75,7 \text{ кДж}.$

№1086.

Дано:

$$m = 50 \text{ кг}; t_{\text{пл}} = 1539^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 39^\circ\text{C}; \lambda = 27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = Q_1 + Q_2. Q = \lambda m + cm (t_{\text{пл}} - t_1) =$$

$$= 27 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 50 \text{ кг} + 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 50 \text{ кг} \times \\ \times 1500^\circ\text{C} = 135 \cdot 10^5 \text{ Дж} + 345 \cdot 10^5 \text{ Дж} = \\ = 480 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 48 \text{ МДж.}$$

№1087.

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C}; t_2 = 30^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $Q = ?$ Решение:

Лед плавится при 0°C и образовавшаяся вода нагревается до 30°C . $Q = Q_1 + Q_2$. $Q_1 = \lambda m$;

$$Q_2 = c_v m (t_2 - t_1). Q = \lambda m + c_v m (t_2 - t_1).$$

$$Q = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} + 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot 30^\circ\text{C} = \\ = 68 \cdot 10^4 \text{ Дж} + 25,2 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 93,2 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 932 \text{ кДж.}$$

№1088.

Дано:

$$t_1 = -10^\circ\text{C}; t_{\text{пл}} = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}; m = 20 \text{ кг}$$

$$c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $Q = ?$ Решение:

Лед нагревается от -10°C до 0°C — Q_1 ; плавится при 0°C — Q_2 , и затем образовавшаяся вода нагревается от 0°C до 100°C — Q_3 . $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$.

$$Q_1 = c_{\text{л}} m (t_{\text{пл}} - t_1); Q_2 = \lambda m; Q_3 = c_{\text{в}} m (t_2 - t_{\text{пл}}).$$

$$Q = c_{\text{л}} m (t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda m + c_{\text{в}} m (t_2 - t_{\text{пл}}) =$$

$$= 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20 \text{ кг} \cdot 10^\circ\text{C} + 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 20 \text{ кг} +$$

$$+ 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C} = 4,2 \cdot 10^5 \text{ Дж} + 68 \cdot 10^5 \text{ Дж} + 84 \cdot 10^5 \text{ Дж} = \\ = 156,2 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 15,62 \text{ МДж.}$$

№1089.

Дано:

$$V = 750 \text{ см}^3 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 12^\circ\text{C}; t_{\text{пл}} = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = -5^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $Q = ?$ Решение:

Масса воды $m = \rho V = 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 0,75 \text{ кг}$. Аналогично предыдущей задаче, отданное тепло считаем по формуле

$$Q = mc_{\text{в}} (t_1 - t_{\text{пл}}) + \lambda m + mc_{\text{л}} (t_{\text{пл}} - t_2) =$$

$$= 0,75 \text{ кг} \cdot 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 12^\circ\text{C} + 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \times$$

$$\times 0,75 \text{ кг} + 0,75 \text{ кг} \cdot 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 5^\circ\text{C} =$$

$$= 37,8 \text{ кДж} + 255 \text{ кДж} + 7,875 \text{ кДж} = 300,675 \text{ кДж.}$$

№1090.

Дано:

$$m = 10 \text{ кг}; t_1 = -20^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{пл}} = 0^\circ\text{C}; t_2 = 15^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q - ?$$

Решение:

Считаем количество теплоты, которое пошло на нагревание и плавление льда и на нагрев воды:

$$Q = mc_{\text{л}}(t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda m + mc_{\text{в}}(t_2 - t_{\text{пл}}) =$$

$$= m[c_{\text{л}}(t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda + c_{\text{в}}(t_2 - t_{\text{пл}})] =$$

$$= 10 \text{ кг} \cdot (2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} + 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} +$$

$$+ 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 15^\circ\text{C}) = 10 \text{ кг} \cdot (42 + 340 +$$

$$+ 63) \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} = 445 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 4450 \text{ кДж}.$$

№1091.

Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}; t_1 = -20^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{пл}} = 0^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$Q_{\text{AB}} - ?; Q_{\text{BC}} - ?;$$

$$Q_{\text{CD}} - ?$$

Решение:

$Q_{\text{AB}} = c_{\text{л}} m (t_{\text{пл}} - t_1)$ — нагревание льда от -20°C до температуры плавления; $Q_{\text{BC}} = \lambda m$ — плавление льда при $t_{\text{пл}}$; $Q_{\text{CD}} = c_{\text{в}} m (t_2 - t_{\text{пл}})$ — нагревание воды от $t_{\text{пл}}$ до 100°C ;

$$Q_{\text{AB}} = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{C} = 21 \cdot 10^3 \text{ Дж} =$$

$$= 21 \text{ кДж}. Q_{\text{BC}} = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 0,5 \text{ кг} = 170 \cdot 10^3 \text{ Дж} =$$

$$= 170 \text{ кДж}. Q_{\text{CD}} = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C} =$$

$$= 210 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 210 \text{ кДж}.$$

№1092.

Дано:

$$m = 80 \text{ кг}; t_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 1165^\circ\text{C}; c = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$Q - ?$$

Решение:

При отвердевании чугуна выделяется количество теплоты $Q_1 = \lambda m$. При остывании заготовки выделится еще энергия

$$Q = mc(t_2 - t_1). Q = Q_1 + Q_2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \times$$

$$\times 80 \text{ кг} + 80 \text{ кг} \cdot 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (1165 - 25)^\circ\text{C} =$$

$$= 11,2 \text{ МДж} + 41,952 \text{ МДж} = 53,152 \text{ МДж}.$$

№1093.

Дано:

$t_1 = 427^\circ\text{C}; t_{\text{пл}} = 327^\circ\text{C}$

$t_2 = 27^\circ\text{C}$

$c_1 = 170 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$c_2 = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$\lambda = 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$

$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$

$Q = ?$

Решение:

Свинец, остывая от 427°C до $t_{\text{пл}}$, отдает количество теплоты Q_1 , кристаллизуясь — Q_2 и, остывая от температуры $t_{\text{пл}}$ до $t_2 = 27^\circ\text{C}$, отдает еще количество теплоты Q_3 , т.е. всего $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$.

$Q = c_1 m (t_1 - t_{\text{пл}}) + \lambda m + c_2 m (t_{\text{пл}} - t_2).$

$$Q = 170 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C} + 2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \times \\ \times 0,1 \text{ кг} + 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 300^\circ\text{C} =$$

$$= 1,7 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 2,5 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 8,4 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 8,4 \text{ кДж}.$$

№1094.

Дано:

$m_1 = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$

$c_1 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$m_2 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$

$c_2 = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$\lambda = 5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$

$t_1 = 32^\circ\text{C}; t_2 = 232^\circ\text{C}$

$Q = ?$

Решение:

На нагревание коробки пошло количество теплоты

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t_1) = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,3 \text{ кг} \cdot 200^\circ\text{C} = 27,6 \text{ кДж}.$$

На нагревание и плавление олова была затрачена энергия

$$Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t_1) + \lambda m_2 = 250 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \times \\ \times 200^\circ\text{C} + 5,9 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 0,1 \text{ кг} = 5 \text{ кДж} + 5,9 \text{ кДж} = \\ = 10,9 \text{ кДж}. Q = Q_1 + Q_2 = 27,6 \text{ кДж} + 10,9 \text{ кДж} = \\ = 38,5 \text{ кДж}.$$

№1095.

Дано:

$t_1 = 800^\circ\text{C}; t_2 = 0^\circ\text{C}$

$m_1 = 3 \text{ кг}$

$\lambda = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$

$c = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

$m_2 = ?$

Решение:

Охлаждаясь, железная заготовка отдаст количество теплоты $Q_1 = m_2 c (t_1 - t_2)$. Расплавляясь, лед при $t = 0^\circ\text{C}$ поглотит количество теплоты $Q_2 = \lambda m_1$. По закону сохранения энергии $Q_1 = Q_2$. Получаем уравнение $m_2 c (t_1 - t_2) = \lambda m_1$. Отсюда

$$m_2 = m_1 \frac{\lambda}{c(t_1 - t_2)} = 3 \text{ кг} \cdot \frac{34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}}{460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 800^\circ\text{C}} = 2,77 \text{ кг}.$$

41. Испарение. Кипение

№1096. Температура воды в открытом стакане всегда ниже температуры воздуха в комнате, потому что с поверхности воды испаряются молекулы, обладающие самой большой кинетической энергией; внутренняя энергия воды в стакане уменьшается, следовательно понижается и температура.

№1097. Ответ в задачнике

№1098. В глиняном сосуде не покрытом глазурью огромное количество микроскопических отверстий, поэтому испарение молока происходит по всей поверхности кувшина; температура его понижается и молоко дольше сохраняется свежим.

№1099. Испарение жидкости происходит быстрее в ветреную погоду, так как испаряемые молекулы уносятся ветром.

№1100. Высыхание белья даже при сильном морозе объясняется тем, что твердые тела тоже испаряются (сублимация). Так испаряется в мороз и лед.

№1101. При выходе из реки после купания даже в жаркую погоду человек ощущает холод, потому что влага с его тела начинают интенсивно испаряться.

№1102. Ответ в задачнике.

№1103. Образование в домах и на общественном транспорте льда с внутренней стороны окон объясняется тем, что теплый влажный воздух, соприкасаясь с холодными стеклами, конденсируется и мельчайшие капли воды замерзают.

№1104. Вспотевшую на морозе лошадь покрывают попоной для предотвращения испарения пота и переохлаждения животного.

№1105. Сырые дрова горят хуже сухих, потому что при горении они выделяют влагу. Для ее испарения затрачивается дополнительная энергия и температура горения понижается.

№1106. Участок *AB* соответствует процессу нагревания воды от 20°C до 100°C . Участок *BC* соответствует процессу кипения. Участок *BC* параллелен оси времени, потому что температура кипящей воды не изменяется и пока вся вода не превратится в пар, эта температура не изменится.

№1107. Учащиеся начали отсчет с температуры примерно $16-17^{\circ}\text{C}$. За первые 4 минуты температура изменилась на $75^{\circ}\text{C} - 17^{\circ}\text{C} = 58^{\circ}\text{C}$. За последние 2 минуты наблюдения температура возросла примерно с 90°C до 100°C на 10°C . Быстрее вода нагревается в начале опыта — график круче. В конце 4-й минуты $t_4 \approx 75^{\circ}\text{C}$. Температура поднимется до 60°C примерно через 2,7 мин.

№1108. 1. Через 25 мин после начала наблюдения температура воды была 40°C . 2. Вода остыла до температуры 50°C чеерз 15 мин после начала наблюдения. 3. За первые 10 мин вода остыла примерно на 40°C ($97^{\circ}\text{C} - 57^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{C}$). 4. Вода остывала быстрее в начале опыта.

№1109. Самовар с раскаленными углями не распаивается, когда в него налита вода, так как во время кипения воды ее температура не изменяется, все подводимое тепло идет на парообразование. В случае, когда воды нет, все подводимое тепло идет на нагревание самого самовара.

№1110—1111, 1113. Ответ в задачнике.

№1112. Самую высокую температуру кипения (горизонтальный участок графика) имеет вода (кривая 3), меньшую — спирт (кривая 2) и самую низкую — эфир (кривая 1).

№1114. При температуре 100°C ббльшей внутренней энергией обладает пар на количество теплоты парообразования (при равных массах воды и пара).

№1115.

Дано:

$$m = 1 \text{ г} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$t = 100^{\circ}\text{C}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$Q - ?$$

Решение:

При конденсации пара выделяется количество теплоты $Q = L \cdot m$. $Q = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 2,3 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 2,3 \text{ кДж}$.

№1116.

Дано:

$$m_1 = 0,01 \text{ кг}; m_2 = 0,002 \text{ кг}$$

$$L_1 = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$L_2 = 0,9 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$m_3 = 0,008 \text{ кг}$$

$$L_3 = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$Q_1 - ?; Q_2 - ?; Q_3 - ?$$

Решение:

Необходимо затратить следующее количество теплоты: $Q_1 = L_1 \cdot m_1 = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \times 0,01 \text{ кг} = 23 \text{ кДж}$; $Q_2 = L_2 \cdot m_2 = 0,9 \times 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 0,002 \text{ кг} = 1,8 \text{ кДж}$; $Q_3 = L_3 \cdot m_3 = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 0,008 \text{ кг} = 3,2 \text{ кДж}$.

№1117.

Дано:

$$m = 2,5 \text{ кг}; t = 100^\circ\text{C}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = L \cdot m. \quad Q = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 2,5 \text{ кг} = \\ = 5,75 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 5,75 \text{ МДж.}$$

№1118.

Дано:

$$m = 10 \text{ г} =$$

$$= 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $Q = ?$ Решение:

Вода сначала нагревается от 0 до 100°C — Q_1 ,
затем превращается в пар при 100°C — Q_2 .

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad Q_1 = cm(t_2 - t_1); \quad Q_2 = Lm;$$

$$Q = cm(t_2 - t_1) + Lm.$$

$$Q = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C} + 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \times \\ \times 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 23 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 27,2 \text{ кДж.}$$

№1119.

Дано:

$$V = 0,5 \text{ л} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $Q = ?$ Решение:

Излишним является количество теплоты,
затраченное на превращение в пар 0,5 л
воды, т. е. $Q = L \cdot m$; $m = \rho \cdot V$; $Q = L \cdot \rho \cdot V$.

$$Q = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = \\ = 1,15 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 1,15 \text{ МДж}$$

№1120.

Дано:

$$V_1 = 1,2 \text{ л} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 15^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 50 \text{ см}^3 = 50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $Q = ?$ Решение:

$$Q = cm_1(t_2 - t_1) + Lm_2; \quad m_1 = V_1\rho; \quad m_2 = V_2\rho;$$

$$Q = cV_1\rho(t_2 - t_1) + LV_2\rho.$$

$$Q = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \times \\ \times 85^\circ\text{C} + 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 = \\ = 428,4 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 115 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 543,4 \cdot 10^3 \text{ Дж} = \\ = 543,4 \text{ кДж.}$$

№1121.

Дано:

$$m_1 = 0,75 \text{ кг}; m_2 = 0,25 \text{ кг}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $Q = ?$ Решение:

На нагревание воды израсходовано

$$Q_1 = cm_1(t_2 - t_1) = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,75 \text{ кг} \times \times 80^\circ\text{C} = 252 \text{ кДж.}$$

На испарение части воды уйдет

$$Q_2 = m_2 L = 0,25 \text{ кг} \cdot 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 575 \text{ кДж.}$$

Всего затрачено $Q = Q_1 + Q_2 =$

$$= 252 \text{ кДж} + 575 \text{ кДж} = 827 \text{ кДж.}$$

№1122.

Дано:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$t_1 = 100^\circ\text{C}; t_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 $Q = ?$ Решение:При конденсации пара выделяется $Q_1 = Lm =$

$$= 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 10 \text{ кг} = 23 \text{ МДж.}$$

При охлаждении воды выделится $Q_2 = cm(t_1 - t_2) =$

$$= 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot 10 \text{ кг} \cdot 80^\circ\text{C} = 3,36 \text{ МДж.}$$

Всего получится $Q = Q_1 + Q_2 =$

$$= 23 \text{ МДж} + 3,36 \text{ МДж} = 26,36 \text{ МДж.}$$

№1123.

Дано:

$$V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 14^\circ\text{C}; t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $Q = ?$ Решение:

Для получения 5 л дистиллированной воды нужно нагреть и испарить

$$m = \rho V = 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 5 \text{ кг воды.}$$

На это уйдет количество теплоты

$$Q = cm(t_2 - t_1) + Lm = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \cdot 5 \text{ кг} \times$$

$$\times 86^\circ\text{C} + 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 5 \text{ кг} = 1806 \text{ кДж} +$$

$$+ 11500 \text{ кДж} = 13306 \text{ кДж.}$$

№1124.

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}; t_1 = -10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 0^\circ\text{C}; t_3 = 100^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$$

$$c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

 $Q = ?$ Решение:Общее количество теплоты рассчитывается по формуле $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$. $Q_1 = c_1 m(t_2 - t_1)$ —количество теплоты, идущее на нагревание льда от -10°C до 0°C . $Q_2 = \lambda m$ — количество теплоты, идущее на плавление льда при 0°C . $Q_3 = c_2 m(t_3 - t_2)$ — количество теплоты, идущее на нагревание воды от 0°C до 100°C . $Q_4 = Lm$ — количество теплоты, необходимое для превращения в пар воды при 100°C .

То есть $Q = c_1 m (t_2 - t_1) + \lambda m + c_2 m (t_3 - t_2) + Lm = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \times$
 $\times 10^\circ\text{C} + 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} + 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot 100^\circ\text{C} + 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \times$
 $\times 2 \text{ кг} = 4,2 \cdot 10^4 \text{ Дж} + 68 \cdot 10^4 \text{ Дж} + 84 \cdot 10^4 \text{ Дж} + 460 \cdot 10^4 \text{ Дж} = 616,2 \cdot 10^4 \text{ Дж} =$
 $= 6,162 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 6,162 \text{ МДж}.$

№1125.Дано:

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2; \quad t_1 = 0^\circ\text{C} \\ t_2 &= 100^\circ\text{C}; \quad m_2 = 8 \text{ кг} \\ \lambda &= 34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг} \\ L &= 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \\ m_1 &= ? \end{aligned}$$

Решение:

По условию $Q_1 = Q_2$. $Q_1 = \lambda m_1$ — количество теплоты, необходимое для плавления льда массой m_1 . $Q_2 = Lm_2$ — количество теплоты, которое освобождается при конденсации водяного

пара массой m_2 . $\lambda m_1 = Lm_2 \Rightarrow m_1 = \frac{Lm_2}{\lambda};$

$$m_1 = \frac{2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 8 \text{ кг}}{34 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}} = 54,1 \text{ кг}.$$

42. Тепловые явления

№1126. При нагревании колбы с водой вода испаряется, давление пара повышается, становится выше атмосферного. Пар, вырываясь из трубки, заставляет вращаться колесо. Внутренняя энергия топлива превращается в тепловую энергию, затем в энергию пара, часть которой превращается в кинетическую энергию вращения колеса.

№1127, 1132, 1137. Ответ в задачнике.

№1128. В установке, изображенной на рис. 277, используется тепловая энергия пламени; при выстреле из пушки — тепловая энергия, образующаяся при сгорании пороха.

№1129. Для того, чтобы охлаждение двигателя происходило медленно. Иначе из-за резких механических деформаций двигатель может выйти из строя.

№1130. Перечень можно продолжить: автомобиль, трактор, ракета, пароход, тепловоз, теплоход и т. д.

№1131. Двигатель внутреннего сгорания применяется в мотосанях, бензопилах, автомобилях, самолетах, теплоходах, тепловозах, тракторах и т. д.

№1133. Большей внутренней энергией газообразная смесь в цилиндре двигателя внутреннего сгорания обладает в начале такта “рабочий ход”, так как ее температура выше, чем в конце такта.

№1134. Жидкое распыленное топливо обладает большей внутренней энергией в конце такта “сжатия”, так как выше его давление.

№1135. В начале такта “рабочий ход” нагретые газы, расширяясь, совершают работу, их внутренняя энергия уменьшается, температура понижается.

№1136. Температура отработанного пара в турбинах ниже, чем у поступающего к лопаткам турбины, потому что пар, прошедший через лопатки турбины, отдал им часть своей внутренней энергии.

№1138. Оба клапана в четырехтактном двигателе внутреннего сгорания закрыты во время такта “сжатие” и “рабочий ход” (т. е. 2-й и 3-й такты).

№1139. КПД уменьшается, окружающая среда засоряется.

№1140.

Дано:

$$t = 1 \text{ ч} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}$$

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$q = 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$N = 1,5 \text{ кВт} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$\eta = ?$

Решение:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} \cdot 100\%. \quad A_{\text{п}} = N \cdot t; \quad A_3 = Q = m q.$$

$$\eta = \frac{Nt}{mq} \cdot 100\% = \frac{1,5 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}}{5 \text{ кг} \cdot 30 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} \cdot 100\% = 3,6\%.$$

№1141—1142.

Дано:

$$A_{\text{п1}} = \frac{1}{5} Q; \quad A_{\text{п2}} = \frac{1}{4} Q$$

$\eta_1 = ?; \quad \eta_2 = ?$

Решение:

$$\eta_1 = \frac{A_{\text{п1}}}{Q} \cdot 100\%; \quad \eta_1 = \frac{\frac{1}{5} Q}{Q} \cdot 100\% = 20\%;$$

$$\eta_2 = \frac{A_{\text{п2}}}{Q} \cdot 100\%; \quad \eta_2 = \frac{\frac{1}{4} Q}{Q} \cdot 100\% = 25\%.$$

КПД второй турбины выше.

42. Тепловые явления

№1143.

Дано:

$$A_{\text{п}} = 1,89 \cdot 10^7 \text{ Дж}$$

$$m = 1,5 \text{ кг}$$

$$q = 4,2 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$\eta - ?$$

Решение:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} \cdot 100\%. \quad A_3 = Q = m q.$$

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{m q} \cdot 100\% = \frac{1,89 \cdot 10^7 \text{ Дж}}{1,5 \text{ кг} \cdot 4,2 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} \cdot 100\% = 30\%.$$

№1144.

Дано:

$$A_{\text{п}} = 2,3 \cdot 10^4 \text{ кДж} =$$

$$2,3 \cdot 10^7 \text{ Дж}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$\eta - ?$$

Решение:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} \cdot 100\%. \quad A_3 = Q = m q.$$

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{m q} \cdot 100\% = \frac{2,3 \cdot 10^7 \text{ Дж}}{2 \text{ кг} \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} \cdot 100\% = 25\%.$$

№1145.

Дано:

$$t = 3 \text{ ч} = 10,8 \cdot 10^3 \text{ с}$$

$$\eta = 25\% = 0,25$$

$$m = 24 \text{ кг}$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$N - ?$$

Решение:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3}; \quad A_{\text{п}} = N \cdot t; \quad A_3 = Q = m q.$$

$$\eta = \frac{N t}{m q} \Rightarrow N = \frac{\eta m q}{t}.$$

$$N = \frac{0,25 \cdot 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 24 \text{ кг}}{10,8 \cdot 10^3 \text{ с}} \approx$$

$$= 25,555 \cdot 10^3 \text{ Вт} \approx 25,6 \text{ кВт}.$$

№1146.

Дано:

$$N = 36 \text{ кВт} =$$

$$= 36 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$t = 1 \text{ ч} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}$$

$$m = 14 \text{ кг}$$

$$q = 46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$\eta - ?$$

Решение:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3}; \quad A_{\text{п}} = N \cdot t; \quad A_3 = Q = m q.$$

$$\eta = \frac{N t}{m q} \cdot 100\% = \frac{36 \cdot 10^6 \text{ Вт} \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}}{46 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 14 \text{ кг}} \cdot 100\% \approx$$

$$\approx 20,1\%.$$

43. Влажность воздуха

№1147. Температура фруктов оказывается ниже точки росы — температуры, при которой пар в воздухе становится насыщенным и начинается его конденсация на поверхности фруктов.

№1148. Влажный, так как его плотность меньше плотности сухого воздуха. Плотность сухого воздуха $1,29 \text{ кг/м}^3$, а плотность даже насыщенного пара при 100°C составляет $0,6 \text{ кг/м}^3$. Поэтому их смесь легче сухого воздуха того же объема.

№1149. Пар, находящийся над поверхностью туалетной воды в закрытом флаконе, при постоянной температуре является насыщающим, так как находится в динамическом равновесии со своей жидкостью.

№1150. По табл. 10 с. 198 $\rho = 600 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3 = 0,6 \text{ кг/м}^3$.

№1151. При нагревании вода во фляге испарилась, давление ее возросло и она начала расширяться, возвращая фляге первоначальный объем.

№1152. Если объем сосуда уменьшить при постоянной температуре, то масса жидкости увеличится, а масса насыщающего пара уменьшится, так как давление насыщающего пара должно остаться тем же самым. Поэтому часть пара сконденсируется.

№1153. При изменении объема насыщающего пара его давление не изменится, так как давление насыщающего пара при постоянной температуре не зависит от объема, а зависит только от температуры.

№1154.

Дано:

$$V = 20 \text{ м}^3$$

$$m = 100 \text{ г}$$

$$\rho = ?$$

Решение:

Абсолютная влажность ρ — количество водяного пара (в граммах), содержащееся в 1 м^3 воздуха.

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \rho = \frac{100 \text{ г}}{20 \text{ м}^3} = 5 \text{ г/м}^3.$$

№1155. Да, является. Табл. 10 с. 198.

№1156. Зависимость плотности насыщающего пара в воздухе от температуры является нелинейной, так как, например, при росте температуры от 0°C до 10°C плотность растет на $(9,4 - 4,84) = 4,56 \text{ г/м}^3$, а при увеличении температуры от 20°C до 30°C плотность увеличивается на $(30,3 - 17,3) = 13 \text{ г/м}^3$.

№1157.

Дано:

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \text{ м}^3 \\ m_1 &= 2,41 \text{ г} \\ \rho_n &= 4,84 \text{ г/м}^3 \\ \rho/\rho_n &= ?; \\ \varphi &= ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{V_1}{m_1}; \quad \rho = \frac{241 \text{ г}}{1 \text{ м}^3} = 241 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}; \quad \frac{\rho}{\rho_n} = \frac{241 \text{ г/м}^3}{4,84 \text{ г/м}^3} = 0,5; \\ \varphi &= \frac{\rho}{\rho_n} \cdot 100\% = 0,5 \cdot 100\% = 50\%. \end{aligned}$$

№1158. Относительная влажность воздуха, насыщенного водяным паром, равна 100%.

№1159. При повышении температуры абсолютная влажность воздуха

$\left(\rho = \frac{m}{V}\right)$ остается неизменной, а плотность насыщающих паров ρ_n увеличивается (см. табл. 10). Так как $\varphi = \frac{\rho}{\rho_n} \cdot 100\%$, то относительная влажность φ понижается.

№1160. Уменьшение абсолютной влажности приводит к увеличению относительной при понижении температуры.

№1161.

Дано:

$$\begin{aligned} \varphi &= 60\% = 0,6; \quad t = 20^\circ\text{С} \\ V &= 6 \times 4 \times 3,5 \text{ м}^3 = 84 \text{ м}^3 \\ m &= ? \end{aligned}$$

Решение:

По таблице находим $\rho_n = 17,3 \text{ г/м}^3$.

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{\rho}{\rho_n} \Rightarrow \rho = \varphi \rho_n; \quad m = V \cdot \rho; \quad m = V \cdot \varphi \cdot \rho_n = \\ &= 84 \text{ м}^3 \cdot 0,6 \cdot 17,3 \text{ г/м}^3 = 871,9 \text{ г} \approx 872 \text{ г}. \end{aligned}$$

№1162. При температуре 30°С и влажности воздуха 30% с поверхности тела испаряется жидкость (пот) и температура тела понижается. При повышенной влажности жидкость с поверхности тела не испаряется, тело перегревается, хотя температура воздуха 25°С .

№1163.

Дано:

$$\begin{aligned} \varphi &= 95\% = 0,95 \\ t &= 25^\circ\text{С} \\ t_p &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Температура, при которой появляется туман, — точка росы. Это температура, когда пар становится насыщенным. $\varphi = \frac{\rho}{\rho_n} \Rightarrow \rho = \varphi \cdot \rho_n$. $\rho_n = 23 \text{ г/м}^3$ (табл. 10).
 $\rho = 0,95 \cdot 23 \text{ г/м}^3 = 21,85 \text{ г/м}^3$. $t_p = 24^\circ\text{С}$.

№1164.

Дано:

$t = 2^{\circ}\text{C}; \varphi = 60\% = 0,6$

$t_1 = -3^{\circ}\text{C}; t_2 = -4^{\circ}\text{C}$

$t_3 = -5^{\circ}\text{C}$

$t_p = ?$

Решение:

Найдем температуру, соответствующую точке росы, и сравним ее с t_1 , t_2 и t_3 .

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_n}; \quad \rho = \varphi \cdot \rho_n; \quad \rho_n = 5,6 \text{ г/м}^3;$$

$\rho = 0,6 \cdot 5,6 \text{ г/м}^3 = 3,36 \text{ г/м}^3$; $t_p \approx -4,5^{\circ}\text{C}$. Иней выпадет, если температура упадет до -5°C .

№1165.

Дано:

$t = 18^{\circ}\text{C}; t_p = 10^{\circ}\text{C}$

$\varphi = ?$

Решение:

По определению $\varphi = \frac{\rho}{\rho_n} \cdot 100\%$. ρ и ρ_n находим

из табл. 10. Плотность паров, соответствующая точке росы при 10°C равна $9,4 \text{ г/м}^3$. Плотность насыщающего пара

при 18°C $\rho_n = 15,4 \text{ г/м}^3$. $\varphi = \frac{9,4 \text{ г/м}^3}{15,4 \text{ г/м}^3} \cdot 100\% \approx 61\%$.

№1166. Если показания сухого и влажного психрометров одинаковые, относительная влажность воздуха равна 100%.

№1167.

Дано:

$t_{\text{вл}} = 10^{\circ}\text{C}$

$t_c = 14^{\circ}\text{C}$

$\varphi = ?$

Решение:

$$\Delta t = t_c - t_{\text{вл}} = 14^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C} = 4^{\circ}\text{C}.$$

По табл. 11 находим $\varphi = 60\%$. По табл. 10 находим давление насыщенных паров при 14°C . $p = 12,2 \text{ мм рт. ст.}$

№1168.

Дано:

$t_c = t_{\text{вл}} = 4^{\circ}\text{C}$

$t_c = 16^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{вл}} = ?$

Решение:

По табл. 10 находим давление насыщенных паров при 4°C : $6,1 \text{ мм рт. ст.}$ При 16°C давление насыщенных паров из табл. 10 равно $13,6 \text{ мм рт. ст.}$ Так как при повышении температуры давление пара осталось неизменным, то

$\varphi = \frac{6,1}{13,6} \cdot 100\% = 45\%$. Из табл. 11 найдем разность показаний сухого и влажного термометров при этой влажности и $t = 16^{\circ}\text{C}$. $\Delta t = 6^{\circ}\text{C}$. Отсюда показание влажного термометра: $16^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}$.

VII. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

44. Электризация тел

№1169. При расчесывании волос эбонитовым или пластмассовым гребнем происходит разделение зарядов, волосы и гребень электризуются — получают заряды противоположных знаков — и волосы притягиваются к расческе.

№1170. При трении между шкивом и ремнем происходит разделение и накопление зарядов (ремень и шкив электризуются). При достижении определенной величины заряда между ними проскакивает искра.

№1171. При натирании листа бумаги щеткой или тряпкой лист электризуется и притягивается к нейтральной стене, в которой происходит поляризация молекул стены. Если поднести наэлектризованный лист бумаги к мелконарезанным кусочкам, то в них происходит перераспределение зарядов и в ближайших собираются заряды противоположного знака, нежели на листе; бумажки притягиваются к листу.

№1172. Да. Заряженный шарик притянется к пальцу, незаряженный — нет.

№1173. Если шарика электроскопа коснуться заряженным телом, то листочки электроскопа разойдутся, так как зарядятся одноименными зарядами.

№1174. Ответ в задачнике.

№1175. Если заряженного положительным зарядом шарика коснуться пальцем, то электроны из пальца перейдут на шарик, шарик станет нейтральным и масса его увеличится на массу перешедших электронов.

№1176. Если заряженного отрицательным зарядом шарика коснуться пальцем, то избыточные электроны перейдут из шарика на палец, масса шарика уменьшится, а заряд шарика станет нейтральным.

№1177. При соприкосновении шариков, имеющих противоположные по знаку заряды, избыточные электроны с одного шара перейдут на другой (положительный). Масса отрицательно заряженного шара уменьшится, а положительно заряженного — увеличится.

№1178. В 1, 2, 3 и 6 случаях шарик будет притягиваться к наэлектризованной палочке; в 4 и 5 случаях шарик отталкивается от палочки.

№1179. Шарик *А* имеет положительный заряд, шарик *Б* — отрицательный.

№1180—1181. Шарики *А* и *Б* имеют отрицательные заряды, причем по углу отклонения нити можно сказать, что заряд шарика *Б* больше по модулю.

№1182. 1 и 2 шарики — (+), 3 и 4 — (—).

№1183—1184. Извлекая стержень из меха, мы электризуем оба тела, причем эбонитовая палочка заряжается отрицательным зарядом, а мех положительным. Заряды передаются от меха электроскопу и листочки электроскопа расходятся. Если стержень вновь вставить в мех, то листочки опадут, так как заряды нейтрализуются.

№1185—1186. Песчинки электризуются при трении о воронку и друг о друга и переносят заряд шару. Чтобы узнать знак заряда, надо поднести наэлектризованную эбонитовую палочку к электроскопу. Если листочки электроскопа будут еще больше расходиться, то электроскоп показывал (—) заряд, а если листочки сойдутся, то (+).

№1187. Ответ в задачнике.

№1188. Нужно поднести палочку к электроскопу, не касаясь его. Если лепесточки электроскопа разойдутся, он заряжен отрицательно. Если сойдутся — положительно.

№1189. В результате электростатической индукции на кончике пальца будут концентрироваться заряды противоположные по знаку заряду электроскопа. Заряды на стержне электроскопа будут собираться на шарике, их концентрация на листочках уменьшится, листочки опадут.

№1190. У шарика (—) заряд, у листочков (+) заряд.

№1191. Ответ в задачнике.

№1192. Ответ в задачнике.

№1193. Стержень электроскопа делают металлическим, потому что металлы — хорошие проводники и заряды легко передаются листочкам электроскопа.

№1194. Проводники электрического тока — серебро, бронза, сталь, уголь, графит, водный раствор соли, алюминий, медь, водный раствор медного купороса. Изоляторы — медный купорос, стекло, пластмасса, песок, бетон, воск, бензин, шелк, сахар, раствор сахара, воздух, вода.

№1195. В воздухе всегда есть заряженные частицы. К электроскопу будут стремиться частицы, имеющие противоположный заряд. Постепенно они нейтрализуют заряд электроскопа.

№1196. Эбонитовая палочка — это изолятор. По нему заряды не могут передвигаться свободно, как по проводнику, а находятся в “связанном” состоянии на поверхности. Поэтому требуется “собирать” заряды с поверхности диэлектрика.

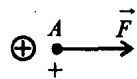
№1197. Шелк — хороший изолятор и кроме этого плохо впитывает воду (влага из воздуха — проводник электрического тока).

№1198. Тело человека — хороший проводник и, если пальцем коснуться шарика электроскопа, то заряды перейдут на тело человека.

№1199. Ответ в задачнике.

№1200. Нижний конец молниеотвода закапывают глубоко, во влажные слои земли, чтобы электрический заряд беспрепятственно ушел в землю, так как влажная земля — хороший проводник.

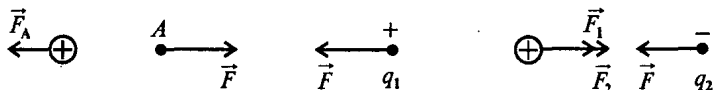
45. Электрическое поле

№1201.  Сила, действующая на пылинку, будет направлена по радиусу от заряда.

№1202. Поле заряженной пылинки действует на заряженный шар с силой, равной по величине, направленной в противоположную сторону.

№1203. Если по модулю заряды q_1 и q_2 равны, то и силы равны по величине, но противоположны по направлению, так как заряды имеют разные знаки, а расстояния от зарядов до шара одинаковые.

№1204.



Силы $\vec{F}_{12}$ и $\vec{F}_{21}$ — это силы взаимодействия зарядов q_1 и q_2 друг с другом, $\vec{F}$ — силы взаимодействия зарядов с шаром.

№1205. Ответ в задачнике.

№1206. Кусочек ватки, поднесенный к одному из шаров электрофорной машины, получает от него одноименный заряд, отталкивается и касается другого шара машины, где заряд ватки нейтрализуется. Ватка получает заряд противоположного знака, вновь отталкивается (от второго шара) и движется к первому шару. Все повторяется.

№1207. Обе капельки имели (–) заряд. Заряд первой капельки по модулю больше заряда второй капельки.

№1208. Да. Скорость движения пылинки увеличится, так как пылинка была заряжена отрицательно. Иначе при приближении к заряженной пластине она бы поляризовалась и ускорила свое движение.

№1209. Ответ в задачнике.

№1210. Нужно зарядить два предмета большой площади (например, мелкие металлические сетки) зарядами разного знака под высоким напряжением. Если прокачивать воздух через такую установку, то частички будут поляризоваться в сильном электрическом поле первого предмета и притягиваться к нему. После контакта с ним они приобретут одноименный с ним заряд, оттолкнутся и притянутся к другому предмету. Эта установка будет работать и для заряженных частиц.

46. Сведения о строении атома

№1211. В атоме (+) заряд сосредоточен в ядре, а (-) заряд несут электроны.

№1212. Так как масса электрона пренебрежимо мала по сравнению с массой ядра, можно считать, что атомная масса элемента по таблице Менделеева равна массе ядра. Так $m_{\text{я,C}} = 12$ а.е.м. $m_{\text{я,H}} = 1$ а.е.м.

$$\frac{m_{\text{я,C}}}{m_{\text{я,H}}} = \frac{12 \text{ а.е.м.}}{1 \text{ а.е.м.}} = 12 \text{ (раз). (Ответ для изотопа углерода } ^{12}\text{C.)}$$

№1213. В ядре атома кислорода 8 протонов. Атом электрически нейтрален.

№1214. При сообщении шару дополнительного (+) заряда количество протонов не изменяется. Уменьшается количество электронов.

№1215. Заряд электрона $\bar{e}$ является элементарным, поэтому тело теряет или приобретает заряд, кратный заряду электрона.

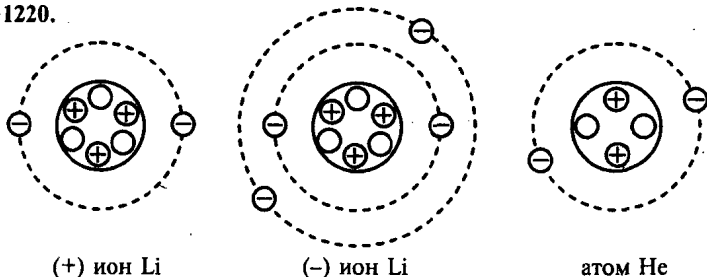
№1216. Заряды на шаре не исчезли. Просто сумма положительных зарядов шара стала равна сумме его отрицательных зарядов.

№1217. Нет, заряды на шарах не исчезли. Избыточные заряды компенсировали друг друга. Атомы из ионов превратились в нейтральные атомы.

№1218. a — ион, положительный; b — атом.

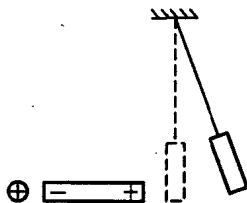
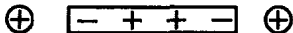
№1219. Масса атома водорода больше массы (+) иона водорода на массу одного электрона.

№1220.



№1221. На рис. 2916 изображен (+) ион He.

№1222. Некоторое число атомов Al потеряли часть своих электронов и превратились в (+) ионы.

№1223. $\oplus$ - + Происходит перераспределение зарядов.№1224. $\oplus$ - + $\ominus$ 

№1225. Когда к стержню подносят шарик с (+) зарядом, на противоположном конце стержня появляется тоже (+) заряд, часть которого передается гильзе. Зарядившись, гильза отталкивается от стержня (заряды одного знака отталкиваются).

№1226. В нейтральном атоме изотопа ${}^6_3\text{Li}$ 9 частиц: 3 протона, 3 нейтрона, 3 электрона.

№1227. Атом кислорода, превратившись в положительный ион, потерял один или более электронов.

№1228. Молекула газа электрически нейтральна, у положительного иона не хватает одного или более электронов.

47. Электрический ток

№1229. Электрический ток — это направленное движение заряженных частиц. В металле электрический ток — это направленное движение свободных электронов, движущихся от (-) к (+). В водных растворах электролитов электрический ток — это направленное движение (+) и (-) ионов. (+) ионы движутся к катоду, а (-) ионы — к аноду.

№1230. Да, но только в процессе перемещения этих ионов относительно друг друга.

№1231. Да, можно, так как заряженные частицы движутся направленно.

№1232. Да, можно, так как в процессе разрядки электроскопа заряды движутся направленно.

№1233. Для того чтобы в палочке возник электрический ток, нужно коснуться палочкой стержня заряженного электроскопа.

№1234. Ток потечет в случаях б), в) и г). В случаях б) и в) — так как соединяются разноименные заряды (они притягиваются). В случае г) произойдет выравнивание зарядов и перетекание части заряда с левого на правый электроскоп.

№1235. Да, является (электрический ток в газах).

№1236. Да. Молния — газовый разряд (электрический ток в газах).

№1237. Да, так как есть направленное движение зарядов.

№1238. Да, можно. Крупинки манки заряжаются от металлических пластин и направленно движутся к другой пластине, перенося заряд.

№1239. Главное различие — в природе сил, заставляющих двигаться заряды. В первом случае — это электростатические силы поля самих зарядов. Во втором случае это внешняя электродвижущая сила, возникающая вследствие химических реакций, протекающих в гальваническом элементе. В первом случае ток кратковременный, во втором нет.

№1240. Ответ в задачнике.

№1241.

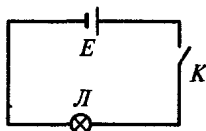
Энергия			
механическая	внутренняя	химическая	световая
ГЭС ветро- двигатель	ТЭЦ термо- элементы	аккумулятор гальванические элементы	фотоэлемент солнечные батареи

48. Электрическая цепь

№1242. Нет, так как электрохимический потенциал меди с обоих концов проводника одинаков.

№1243. Основными элементами, входящими в электрическую цепь, являются: источник тока, соединительные провода, потребитель энергии.

№1244.



№1245—1246. Направлением тока во внешней цепи принято считать направление заряженных частиц от (+) к (-) источника питания. Так как заряды движутся по замкнутому контуру, то внутри источника ток направлен от (-) к (+).

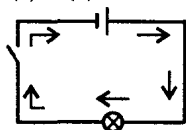
№1247. Чтобы изменить направление тока в лампе, надо поменять полюса источника питания.

№1248. Источником тока в цепи является аккумулятор, а приемником — лампа и электрический звонок. При замкнутой цепи ток течет от лампы к звонку.

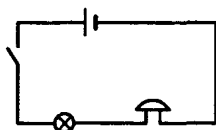
№1249. Вторым проводником является корпус велосипеда.

№1250. E — источник питания, K — ключ, L — лампа, $З$ — звонок. Стрелками на схеме показано направление движения тока в цепи, истинное же направление тока противоположно, так как электроны движутся от (-) к (+).

№1251.

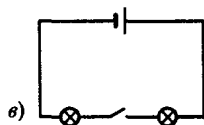
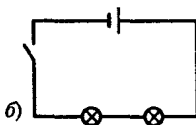
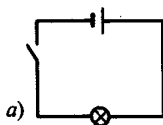


№1252.

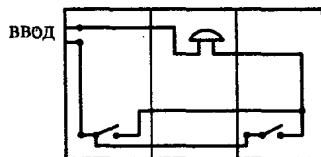


№1253. В электрической схеме рис. 301 изображены: источник питания, звонок, лампа, два выключателя, соединительные провода.

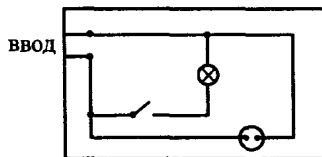
№1254.



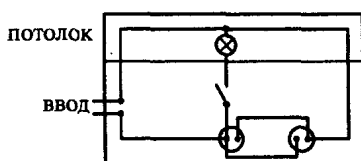
№1255.



№1256.



№1257.



49. Сила тока. Напряжение. Сопротивление

№1258. По металлической палочке в единицу времени протекал больший заряд, т. е. сила тока больше.

№1259. Правый электроскоп имеет больший по модулю заряд, поэтому ток в его стержне при разрядении будет больше.

№1260.

Дано:

$$\Delta t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$$

$$\Delta q = 300 \text{ Кл}$$

$$I = ?$$

Решение:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}; \quad I = \frac{300 \text{ Кл}}{600 \text{ с}} = 0,5 \text{ А.}$$

№1261.

Дано:

$$I = 12 \text{ мА} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$\Delta t = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$$

$$\Delta q = ?$$

Решение:

$$\Delta q = I \cdot \Delta t; \quad \Delta q = 12 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 120 \text{ с} = 1440 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} = 1,44 \text{ Кл.}$$

№1262. а) Амперметр; пределы измерения от 0 до 2 А, цена деления 0,1 А, $I_A = 1,4$ А; б) миллиамперметр; пределы измерения ± 5 мА, цена деления 1 мА, $I_6 = 3$ мА; в) амперметр; пределы измерения от 0 до 2 А,

цена деления 0,1 А, $I_b = 1,8$ А; г) амперметр; пределы измерения от 0 до 10 А, цена деления 0,5 А, $I_c = 4$ А; д) вольтметр; пределы измерений от 0 до 160 В, цена деления 1 В, $U_d = 104$ В.

№1263.Дано:

$$I = 0,5 \text{ А}; \Delta t = 10 \text{ с}$$

 $q - ?$ Решение:

Через электрическую лампу течет ток 0,5 А.

$$\Delta q = I \cdot \Delta t; \Delta q = 0,5 \text{ А} \cdot 10 \text{ с} = 5 \text{ Кл.}$$

№1264.Дано:

$$\Delta t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

 $\Delta q - ?$ Решение:

$$\Delta q = I \cdot \Delta t;$$

$$\Delta q = 5 \text{ А} \cdot 600 \text{ с} = 3000 \text{ Кл} = 3 \text{ кКл.}$$

№1265.Дано:

$$U_1 = 110 \text{ В}$$

$$I_1 = 4 \text{ А}; I_2 = 8 \text{ А}$$

 $U_2 - ?$ Решение:

Так как сопротивление резистора постоянно, то

$$R_1 = U_1 / I_1; R_1 = R_2; U_1 / I_1 = U_2 / I_2 \Rightarrow U_2 = I_2 \cdot U_1 / I_1;$$

$$R_2 = U_2 / I_2; U_2 = \frac{8 \text{ А} \cdot 110 \text{ В}}{4 \text{ А}} = 220 \text{ В.}$$

№1266.Дано:

$$U_1 = 220 \text{ В}; I_1 = 0,1 \text{ А}$$

$$I_2 = 0,05 \text{ А}$$

 $U_2 - ?$ Решение:По закону Ома находим сопротивление резистора $R_1 = U_1 / I_1$. Теперь находим напряжение на R при силе тока I_2 :

$$U_2 = R I_2 = \frac{U_1}{I_1} I_2 = \frac{220 \text{ В}}{0,1 \text{ А}} \cdot 0,05 \text{ А} = 110 \text{ В.}$$

№1267. Согласно графику, напряжению 2; 1; 5; 6; 10 В соответствует сила тока 0,5; 0,25; 1,25; 1,5; 2,5 А.

№1268.Дано:

$$U_1 = 220 \text{ В}; I_1 = 5 \text{ А}$$

$$U_2 = 1/2 U_1 = 110 \text{ В}$$

$$U_3 = 55 \text{ В}$$

 $I_2 - ?; I_3 - ?$ Решение:

Найдем сопротивление резистора:

$$R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{220 \text{ В}}{5 \text{ А}} = 44 \text{ Ом. Теперь находим силу$$

тока:

$$I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{110 \text{ В}}{44 \text{ Ом}} = 2,5 \text{ А}; I_3 = \frac{U_3}{R} = \frac{55 \text{ В}}{44 \text{ Ом}} = 1,25 \text{ А.}$$

№1269.

Дано:

$$U_1 = 0,2 \text{ В}$$

$$I_1 = 50 \text{ мА} =$$

$$= 50 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$U_2 = 0,5 \text{ В}$$

$$U_3 = 1 \text{ В}$$

$$I_2 = ?; I_3 = ?$$

Решение:

Сопротивление проводника постоянно, следовательно

$$\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 \cdot U_2}{U_1}; \quad \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_3}{I_3} \Rightarrow I_3 = \frac{I_1 \cdot U_3}{U_1};$$

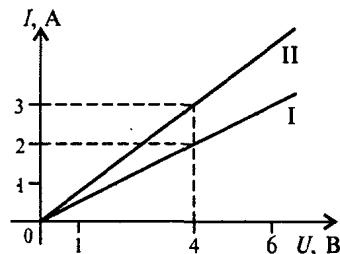
$$I_2 = \frac{50 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 0,5 \text{ В}}{0,2 \text{ В}} = 0,125 \text{ А};$$

$$I_3 = \frac{50 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 1 \text{ В}}{0,2 \text{ В}} = 0,25 \text{ А}.$$

№1270. По формуле $R = \frac{\rho l}{S}$; при одинаковых ρ и S сопротивление R проводника прямо пропорционально длине проводника l .

№1271. Причина различия показаний амперметра в том, что сопротивление включаемых ламп различно. По формуле $I = \frac{U}{R}$. Если $I_2 < I_1$, то $R_2 > R_1$.

№1272.



Проводники отличаются сопротивлением

$$R_I = \frac{4 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 2 \text{ Ом};$$

$$R_{II} = \frac{4 \text{ В}}{3 \text{ А}} = 1,3 \text{ Ом}.$$

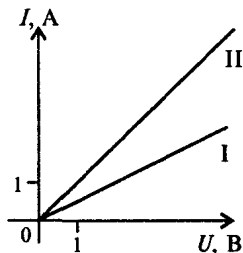
Сопротивление I проводника в 1,5 раза больше сопротивления II проводника.

№1273.

Проводники отличаются сопротивлением.

$$R_I = \frac{2 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}; \quad R_{II} = \frac{2 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 1 \text{ Ом}.$$

Сопротивление первого проводника в 2 раза больше сопротивления второго проводника.



50. Закон Ома

№1274. Чем ближе лампа к батарее, тем ярче она горит. Чем дальше лампа от батареи, тем накал лампы меньше, так как длина проводов увеличивается, увеличивается их сопротивление, а, следовательно, увеличивается сопротивление всей цепи.

№1275. Ответ в задачнике.

№1276. Согласно графику, $R = \frac{U}{I} = \frac{4 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 4 \text{ Ом}$.

№1277. Согласно графикам (рис. 312),

$$R_I = \frac{2 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}; R_{II} = \frac{4 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 4 \text{ Ом}; R_{III} = \frac{2 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 1 \text{ Ом}.$$

№1278. Лампа перегорит, так как чем больше напряжение на ней, тем больше сила тока. А каждая лампа рассчитывается на определенный ток.

№1279.

Дано:

$$I = 0,5 \text{ А}; U = 220 \text{ В}$$

$R = ?$

Решение:

Вольтметр показывает напряжение в сети $U = 220 \text{ В}$. По закону Ома

$$R = \frac{U}{I}; R = \frac{220 \text{ В}}{0,5 \text{ А}} = 440 \text{ Ом}.$$

№1280.

Дано:

$$R = 16,6 \text{ Ом}; U = 2,5 \text{ В}$$

$I = ?$

Решение:

$$I = \frac{U}{R}; I = \frac{2,5 \text{ В}}{16,6 \text{ Ом}} \approx 0,15 \text{ А}.$$

№1281.

Дано:

$$R = 48,4 \text{ Ом}; U = 220 \text{ В}$$

$I = ?$

Решение:

По закону Ома

$$I = \frac{U}{R}; I = \frac{220 \text{ В}}{48,4 \text{ Ом}} \approx 4,6 \text{ А}.$$

№1282.

Дано:

$$R = 12\,000 \text{ Ом}; U = 12 \text{ В}$$

$I = ?$

Решение:

$$I = \frac{U}{R}; I = \frac{12 \text{ В}}{12\,000 \text{ Ом}} = 10^{-3} \text{ А} = 1 \text{ мА}.$$

№1283.

Дано:

$R = 39 \text{ Ом}; U = 220 \text{ В}$

 $I - ?$ Решение:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ В}}{39 \text{ Ом}} \approx 5,6 \text{ А.}$$

№1284.

Дано:

$U_1 = 110 \text{ В}; I_1 = 5 \text{ А}$

$\Delta U = 10 \text{ В}$

 $I_2 - ?$ Решение:

Так как сопротивление резистора постоянно, то

$$\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 \cdot U_2}{U_1}; U_2 = U_1 + \Delta U = 110 \text{ В} +$$

$$+ 10 \text{ В} = 120 \text{ В. } I_2 = \frac{5 \text{ А} \cdot 120 \text{ В}}{110 \text{ В}} \approx 5,45 \text{ А.}$$

№1285. Сопротивление проводника II больше, так как для него отношение U к I больше.

№1286. $1 \text{ А}; 2 \text{ А}; 5 \text{ А}; R = \frac{25 \text{ В}}{5 \text{ А}} = 5 \text{ Ом.}$

№1287. При напряжении $U = 2 \text{ В}$ $I_1 = 2 \text{ А}$, $I_2 = 1 \text{ А}$. При напряжении

$U = 6 \text{ В}$ $I_1 = 6 \text{ А}$, $I_2 = 3 \text{ А}$. $R_I = \frac{2 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 1 \text{ Ом}; R_{II} = \frac{2 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}; R_{II} = 2R_I.$

Угол наклона графика зависит от сопротивления проводника. Чем сопротивление меньше, тем график круче.

№1288.

Дано:

$R = 0,25 \text{ Ом}; I = 30 \text{ А}$

 $U - ?$ Решение:

$$U = I \cdot R = 30 \text{ А} \cdot 0,25 \text{ Ом} = 7,5 \text{ В.}$$

№1289.

Дано:

$R = 0,1 \text{ Ом}; I = 10 \text{ А}$

 $U - ?$ Решение:

$$U = I \cdot R = 10 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ Ом} = 1 \text{ В.}$$

№1290.

Дано:

$R = 6 \text{ Ом}; I = 0,008 \text{ А}$

 $U - ?$ Решение:

$$U = I \cdot R = 0,008 \text{ А} \cdot 6 \text{ Ом} = 0,048 \text{ В} = 48 \text{ мВ.}$$

№1291.

Дано:

$$R = 20 \text{ Ом}; I = 0,4 \text{ А}$$

$$U = ?$$

Решение:

$$U = I \cdot R = 0,4 \text{ А} \cdot 20 \text{ Ом} = 8 \text{ В.}$$

№1292.

Дано:

$$I = 0,25 \text{ А}; R = 480 \text{ Ом}$$

$$U = ?$$

Решение:

$$U = I \cdot R = 0,25 \text{ А} \cdot 480 \text{ Ом} = 120 \text{ В.}$$

№1293.

Дано:

$$U = 120 \text{ В}; I = 0,5 \text{ А}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{120 \text{ В}}{0,5 \text{ А}} = 240 \text{ Ом.}$$

№1294.

Дано:

$$U = 3,5 \text{ В}; I = 0,28 \text{ А}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3,5 \text{ В}}{0,28 \text{ А}} = 12,5 \text{ Ом.}$$

№1295.

Дано:

$$U = 1 \text{ В}; I = 0,68 \text{ А}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1 \text{ В}}{0,68 \text{ А}} \approx 1,47 \text{ Ом.}$$

№1296.

Дано:

$$U = 6,3 \text{ В}; I = 0,22 \text{ А}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6,3 \text{ В}}{0,22 \text{ А}} \approx 28,6 \text{ Ом.}$$

№1297.

Дано:

$$U = 1,2 \text{ кВ} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ В}$$

$$I = 50 \text{ мА} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1,2 \cdot 10^3 \text{ В}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ А}} = 2,4 \cdot 10^4 \text{ Ом} = 24 \text{ кОм.}$$

№1298.

Дано:

$$U = 220 \text{ В}; I = 5 \text{ А}$$

$$R = ?$$

Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ В}}{5 \text{ А}} = 44 \text{ Ом.}$$

№1299.

Дано:

$$U = 220 \text{ В}; I = 4 \text{ А}$$

 $R = ?$ Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ В}}{4 \text{ А}} = 55 \text{ Ом.}$$

№1300.

Дано:

$$U = 0,06 \text{ В}; I = 30 \text{ А}$$

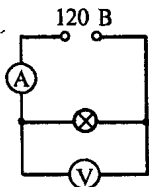
 $R = ?$ Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{0,06 \text{ В}}{30 \text{ А}} = 0,002 \text{ Ом.}$$

№1301.

Дано:

$$U = 120 \text{ В}; I = 0,5 \text{ А}$$

 $R = ?$ Решение:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{120 \text{ В}}{0,5 \text{ А}} = 240 \text{ Ом.}$$

51. Расчет сопротивления проводников

№1302. а) Для металлических проводников $R = \rho \frac{l}{S}$ при равных S и l сопротивление зависит только от ρ .

$$\rho_{\text{жел}} = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}; \rho_{\text{нихр}} = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}.$$

Как видно, $\rho_{\text{нихр}} > \rho_{\text{жел}}$ в 11 раз, следовательно, сопротивление нихромовой проволоки в 11 раз больше сопротивления железной.

б) Дано:

$$S_1 = 0,05 \text{ мм}^2$$

$$S_2 = 1 \text{ мм}^2$$

$$\rho_1 = \rho_2; l_1 = l_2$$

$$R_1 / R_2 = ?$$

Решение:

$R_1 = \rho_1 \frac{l_1}{S_1}; R_2 = \rho_2 \frac{l_2}{S_2}$. Разделим первое уравнение системы на второе и сократим $\rho_1 = \rho_2$ и $l_1 = l_2$. Полу-

чим $\frac{R_1}{R_2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{1 \text{ мм}^2}{0,05 \text{ мм}^2} = 20$ раз. Сопротивление

проволоки площадью 1 мм^2 в 20 раз меньше сопротивления проволоки площадью $0,05 \text{ мм}^2$.

№1303.

Дано:

$R = 5,6 \text{ Ом}; l_1 = 100 \text{ м}$

$l = 1 \text{ км} = 10^3 \text{ м}$

$I = 7 \text{ мА} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ А}$

$U_1 - ?$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{S} \\ R_1 &= \rho \frac{l_1}{S} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{R}{R_1} = \frac{l}{l_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R \cdot l_1}{l}$$

$$U_1 = I \cdot R_1; R_1 = \frac{5,6 \text{ Ом} \cdot 100 \text{ м}}{1000 \text{ м}} = 0,56 \text{ Ом}.$$

$$U_1 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 0,56 \text{ Ом} = 3,96 \cdot 10^{-3} \text{ В} = 3,96 \text{ мВ}.$$

№1304. Ответ в задачнике.

№1305.

Дано:

$l_1 = l_2 = 1 \text{ м}$

$\rho_{\text{ст}} = 0,15 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$\rho_{\text{ж}} = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$S_1 = S_2$

$R_{\text{ст}}/R_{\text{ж}} - ?$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} R_{\text{ст}} &= \rho_{\text{ст}} \frac{l_1}{S_1} \\ R_{\text{ж}} &= \rho_{\text{ж}} \frac{l_2}{S_2} \end{aligned} \right\} : \frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{ж}}} = \frac{\rho_{\text{ст}}}{\rho_{\text{ж}}}; \frac{R_{\text{ст}}}{R_{\text{ж}}} = \frac{0,15 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}}{0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} = 1,5 \text{ (раз)}. R_{\text{ст}} = 1,5 R_{\text{ж}}$$

№1306.

Дано:

$l_1 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$

$l_2 = 1 \text{ м}; \rho_1 = \rho_2 = \rho$

$S_1 = S_2 = S$

$R_2/R_1 - ?$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} R_2 &= \rho \frac{l_2}{S} \\ R_1 &= \rho \frac{l_1}{S} \end{aligned} \right\} : \frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2}{l_1}; \frac{R_2}{R_1} = \frac{1 \text{ м}}{0,2 \text{ м}} = 5 \text{ (раз)}.$$

$$R_2 = 5 R_1.$$

Сопротивление второй проволоки в 5 раз больше.

№1307.

Дано:

$\rho_{\text{Al}} = 0,28 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$S_1 = S_2 = S$

$\rho_{\text{Cu}} = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$m_{\text{Al}} = m_{\text{Cu}}$

$d_{\text{Al}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$d_{\text{Cu}} = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

$R_2/R_1 - ?$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} R_{\text{Al}} &= \rho_{\text{Al}} \frac{l_{\text{Al}}}{S} \\ R_{\text{Cu}} &= \rho_{\text{Cu}} \frac{l_{\text{Cu}}}{S} \end{aligned} \right\} : \frac{R_{\text{Al}}}{R_{\text{Cu}}} = \frac{\rho_{\text{Al}} \cdot l_{\text{Al}}}{\rho_{\text{Cu}} \cdot l_{\text{Cu}}} \quad (1)$$

С другой стороны:

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{Al}} &= d_{\text{Al}} \cdot V_{\text{Al}} = d_{\text{Al}} \cdot S \cdot l_{\text{Al}} \\ m_{\text{Cu}} &= d_{\text{Cu}} \cdot S \cdot l_{\text{Cu}} \end{aligned} \right\} =$$

$$= d_{Al} \cdot S \cdot l_{Al} = d_{Cu} \cdot S \cdot l_{Cu}; \quad \frac{l_{Al}}{l_{Cu}} = \frac{d_{Cu}}{d_{Al}}.$$

Подставим в (1) и получим

$$\frac{R_{Al}}{R_{Cu}} = \frac{\rho_{Al} \cdot d_{Cu}}{\rho_{Cu} \cdot d_{Al}} = \frac{0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3} \approx 5,43 \text{ (раз)}.$$

№1308.

Дано:

$$\begin{aligned} l_1 &= 8 l_2 \\ S_2 &= 2 S_1 \\ \rho_1 &= \rho_2 \\ R_2/R_1 - ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= \rho_1 \frac{l_1}{S_1} \\ R_2 &= \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \end{aligned} \right\} : \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1 \cdot l_1 \cdot S_1}{\rho_2 \cdot l_2 \cdot S_1}; \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 \cdot S_2}{l_2 \cdot S_1} = \frac{8l_2 \cdot 2S_1}{l_2 \cdot S_1} = 16.$$

Сопротивление 1-го проводника в 16 раз больше сопротивления 2-го.

№1309.

Дано:

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \rho_2 = \rho \\ l_1 &= 10 l_2 \\ m_1 &= m_2 \\ R_1/R_2 - ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= \rho \frac{l_1}{S_1} \\ R_2 &= \rho \frac{l_2}{S_2} \end{aligned} \right\} : \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 \cdot S_2}{l_2 \cdot S_1} \quad (1)$$

Кроме этого нам дано $m_1 = m_2$. Из решения задачи № 1307: $d \cdot l \cdot S_1 =$

$$= d \cdot l_2 \cdot S_2 \Rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \frac{l_1}{l_2} \quad \text{подставим в (1), получим}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 \cdot l_1}{l_2 \cdot l_2} = \frac{(10l_2)^2}{l_2^2} = 100 \text{ раз}.$$

№1310.

Дано:

$$\begin{aligned} l_2 &= 4 l_1 \\ R_2/R_1 - ? \end{aligned}$$

Решение:

Решение аналогично предыдущей задаче.
Сопротивление увеличилось в 9 раз.

№1311.

Дано:

$$\begin{aligned} l_2 &= 4 l_1; \quad m_1 = m_2 \\ R_1 &= 20 \text{ Ом} \\ R_2 - ? \end{aligned}$$

Решение:

Воспользуемся формулой, полученной в задаче № 1309: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{l_2^2}{l_1^2}$. Получим $R_2 = R_1 \frac{l_2^2}{l_1^2} = R_1 \cdot \frac{16 l_1^2}{l_1^2} =$
 $= 16 \cdot 20 \text{ Ом} = 320 \text{ Ом}.$

№1312.

Дано:

$$l_1 = 10 \text{ м}; S_1 = 1 \text{ мм}^2$$

$$l_2 = 100 \text{ м}; S_2 = 1 \text{ мм}^2$$

$$\rho_1 = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$\rho_2 = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R_1 - ?; R_2 - ?$$

Решение:

$$R_1 = \rho_1 \frac{l_1}{S_1}; R_2 = \rho_2 \frac{l_2}{S_2};$$

$$R_1 = \frac{0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 10 \text{ м}}{1 \text{ мм}^2} = 1 \text{ Ом};$$

$$R_2 = \frac{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 100 \text{ м}}{1 \text{ мм}^2} = 1,7 \text{ Ом}.$$

№1313.

Дано:

$$l_1 = 5 \text{ км} = 5 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$S = 0,65 \text{ см}^2 = 65 \text{ мм}^2$$

$$\rho_2 = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R - ?$$

Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ м}}{65 \text{ мм}^2} \approx 1,3 \text{ Ом}.$$

№1314.

Дано:

$$l = 5 \text{ м}; S = 0,75 \text{ мм}^2$$

$$\rho_2 = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R - ?$$

Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{5 \text{ м}}{0,75 \text{ мм}^2} \approx 7,3 \text{ Ом}.$$

№1315.

Дано:

$$l = 3 \text{ м}; n = 20$$

$$S_1 = 0,05 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R - ?$$

Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S}; S = n \cdot S_1; R = \rho \frac{l}{n \cdot S_1} =$$

$$= \frac{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 3 \text{ м}}{20 \cdot 0,05 \text{ мм}^2} = 0,051 \text{ Ом}.$$

№1316.

Дано:

$$\rho = 0,5 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$l = 8 \text{ м}; S = 2 \text{ мм}^2$$

$$R - ?$$

Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 0,5 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{8 \text{ м}}{2 \text{ мм}^2} = 2 \text{ Ом}.$$

№1317.

Дано:

$$l = 650 \text{ км} = 650 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$S = 12 \text{ мм}^2; \rho = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

 $R - ?$ Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 650 \cdot 10^3 \text{ м}}{12 \text{ мм}^2} \approx$$

$$\approx 5,42 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 5,42 \text{ кОм}.$$

№1318.

Дано:

$$l = 50 \text{ м}; S = 1 \text{ мм}^2$$

$$U = 45 \text{ В}; \rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

 $I - ?$ Решение:

$$I = \frac{U}{R}; \quad R = \rho \frac{l}{S};$$

$$I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{45 \text{ В} \cdot 1 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 50 \text{ м}} = 2,25 \text{ А}.$$

№1319.

Дано:

$$l = 100 \text{ м}; S = 0,5 \text{ мм}^2$$

$$U = 6,8 \text{ В}; \rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

 $I - ?$ Решение:

Аналогично предыдущей задаче:

$$I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{6,8 \text{ В} \cdot 0,5 \text{ мм}^2}{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 100 \text{ м}} = 2 \text{ А}.$$

№1320.

Дано:

$$l = 140 \text{ см} = 1,4 \text{ м}$$

$$I = 250 \text{ мА} = 0,25 \text{ А}$$

$$S = 0,2 \text{ мм}^2; \rho = 0,15 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

 $U - ?$ Решение:

$$U = I \cdot R; \quad R = \rho \frac{l}{S}; \quad U = I \rho \frac{l}{S} =$$

$$= \frac{0,25 \text{ А} \cdot 0,15 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 1,4 \text{ м}}{0,2 \text{ мм}^2} =$$

$$= 0,2625 \text{ В} \approx 0,26 \text{ В}.$$

№1321.

Дано:

$$R = 36 \text{ Ом}; S = 0,2 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

 $l - ?$ Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{36 \text{ Ом} \cdot 0,2 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} =$$

$$= 18 \text{ м}.$$

№1322.

Дано:

$$R = 100 \text{ Ом}; S = 0,35 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,2 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

 $l = ?$ Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{100 \text{ Ом} \cdot 0,35 \text{ мм}^2}{0,2 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} =$$

$$= 175 \text{ м.}$$

№1323.

Дано:

$$R = 34 \text{ Ом}; S = 0,5 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

 $l = ?$ Решение:

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{34 \text{ Ом} \cdot 0,5 \text{ мм}^2}{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} = 1000 \text{ м} = 1 \text{ км.}$$

№1324.

Дано:

$$R = 0,68 \text{ Ом}; S = 0,35 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

 $l = ?$ Решение:

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{0,68 \text{ Ом} \cdot 0,35 \text{ мм}^2}{0,017 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} = 14 \text{ м.}$$

№1325.

Дано:

$$R_1 = 180 \text{ Ом}; R_2 = 36 \text{ Ом}$$

$$S_1 = 0,1 \text{ мм}^2$$

$$l_1 = l_2 = l; \rho_1 = \rho_2 = \rho$$

 $S_2 = ?$ Решение:

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = \rho \frac{l}{S_1} \\ R_2 = \rho \frac{l}{S_2} \end{array} \right\} : \frac{R_1}{R_2} = \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow S_2 = \frac{R_1 \cdot S_1}{R_2} =$$

$$= \frac{180 \text{ Ом} \cdot 0,1 \text{ мм}^2}{36 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

№1326.

Дано:

$$S_1 = 0,5 \text{ мм}^2; R_1 = 16 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 80 \text{ Ом}; l_1 = l_2 = l$$

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho$$

 $S_2 = ?$ Решение:

Аналогично предыдущей:

$$S_2 = \frac{R_1 \cdot S_1}{R_2} = \frac{16 \text{ Ом} \cdot 0,5 \text{ мм}^2}{80 \text{ Ом}} = 0,1 \text{ мм}^2.$$

№1327.

Дано:

$l = 1 \text{ км} = 1 \cdot 10^3 \text{ м}$

$m = 890 \text{ кг}$

$\rho = 0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$

$d = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

 $R = ?$

$$R = \frac{\rho l \cdot dl}{m} = \frac{\rho dl^2}{m} = \frac{0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 1 \cdot 10^6 \text{ м}^2}{890 \text{ кг}} = 0,17 \text{ Ом}.$$

Решение:Имеем $R = \rho \frac{l}{S}$ (1), кроме этого знаем, что $m = dV = d \cdot l \cdot S \Rightarrow S = \frac{m}{d \cdot l}$. Подставим в (1), получим

№1328.

Дано:

$S = 0,1 \text{ мм}^2; U = 220 \text{ В}$

$I = 4 \text{ А}; \rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

 $l = ?$ Решение:

$$\left. \begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{S} \\ R &= \frac{U}{I} \end{aligned} \right\} = \frac{U}{I} = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow l = \frac{U \cdot S}{I \cdot \rho} =$$

$$= \frac{220 \text{ В} \cdot 0,1 \text{ мм}^2}{4 \text{ А} \cdot 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} = 13,75 \text{ м}.$$

№1329.

Дано:

$l_1 = l; l_2 = 2l$

$S_2 = 0,75 \text{ мм}^2$

$\rho_1 = 0,15 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$\rho_2 = 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

$R_1 = R_2$

 $S_1 = ?$ Решение:По условию $R_1 = R_2$.

$$\rho_1 \frac{l_1}{S_1} = \rho_2 \frac{l_2}{S_2}; S_1 = \frac{S_2 \cdot \rho_1 \cdot l_1}{\rho_2 \cdot l_2};$$

$$S_1 = \frac{0,75 \text{ мм}^2 \cdot 0,15 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot l}{0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 2l} = 2 \text{ мм}^2.$$

№1330.

Дано:

$l_1 = 1 \text{ м}; R_1 = 2 \text{ Ом}$

$U = 220 \text{ В}$

$\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

 $l = ?$ Решение:

1 м этого провода имеет сопротивление 0,2 Ом. Отсюда определим площадь сечения

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{S} \Rightarrow S = \frac{\rho l_1}{R_1}; S = \frac{0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 1 \text{ м}}{2 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ мм}^2.$$

$R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ В}}{4 \text{ А}} = 55 \text{ Ом}$. Так как по условию задачи сила тока не должна превышать 4 А, то $R \geq 55 \text{ Ом}$ и

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho} \geq \frac{55 \text{ Ом} \cdot 0,2 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}} = 27,5 \text{ м}. \quad l \geq 27,5 \text{ м}.$$

№1131.

Дано:

$$l = 1 \text{ м}; S = 0,2 \text{ мм}^2$$

$$R = 2,5 \text{ Ом}$$

 $\rho = ?$ Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \rho = \frac{R \cdot S}{l} = \frac{2,5 \text{ Ом} \cdot 0,2 \text{ мм}^2}{1 \text{ м}} =$$

$$= 0,5 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}. \text{ Возможно, это константан.}$$

№1332.

а) Дано:

$$S = 2 \text{ мм}^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$R = 6 \text{ Ом}$$

$$\rho = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$d = 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $m = ?$ Решение:Известно, что $m = d \cdot V = d \cdot l \cdot S$ (1).

Длину находим из формулы

$$R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow l = \frac{R \cdot S}{\rho}.$$

Подставим в (1), получим

$$m = \frac{dR \cdot S^2}{\rho} = \frac{7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 6 \text{ Ом} \cdot (2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2)^2}{0,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}} = 1,872 \text{ кг}.$$

б) Дано:

$$l = 1 \text{ км} = 1 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$R = 0,17 \text{ Ом}$$

$$\rho = 0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$d = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $m = ?; S = ?$ Решение:

$$R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow S = \rho \frac{l}{R} =$$

$$= \frac{0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ м}}{0,17 \text{ Ом}} =$$

$$= 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 100 \text{ мм}^2.$$

$$m = d \cdot V = d \cdot l \cdot S = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ м} = 890 \text{ кг}.$$

№1333.

Дано:

$$l = 2 \text{ км} = 2 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$R = 8,5 \text{ Ом}$$

$$\rho = 0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$d = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $m = ?$ Решение:

Решение аналогично № 1332б.

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1); \quad m = d \cdot V = d \cdot l \cdot S. \quad \text{Из (1)}$$

определим $S = \rho \frac{l}{R}$ и подставим в (2):

$$m = \frac{d l^2 \rho}{R} = \frac{8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 4 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \cdot 0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}}{8,5 \text{ Ом}} = 71,2 \text{ кг.}$$

№1334.

Дано:

$$S = 1 \text{ мм}^2 =$$

$$= 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

$$\rho = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$d = 8,8 \text{ г/см}^3 =$$

$$= 8,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

 $m = ?$ Решение:

Решение задачи аналогично № 1332а.

$$m = \frac{d R S^2}{\rho} = \frac{8,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ Ом} \cdot 1 \cdot 10^{-12} \text{ м}^4}{0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}} =$$

$$= 0,220 \text{ кг} = 220 \text{ г.}$$

№1335.

Дано:

$$S_1 = 2 \text{ мм}^2$$

$$\rho_1 = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$l_2 = 1 \text{ км} = 1 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$S_2 = 4 \text{ мм}^2$$

$$\rho_2 = 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R_1 = R_2$$

 $l_1 = ?$ Решение:Дано $R_1 = R_2$ (1), но $R_1 = \rho_1 \frac{l_1}{S_1}$; $R_2 = \rho_2 \frac{l_2}{S_2}$;подставим значение R_1 и R_2 в (1), получим

$$\rho_1 \frac{l_1}{S_1} = \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \Rightarrow l_1 = \frac{S_1 \rho_2 l_2}{\rho_1 S_2} =$$

$$= \frac{2 \text{ мм}^2 \cdot 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ м}}{0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 4 \text{ мм}^2} = 140 \text{ м.}$$

№1336.

Дано:

$$l_1 = 10 \text{ м}$$

$$\rho_1 = 0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$l_2 = 1 \text{ м}$$

$$S_2 = 0,2 \text{ мм}^2$$

$$\rho_2 = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$R_1 = R_2$$

$$S_1 = ?$$

Решение:По условию $R_1 = R_2$.

$$\rho_1 \frac{l_1}{S_1} = \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \Rightarrow S_1 = \frac{\rho_1 l_1 S_2}{\rho_2 l_2} =$$

$$= \frac{0,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 10 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ мм}^2}{0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 1 \text{ м}} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

52. Последовательное соединение проводников

№1337. При перемещении ползунка реостата вправо его сопротивление уменьшается, показание амперметра увеличивается. И наоборот, при перемещении ползунка реостата влево его сопротивление увеличивается, показание амперметра уменьшается.

№1138. Если ползунок реостата передвинуть вниз, то сопротивление цепи уменьшится, показание амперметра увеличится.

№1339. Сопротивления R и R_1 соединены последовательно. Сопротивление цепи будет изменяться в пределах от 20 Ом до 30 Ом.

№1340. При смещении ползунка реостата вниз общее сопротивление цепи R увеличивается. По закону Ома сила тока в цепи $I = \frac{U}{R}$ уменьшится. Раз уменьшится сила тока, то по закону Ома уменьшится и падение напряжения на постоянном резисторе R_1 ($U_1 = I \cdot R_1$). При смещении ползунка реостата вверх общее сопротивление цепи уменьшится, а показания приборов увеличатся.

№1341. При смещении ползунка реостата из крайнего правого положения в крайнее левое сопротивление цепи уменьшается, показания амперметра и вольтметра V_1 увеличиваются. Показания вольтметра V остаются неизменными.

№1342. Для увеличения показаний амперметра переключатель рычажного реостата нужно повернуть влево (тогда сопротивление реостата уменьшится).

№1343. Сопротивление одной спирали рычажного реостата равно $R: 10 = 4$ Ом. Сопротивления $R_1 = 8$ Ом и $R_2 = 32$ Ом получаются при установке переключателя реостата в положение 2 и 5.

№1344. Если двигать ползунок реостата вправо, показания вольтметра V_1 увеличиваются от 1,5 В до 3 В; при движении ползунка реостата влево показания вольтметра V_1 уменьшаются от 1,5 В до 0. Показания вольтметра V не изменяются.

Примечание. На рис. 323 ошибка. Нужно левый конец реостата соединить с общей точкой вольтметров V_1 и V_2 .

№1345.

Дано:

$$R_1 = 3,9 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 2,41 \text{ Ом}$$

$$R - ?$$

Решение:

При последовательном соединении

$$R = R_1 + R_2;$$

$$R = 3,9 \text{ Ом} + 2,41 \text{ Ом} = 6,31 \text{ Ом}.$$

№1346.

Дано:

$$R_1 = R_2 = 15 \text{ Ом}$$

$$R = 54 \text{ Ом}$$

$$R_3 - ?$$

Решение:

$$R = R_1 + R_2 + R_3; R = 2R_1 + R_3; R_3 =$$

$$= R - 2R_1; R_3 = 54 \text{ Ом} - 2 \cdot 15 \text{ Ом} = 24 \text{ Ом}.$$

№1347.

Дано:

$$R_1 = 8 \text{ кОм} = 8 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 1 \text{ кОм} = 1 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

$$I = 3 \text{ мА} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$U_{AC} - ?; U_{AB} - ?;$$

$$U_{BC} - ?$$

Решение:

$$U_{AC} = I \cdot R; R = R_1 + R_2; U_{AC} = I(R_1 + R_2);$$

$$U_{AB} = I \cdot R_1; U_{BC} = I \cdot R_2;$$

$$U_{AC} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot (8 \cdot 10^3 \text{ Ом} + 1 \cdot 10^3 \text{ Ом}) = 27 \text{ В};$$

$$U_{AB} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 8 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 24 \text{ В};$$

$$U_{BC} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 1 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 3 \text{ В}.$$

№1348.

Дано:

$$R_1 = 2,5 \text{ Ом}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}; U = 9 \text{ В}$$

$$I - ?; R_2 - ?$$

Решение:

$$\text{Найдем силу тока в цепи: } I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{5 \text{ В}}{2,5 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}.$$

Напряжение на реостате $U_2 = U - U_1 = 9 \text{ В} - 5 \text{ В} = 4 \text{ В}$.
По закону Ома сопротивление реостата равно

$$R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{4 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 2 \text{ Ом}.$$

№1349. При последовательном включении проводников через них протекает одинаковый ток. Следовательно, отношение падений напряжений пропорционально отношению сопротивлений проводников. На первом участке в 5 раз $\left(\frac{R_1}{R_2} = 5\right)$. На втором участке в 6 раз. На третьем участке в 20 раз.

№1350.

Дано:

$$R_1 = 14 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 480 \text{ Ом}$$

$$U_1 = 3,5 \text{ В}$$

$$U_2 = ?$$

Решение:

При последовательном соединении

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{U_1}{R_1} \\ I_1 &= I_2 \\ I_2 &= \frac{U_2}{R_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}; \quad U_2 = \frac{U_1 \cdot R_2}{R_1} =$$

$$= \frac{3,5 \text{ В} \cdot 480 \text{ Ом}}{14 \text{ Ом}} = 12 \text{ В.}$$

№1351.

Дано:

$$I_1 = I_2$$

$$R_2 = 2R_1$$

$$U_2/U_1 = ?$$

Решение:

При последовательном соединении $I_1 = I_2$: $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$;

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2}. \text{ Получаем } \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{2R_1}{R_1} = 2.$$

Напряжение на железной проволоке в 2 раза больше, чем на медной.

№1352.

Дано:

$$U_1 = 12 \text{ В}$$

$$R_1 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 2 \text{ Ом}$$

$$I = ?; U_2 = ?$$

Решение:

При последовательном соединении $I_1 = I_2 = I$;

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{12 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = 2 \text{ А};$$

$$U_2 = I \cdot R_2 = I \cdot R_2 = 2 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 4 \text{ В.}$$

№1353.

Дано:

$U_1 = 24 \text{ В}$

$R_1 = 6 \text{ Ом}$

$R_2 = 2 \text{ Ом}$

$I = ?; U_2 = ?$

Решение:

Аналогично предыдущей задаче

$U_2 = I \cdot R_2 = 4 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 8 \text{ В}.$

№1354.

Дано:

$U_1 = 6 \text{ В}$

$U = 127 \text{ В}$

$N = ?$

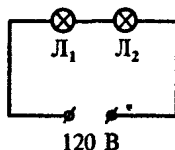
Решение:

При последовательном соединении

$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_N = N \cdot U_1.$ Отсюда

$$N = \frac{U}{U_1} = \frac{127 \text{ В}}{6 \text{ В}} \approx 21 \text{ (или 22, так как нацело не делится).}$$

№1355. Лампы соединяются последовательно.



№1356.

Дано:

$R_1 = 5 \text{ Ом}$

$R_2 = 6 \text{ Ом}$

$R_3 = 12 \text{ Ом}$

$U_2 = 1,2 \text{ В}$

$U_{AB} = ?;$

$I = ?$

Решение:

При последовательном соединении

$I_1 = I_2 = I_3 = I;$

$U_{AB} = IR = I(R_1 + R_2 + R_3);$

$$I = \frac{U_2}{R_2} = \frac{1,2 \text{ В}}{6 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А};$$

$$U_{AB} = 0,2 \text{ А} \cdot (5 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} + 12 \text{ Ом}) = 4,6 \text{ В}.$$

№1357.

Дано:

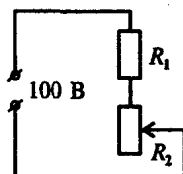
$U = 100 \text{ В}$

$I_1 = 10 \text{ А}$

$I_2 = 4 \text{ А}$

$R_2 = ?$

Решение:



$$R_1 = \frac{U}{I_1}; R_2 = R - R_1; R = \frac{U}{I_2};$$

$$R_1 = \frac{100 \text{ В}}{10 \text{ А}} = 10 \text{ Ом}; R = \frac{100 \text{ В}}{4 \text{ А}} = 25 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 25 \text{ Ом} - 10 \text{ Ом} = 15 \text{ Ом} \text{ — сопротивление реостата.}$$

№1358.

Дано:

$U = 12 \text{ В}$

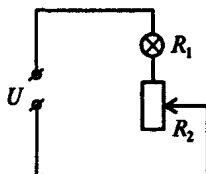
$U_2 = 8 \text{ В}$

$I = 80 \text{ мА} = 0,080 \text{ А}$

$R_1 = ?;$

$R_2 = ?$

Решение:



При последовательном соединении

$$I_1 = I_2 = I; R_2 = \frac{U_2}{I}; R_1 = \frac{U_1}{I};$$

$$U_1 = U - U_2; R_2 = \frac{8 \text{ В}}{0,08 \text{ А}} = 100 \text{ Ом};$$

$$U_1 = 12 \text{ В} - 8 \text{ В} = 4 \text{ В};$$

$$R_1 = \frac{4 \text{ В}}{0,08 \text{ А}} = 50 \text{ Ом}.$$

№1359.

Дано:

$U = 4,5 \text{ В}$

$U_1 = 1,5 \text{ В}$

$R_2 = 20 \text{ Ом}$

$I = ?$

Решение:

$$I = I_1 = I_2; I_2 = \frac{U_2}{R_2}; U_2 = U - U_1;$$

$$U_2 = 4,5 \text{ В} - 1,5 \text{ В} = 3 \text{ В}; I_2 = \frac{3 \text{ В}}{20 \text{ Ом}} = 0,15 \text{ А}.$$

№1360.

Дано:

$R_1 = 5 \text{ Ом}$

$R_2 = 10 \text{ Ом}$

$U_1 = 12 \text{ В}$

$U_2 = ?$

Решение:

$$I = \frac{U_1}{R_1 + R_2}; U_2 = U_1 - I \cdot R_1; I = \frac{12 \text{ В}}{5 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} = 0,8 \text{ А};$$

$$U_2 = 12 \text{ В} - 0,8 \text{ А} \cdot 5 \text{ Ом} = 12 \text{ В} - 4 \text{ В} = 8 \text{ В}.$$

№1361.

Дано:

$I_1 = 1 \text{ А}; I_2 = 4 \text{ А}$

$U = 12 \text{ В}$

$R_1 = ?; R_2 = ?$

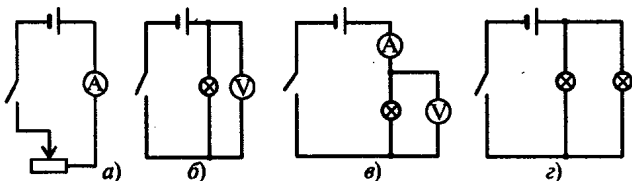
Решение:

$$R = \frac{U}{I_1}; R = \frac{12 \text{ В}}{1 \text{ А}} = 12 \text{ Ом}; R_2 = \frac{U}{I_2}; R_2 = \frac{12 \text{ В}}{4 \text{ А}} = 3 \text{ Ом};$$

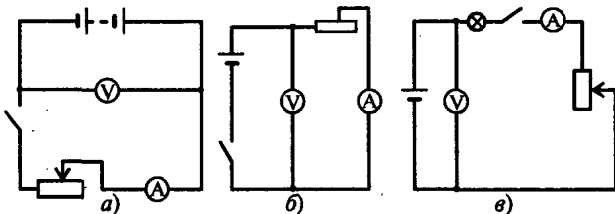
$$R_1 = R - R_2; R_1 = 12 \text{ Ом} - 3 \text{ Ом} = 9 \text{ Ом}.$$

53. Параллельное соединение проводников

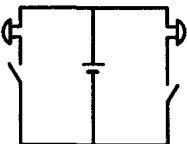
№1362.



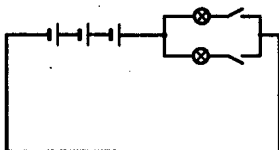
№1363.



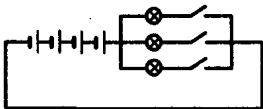
№1364.



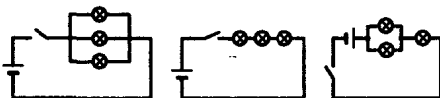
№1365.



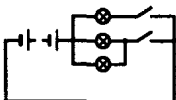
№1366.



№1367.

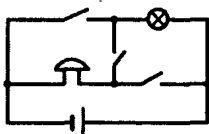


№1368.

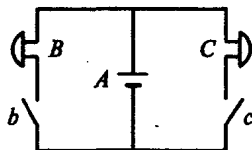


№1369. Нет, так как лампы включены параллельно и на них приходится напряжение 220 В.

№1370.



№1371.



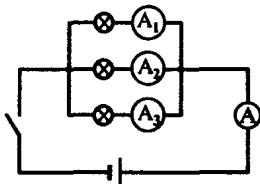
№1372. При движении ползунка реостата вправо сопротивление цепи увеличивается, показания амперметра уменьшаются, так как сила тока уменьшается; показания вольтметра увеличиваются, так как на лампе будет падать меньшее напряжение. При движении ползунка влево — все наоборот.

№1373. Если к резистору R_3 параллельно подключить резистор R_4 , то полное сопротивление цепи уменьшится. Сила тока увеличится, увеличатся и показания амперметра и вольтметров V_1 и V_2 , показания вольтметра V не изменятся.

№1374. Показания вольтметра V_2 до и после разрыва цепи в точке O не изменятся. Показание вольтметра V_1 до разрыва было 220 В, после разрыва — 0.

№1375. а) Если замкнуть ключ, сопротивление цепи уменьшается вдвое, сила тока увеличится в 2 раза. б) Если к тому же увеличить входное напряжение в 2 раза, сила тока увеличится еще вдвое, т. е. станет в 4 раза больше первоначальной.

№1376.



№1377.

Дано:

$$R_1 = R_2 = R_3$$

$$I_2/I_1 = ?$$

Решение:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U}{R}; \quad R = \frac{2R_1 \cdot R_1}{R_1 + 2R_1} = \frac{2R_1}{3};$$

$$I_2 = \frac{3U}{2R_1} = 1,5 \frac{U}{R_1} = 1,5 I_1.$$

То есть сила тока увеличится в 1,5 раза.

№1378. Если параллельно лампе L_1 включить лампу L_2 , то сопротивление цепи уменьшится, а сила тока увеличится.

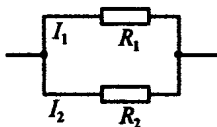
№1384.

Дано:

$R_1 = 150 \text{ Ом}$

$R_2 = 30 \text{ Ом}$

$I_1/I_2 = ?$

Решение:

При параллельном соединении

$U_1 = U_2 = U;$

$I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2};$

$\frac{I_2}{I_1} = \frac{150 \text{ Ом}}{30 \text{ Ом}} = 5; I_2 = 5I_1.$

Сила тока через сопротивление R_2 в 5 раз больше.

№1385. При замкнутых ключах 1 и 2 две лампы соединены параллельно и общее сопротивление цепи равно $R/2$ (R — сопротивление лампы). Если выключатель 1 разомкнуть, то сопротивление цепи будет равно R , т. е. увеличится в 2 раза. Следовательно, сила тока в цепи уменьшится в 2 раза и станет равной 1,5 А.

№1386.

Дано:

$R_1 = 1000 \text{ Ом}$

$R_2 = 488 \text{ Ом}$

$U = 220 \text{ В}$

$I_1 = ?; I_2 = ?;$

$I = ?$

Решение:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220 \text{ В}}{1000 \text{ Ом}} = 0,22 \text{ А}; I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{220 \text{ В}}{488 \text{ Ом}} = 0,45 \text{ А}; I = I_1 + I_2 = 0,22 \text{ А} + 0,45 \text{ А} = 0,67 \text{ А}.$$

№1387.

Дано:

$I = 1,6 \text{ А}; U = 120 \text{ В}$

$R_1 = 100 \text{ Ом}$

$R_2 = ?; I_1 = ?;$

$I_2 = ?$

Решение:

$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{120 \text{ В}}{100 \text{ Ом}} = 1,2 \text{ А};$

$I_2 = I - I_1 = 1,6 \text{ А} - 1,2 \text{ А} = 0,4 \text{ А};$

$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{120 \text{ В}}{0,4 \text{ А}} = 300 \text{ Ом}.$

№1388.

Дано:

$I_1 = 0,4 \text{ А}$

$R_p = 0$

$I_2 = ?; I = ?$

Решение:

В крайнем правом положении в точке B сопротивление реостата равно 0. $R_p = 0$. Так как сопротивление ламп $R_1 = R_2$, то и $I_1 = I_2$, т. е. $I_2 = 0,4 \text{ А}$, а $I = I_1 + I_2 = 0,8 \text{ А}$. При перемещении ползунка реостата влево, сопротивление его будет увеличиваться, сопротивление цепи $A1$ увеличится, а сила тока в ней уменьшится. Сила тока в цепи $A2$ не изменится, а общий ток $I = I_1 + I_2$ уменьшится.

№1389.

Дано:

$R = 75 \text{ Ом}$

$R_1 = R_2 = R_3 = R_4$

$R_1 - ?$

Решение:

При параллельном соединении четырех одинаковых ламп общее сопротивление

$$R = \frac{R_1}{4}; R_1 = 4R = 4 \cdot 75 \text{ Ом} = 300 \text{ Ом}.$$

№1390.

Дано:

$R_1 = 30 \text{ Ом}$

$R_2 = 60 \text{ Ом}$

$R_3 = 40 \text{ Ом}$

$R - ?$

Решение:

Сопротивление всей цепи $R = R_{II} + R_3$

$$R_{II} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{30 \text{ Ом} \cdot 60 \text{ Ом}}{30 \text{ Ом} + 60 \text{ Ом}} = 20 \text{ Ом};$$

$$R = 40 \text{ Ом} + 20 \text{ Ом} = 60 \text{ Ом}.$$

54. Работа и мощность тока

№1391.

Дано:

$n_1 = 12$

$n_2 = 14$

$R_1 = R_2 =$

$= \dots = R_n$

Решение:

В елочной гирлянде лампы соединены последовательно, следовательно общее сопротивление гирлянды $R = n \cdot R_1$.

$$\text{Электрическая мощность гирлянды } P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{n R_1}.$$

Если количество ламп уменьшить, то мощность, приходящаяся на каждую лампу, увеличится и лампы могут перегореть. Если же количество ламп увеличить, то мощность, приходящаяся на каждую лампу, уменьшится и лампы будут гореть тусклее.

№1392. У первого больше, так как он потребляет большую мощность.

№1393. Если работать на станке с неправильно заточенным или затупленным инструментом, то увеличится сопротивление резанию и увеличится работа против сил трения. Следовательно, увеличивается потребляемая электрическая мощность.

№1394.

Дано:

$U = 120 \text{ В}$

$I = 5 \text{ А}; t = 1 \text{ с}$

$A - ?$

Решение:

$$A = I U t = 5 \text{ А} \cdot 120 \text{ В} \cdot 1 \text{ с} = 600 \text{ Дж}.$$

№1395.

Дано:

$P = 8 \text{ кВт} = 8 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

$P_1 = 40 \text{ Вт}$

$P_{\text{л}} = 0,95 P$

 $N = ?$ Решение:

Так как на подводящие провода тратится 5% мощности, на лампы остается 95%, т. е.

$P_{\text{л}} = 0,95 P = 0,95 \cdot 8 \cdot 10^3 \text{ Вт} = 7,6 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$

$$N = \frac{P}{P_1} = \frac{7,6 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{40 \text{ Вт}} = 190 \text{ ламп}.$$

№1396.

Дано:

$t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$

$U = 127 \text{ В}; I = 0,5 \text{ А}$

 $A = ?$ Решение:

$A = I U t = 0,5 \text{ А} \cdot 127 \text{ В} \cdot 600 \text{ с} =$

$= 38 \text{ 100 Дж} = 38,1 \text{ кДж}.$

№1397.

Дано:

$t = 30 \text{ с}; U = 12 \text{ В}$

$I = 0,5 \text{ А}$

 $A = ?$ Решение:

$A = I U t = 0,5 \text{ А} \cdot 12 \text{ В} \cdot 30 \text{ с} = 180 \text{ Дж}.$

№1398.

Дано:

$t = 10 \text{ с}$

$U = 4 \text{ В}$

$I = 0,3 \text{ А}$

 $A = ?$ Решение:

$A = I U t = 0,3 \text{ А} \cdot 4 \text{ В} \cdot 10 \text{ с} = 12 \text{ Дж}.$ Если ползунок реостата переместить вверх, то общее сопротивление цепи возрастет, а сила тока уменьшится. Уменьшится и падение напряжения на лампе. Следовательно, она станет потреблять меньше энергии. При движении ползунка вниз потребляемая лампой энергия возрастет.

№1399.

Дано:

$t = 3 \text{ с}; U = 220 \text{ В}; I = 5 \text{ А}$

 $A = ?$ Решение:

$$A = I U t = 5 \text{ А} \cdot 220 \text{ В} \cdot 3 \text{ с} = 3300 \text{ Дж} = 3,3 \text{ Дж}.$$

№1400.

Дано:

$t = 25 \text{ мин} = 1500 \text{ с}$

$R = 125 \text{ Ом}; I = 1,2 \text{ А}$

 $A = ?$ Решение:

$$A = I^2 R t = (1,2 \text{ А})^2 \cdot 125 \text{ Ом} \cdot 1500 \text{ с} = 270 \text{ 000 Дж} = 270 \text{ кДж}.$$

№1401.

Дано:

$$U = 220 \text{ В}; I = 4,6 \text{ А}$$

 $P = ?$ Решение:

$$P = IU = 4,6 \text{ А} \cdot 220 \text{ В} = 1012 \text{ Вт} \approx 1 \text{ кВт.}$$

№1402.

Дано:

$$U = 3 \text{ В}; I = 100 \text{ мА} = 0,1 \text{ А}$$

 $P = ?$ Решение:

$$P = IU = 0,1 \text{ А} \cdot 3 \text{ В} = 0,3 \text{ Вт.}$$

№1403.

Дано:

$$U = 400 \text{ В}; I = 92 \text{ А}$$

 $P = ?$ Решение:

$$P = IU = 92 \text{ А} \cdot 400 \text{ В} = 36800 \text{ Вт} = 36,8 \text{ кВт.}$$

№1404.

Дано:

$$R_1 = 50 \text{ Ом}; R_2 = 10 \text{ Ом}$$

 $P_1/P_2 = ?$ Решение:

Резисторы R_1 и R_2 соединены последовательно, следовательно, $I_1 = I_2 = I$ и мощности

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= I^2 R_1 \\ P_2 &= I^2 R_2 \end{aligned} \right\} : \frac{P_1}{P_2} = \frac{I^2 R_1}{I^2 R_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}; \frac{P_1}{P_2} = \frac{50 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом}} = 5; P_1 = 5P_2.$$

Мощность, потребляемая R_1 , в 5 раз больше.

№1405.

Дано:

$$U_1 = 120 \text{ В}; P_1 = 100 \text{ Вт}$$

$$U_2 = 220 \text{ В}; P_2 = 100 \text{ Вт}$$

 $I_1/I_2 = ?$ Решение:

$$P_1 = I_1 U_1; P_2 = I_2 U_2;$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1 U_1}{I_2 U_2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{P_1 U_2}{P_2 U_1} = \frac{100 \text{ Вт} \cdot 220 \text{ В}}{100 \text{ Вт} \cdot 120 \text{ В}} = 1,83.$$

Сила тока в первой лампе в 1,83 раза больше.

№1406.

Дано:

$$U_1 = 24 \text{ В}; I_1 = 0,7 \text{ А}$$

$$U_2 = 120 \text{ В}; I_2 = 0,2 \text{ А}$$

 $P_1 = ?; P_2 = ?$ Решение:

$$P_1 = I_1 U_1 = 0,7 \text{ А} \cdot 24 \text{ В} = 16,8 \text{ Вт};$$

$$P_2 = I_2 U_2 = 0,2 \text{ А} \cdot 120 \text{ В} = 24 \text{ Вт. } P_2 \approx 1,4 P_1.$$

№1407.

Дано:

$$U = 220 \text{ В}; R = 484 \text{ Ом}$$

 $P = ?$ Решение:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(220 \text{ В})^2}{484 \text{ Ом}} = \frac{48400 \text{ В}^2}{484 \text{ Ом}} = 100 \text{ Вт.}$$

№1408.

Дано:

$R = 24 \text{ Ом}; U = 120 \text{ В}$

 $P = ?$ Решение:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(120 \text{ В})^2}{240 \text{ Ом}} = \frac{14400 \text{ В}^2}{240 \text{ Ом}} = 600 \text{ Вт.}$$

№1409.

Дано:

$R = 440 \text{ Ом}; U = 220 \text{ В}$

 $P = ?$ Решение:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(220 \text{ В})^2}{440 \text{ Ом}} = 110 \text{ Вт.}$$

№1410.

Дано:

$P_1 = 100 \text{ Вт}; U = 220 \text{ В}$

$P_2 = 25 \text{ Вт}$

$I_1/I_2 = ?$

Решение:При параллельном соединении $U_1 = U_2 = U$.

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= UI_1 \\ R_2 &= UI_2 \end{aligned} \right\} : \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_1}{I_2}; \frac{I_1}{I_2} = \frac{100 \text{ Вт}}{25 \text{ Вт}} = 4;$$

 $I_1 = 4 I_2$. Сила тока в лампе мощностью 100 Вт в 4 раза больше.

№1411. Сравним силу тока, протекающего через лампы:

$$I = I_1 + I_2; I_1 = \frac{U}{R}; I_2 = \frac{U}{R_3 + R_2} = \frac{U}{2R}, \text{ т.е. } I_2 = \frac{I_1}{2}.$$

То есть сила тока, протекающего через лампу 1 в 2 раза больше силы тока, протекающего через лампы 2 и 3. Накал лампы 1 будет больше.

№1412. Аналогично предыдущей задаче:

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_{23}}; R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{R_2^2}{2R_2} = \frac{R_2}{2} = \frac{R}{2}; I_1 = \frac{U}{R + \frac{R}{2}} = \frac{2U}{3R};$$

 $I_2 = I_3 = \frac{U}{3R}$; (Так как ток $I_1 = \frac{2U}{3R}$ делится на два равных тока, поскольку сопротивления равны.) Итак, сила тока, протекающего через лампу 1, в 2 раза больше, а следовательно, и потребляемая мощность будет тоже больше (в 4 раза), чем в лампах 2 и 3.

№1413.

Дано:

$U = 120 \text{ В}; A = 900 \text{ Дж}$

$t = 0,5 \text{ мин} = 30 \text{ с}$

 $I = ?$ Решение:

$$A = I U t; I = \frac{A}{U \cdot t} = \frac{900 \text{ Дж}}{120 \text{ В} \cdot 30 \text{ с}} = 0,25 \text{ А.}$$

№1414.

Дано:

$P = 100 \text{ Вт}; U = 6 \text{ В}$

 $I = ?$ Решение:

$$P = I \cdot U; \quad I = \frac{P}{U} = \frac{100 \text{ Вт}}{6 \text{ В}} = 16,7 \text{ А.}$$

№1415.

Дано:

$P = 0,6 \text{ Вт}; U_1 = 1,5 \text{ В}$

$n = 4$

 $I = ?$ Решение:

$$P = I U; \quad U = 4 \cdot U_1; \quad P = 4 I U_1;$$

$$I = \frac{P}{4 U_1} = \frac{0,6 \text{ Вт}}{4 \cdot 1,5 \text{ В}} = 0,1 \text{ А.}$$

№1416.

Дано:

$P = 3 \text{ кВт} = 3 \cdot 10^3 \text{ Вт}$

$I = 12 \text{ А}$

 $U = ?$ Решение:

$$P = I \cdot U; \quad U = \frac{P}{I} = \frac{3 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{12 \text{ А}} = 250 \text{ В.}$$

№1417.

Дано:

$P = 2,7 \text{ Вт}; I = 0,3 \text{ А}$

 $U = ?$ Решение:

$$P = I \cdot U; \quad U = \frac{P}{I} = \frac{2,7 \text{ Вт}}{0,3 \text{ А}} = 9 \text{ В.}$$

№1418.

Дано:

$I = 5 \text{ А}$

$t = 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с}$

$A = 1080 \text{ кДж} = 1080 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

 $R = ?$ Решение:

$$A = I^2 R t; \quad R = \frac{A}{I^2 t} = \frac{1080 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{(5 \text{ А})^2 \cdot 1800 \text{ с}} = 24 \text{ Ом.}$$

№1419.

Дано:

$U = 120 \text{ В}; P_1 = 300 \text{ Вт}$

$U_1 = 120 \text{ В}; U_2 = 12 \text{ В}$

$I_2 = 2 \text{ А}$

 $I_1 = ?; I = ?; R = ?$ Решение:

$$P_1 = I_1 \cdot U_1; \quad I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{300 \text{ Вт}}{120 \text{ В}} = 2,5 \text{ А};$$

$$I = I_1 + I_2 = 2,5 \text{ А} + 2 \text{ А} = 4,5 \text{ А}; \quad R = \frac{U_R}{I_2};$$

$$U_R = U - U_2; \quad R = \frac{U - U_2}{I_2} = \frac{120 \text{ В} - 12 \text{ В}}{2 \text{ А}} = 54 \text{ Ом.}$$

$$\text{№1420. } P_2 = I_2 U_2 = 2 \text{ А} \cdot 12 \text{ В} = 24 \text{ Вт}; \quad P = I U = 4,5 \text{ А} \cdot 120 \text{ В} = 540 \text{ Вт.}$$

№1421.

Дано:

$$P = 100 \text{ Вт}; U = 120 \text{ В}$$

$$I - ?; R - ?$$

Решение:

$$P = I \cdot U; I = \frac{P}{U} = \frac{100 \text{ Вт}}{120 \text{ В}} \approx 0,83 \text{ А};$$

$$P = \frac{U^2}{R}; R = \frac{U^2}{P} = \frac{(120 \text{ В})^2}{100 \text{ Вт}} = 144 \text{ Ом}.$$

№1422.

Дано:

$$P = 100 \text{ Вт}; U = 220 \text{ В}$$

$$R - ?$$

Решение:

$$P = \frac{U^2}{R}; R = \frac{U^2}{P} = \frac{(220 \text{ В})^2}{100 \text{ Вт}} = 484 \text{ Ом}.$$

№1423.

Дано:

$$U_1 = 220 \text{ В}; P_1 = 25 \text{ Вт}$$

$$U_2 = 220 \text{ В}; P_2 = 200 \text{ Вт}$$

$$R_1/R_2 - ?$$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{U^2}{R}; R = \frac{U^2}{P}; R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} \\ R_2 &= \frac{U_2^2}{P_2} \end{aligned} \right\} \cdot \frac{R_1}{R_2} = \frac{U_1^2 \cdot P_2}{P_1 \cdot U_2^2} =$$

$$= \frac{(220 \text{ В})^2 \cdot 200 \text{ Вт}}{25 \text{ Вт} \cdot (220 \text{ В})^2} = 8. \text{ Сопротивление первой лампы в 8 раз больше.}$$

№1424.

Дано:

$$U_1 = U_2 = U$$

$$P_1 = 50 \text{ Вт}; P_2 = 100 \text{ Вт}$$

$$R_1/R_2 - ?$$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= \frac{U^2}{P_1} \\ R_2 &= \frac{U^2}{P_2} \end{aligned} \right\} \cdot \frac{R_1}{R_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{100 \text{ Вт}}{50 \text{ Вт}} = 2.$$

№1425.

Дано:

$$P_1 = P_2 = P$$

$$U_1 = 110 \text{ В}; U_2 = 220 \text{ В}$$

$$R_2/R_1 - ?$$

Решение:

$$R_1 = \frac{U_1^2}{P}; R_2 = \frac{U_2^2}{P};$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{U_2^2}{U_1^2} = \frac{(220 \text{ В})^2}{(110 \text{ В})^2} = 4. R_2 = 4R_1.$$

№1426.

Дано:

- $I_1 = 0,68 \text{ A}; U = 220 \text{ В}$
 - $R_2 = 480 \text{ Ом}; U = 220 \text{ В}$
 - $P_3 = 40 \text{ Вт}$
-
- $R_1 - ?; P_1 - ?$
 - $I_2 - ?; P_2 - ?$
 - $I_3 - ?; R_3 - ?$

Решение:

При параллельном соединении трех ламп напряжение на них одинаковое, т. е. 220 В.

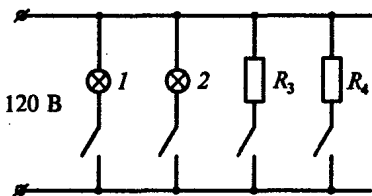
- $R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{220 \text{ В}}{0,68 \text{ А}} \approx 324 \text{ Ом};$
 $P_1 = U \cdot I_1 = 220 \text{ В} \cdot 0,68 \text{ А} = 150 \text{ Вт}.$
- $I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{220 \text{ В}}{480 \text{ Ом}} = 0,46 \text{ А};$
 $P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{(220 \text{ В})^2}{480 \text{ Ом}} \approx 101 \text{ Вт}.$

- $P_3 = I_3 \cdot U; I_3 = \frac{P_3}{U} = \frac{40 \text{ Вт}}{220 \text{ В}} \approx 0,18 \text{ А};$
 $R_3 = \frac{U}{I_3} = \frac{220 \text{ В}}{0,18 \text{ А}} = 1222 \text{ Ом}.$

№1427.

Дано:

- $P_1 = 60 \text{ Вт}; I_2 = 0,625 \text{ А}$
-
- $R_3 = 120 \text{ Ом}; P_4 = 600 \text{ Вт}$
-
- $U = 120 \text{ В}$
-
- $U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U$
-
-
- $I_1 - ?; I_3 - ?; I_4 - ?;$
-
- $R_1 - ?; R_2 - ?; R_4 - ?;$
-
- $P_2 - ?; P_3 - ?$

Решение:

- $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{60 \text{ Вт}}{120 \text{ В}} = 0,5 \text{ А}; R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{120 \text{ В}}{0,5 \text{ А}} = 240 \text{ Ом};$
- $R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{120 \text{ В}}{0,625 \text{ А}} = 192 \text{ Ом}; P_2 = I_2 \cdot U_2 = 0,625 \text{ А} \cdot 120 \text{ В} = 75 \text{ Вт};$
- $I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{120 \text{ В}}{120 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}; P_3 = I_3 \cdot U_3 = 1 \text{ А} \cdot 120 \text{ В} = 120 \text{ Вт};$
- $I_4 = \frac{P_4}{U_4} = \frac{600 \text{ Вт}}{120 \text{ В}} = 5 \text{ А}; R_4 = \frac{U_4}{I_4} = \frac{120 \text{ В}}{5 \text{ А}} = 24 \text{ Ом}.$

№1428.

Дано:

$$U = 127 \text{ В}; I = 0,5 \text{ А}; t = 8 \text{ ч}$$

 $A = ?$ Решение:

$$A = I U t = 0,5 \text{ А} \cdot 127 \text{ В} \cdot 8 \text{ ч} = \\ = 508 \text{ Вт} \cdot \text{ч} \approx 0,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

№1429.

Дано:

$$P = 150 \text{ Вт}; t = 800 \text{ ч}$$

 $A = ?$ Решение:

$$A = P \cdot t = 150 \text{ Вт} \cdot 800 \text{ ч} = 120\,000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = \\ = 120 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

№1430.

Дано:

$$P = 50 \text{ Вт}; t = 30 \cdot 8 \text{ ч} = 240 \text{ ч}$$

 $A = ?$ Решение:

$$A = P \cdot t = 50 \text{ Вт} \cdot 240 \text{ ч} = 12\,000 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = \\ = 12 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

№1431.

Дано:

$$I_1 = I_2 = 0,28 \text{ А}$$

$$U = 6 \text{ В}; t = 2 \text{ ч}$$

 $N = ?; A = ?$ Решение:

Лампы соединены параллельно, следовательно ток, идущий от генератора $I = I_1 + I_2 = 2I_1 = 0,28 \text{ А} \cdot 2 = 0,56 \text{ А};$
 $P = I \cdot U = 0,56 \text{ А} \cdot 6 \text{ В} = 3,36 \text{ Вт}; A = I \cdot U \cdot t =$
 $= 3,36 \text{ Вт} \cdot 2 \text{ ч} = 6,72 \text{ Вт} \cdot \text{ч}.$

№1432.

Дано:

$$t = 7 \text{ ч} \cdot 24; P_1 = 0,15 \text{ кВт}$$

$$P_2 = 75 \text{ Вт} = 0,075 \text{ кВт}$$

$$N_1 = 10; N_2 = 76$$

 $A = ?$ Решение:

$$A = P_1 N_1 t + P_2 N_2 t = t (P_1 N_1 + P_2 N_2) = \\ = 7 \cdot 24 \text{ ч} \cdot (0,15 \text{ кВт} \cdot 10 + 0,075 \text{ кВт} \cdot 76) = \\ = 1209,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \approx 1210 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

№1433.

Дано:

$$A = 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}; N = 0,25 \text{ кВт}$$

 $t = ?$ Решение:

$$A = N \cdot t; \quad t = \frac{A}{N} = \frac{1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}}{0,25 \text{ кВт}} = 6$$

№1434.

Дано:

$$P = 300 \text{ Вт} = 0,3 \text{ кВт}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$t = 30 \text{ мин} = 0,5 \text{ ч}$$

$$\text{тариф} = 20 \text{ коп./1 кВт} \cdot \text{ч}$$

$$I - ?; R - ?; A - ?;$$

$$\text{Стоимость} - ?$$

Решение:

$$P = I \cdot U; \quad I = \frac{P}{U};$$

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P};$$

$$A = P \cdot t. \quad \text{Стоимость} = A \cdot \text{тариф.}$$

$$I = \frac{300 \text{ Вт}}{220 \text{ В}} = 1,36 \text{ А}; \quad R = \frac{(220 \text{ В})^2}{300 \text{ Вт}} = 161,3 \text{ Ом};$$

$$A = 0,3 \text{ кВт} \cdot 0,5 \text{ ч} = 0,15 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 0,15 \text{ кВт} \cdot 3600 \text{ с} = 540 \text{ кДж};$$

$$\text{Стоимость} = 0,15 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \times 20 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч} = 3 \text{ коп.}$$

№1435.

Дано:

$$t = 2 \text{ ч}$$

$$P = 100 \text{ Вт} = 0,1 \text{ кВт}$$

$$\text{Тариф} = 20 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч}$$

$$\text{Стоимость} - ?$$

Решение:

$$\begin{aligned} \text{Стоимость} &= P \cdot t \cdot \text{тариф} = 0,1 \text{ кВт} \times \\ &\times 2 \text{ ч} \times 20 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч} = 4 \text{ коп.} \end{aligned}$$

№1436.

Дано:

$$P = 100 \text{ Вт} = 0,1 \text{ кВт}$$

$$t = 8 \cdot 30 \text{ ч}$$

$$\text{Тариф} = 20 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч}$$

$$\text{Стоимость} - ?$$

Решение:

$$\begin{aligned} \text{Стоимость} &= P \cdot t \cdot \text{тариф} = 0,1 \text{ кВт} \times \\ &\times 8 \times 30 \text{ ч} \times 20 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч} = 480 \text{ коп} = \\ &= 4 \text{ руб } 80 \text{ коп.} \end{aligned}$$

№1437.

Дано:

$$\text{Тариф} = 20 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч}$$

$$t = 4 \text{ ч}$$

$$U = 220 \text{ В}; \quad I = 4,55 \text{ А}$$

$$\text{Стоимость} - ?$$

Решение:

$$\begin{aligned} \text{Стоимость} &= U \cdot I \cdot t \cdot \text{тариф} = \\ &= 220 \text{ В} \cdot 4,55 \text{ А} \cdot 4 \text{ ч} \cdot 20 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч} = \\ &= 4 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 20 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч} = 80 \text{ коп.} \end{aligned}$$

№1438.

Дано:

Тариф = 20 коп./кВт·ч

Стоимость = 4 р. 80 к.

A — ?Решение:

$$A = \frac{\text{Стоимость}}{\text{тариф}} = \frac{480 \text{ коп.}}{20 \frac{\text{коп.}}{\text{кВт}}}} = 24 \text{ кВт.}$$

№1439.

Дано: $U = 60 \text{ В}; R = 0,4 \text{ Ом}$ $t = 4 \text{ ч}$

Тариф = 40 коп./кВт·ч

Стоимость — ?

Решение:

$$\text{Стоимость} = P \cdot t \cdot \text{тариф} =$$

$$= \frac{U^2}{R} \cdot t \cdot \text{тариф} = \frac{3600 \text{ В}^2}{0,4 \text{ Ом}} \times 4 \text{ ч} \times$$

$$\times 40 \text{ коп./кВт} \cdot \text{ч} = 36 \cdot 40 \text{ коп} = 14 \text{ р. } 40 \text{ к.}$$

№1440.

Дано: $m = 0,6 \text{ т} = 600 \text{ кг}$ $v = 20 \text{ м/мин} = 1/3 \text{ м/с}$ $P = 7,22 \cdot 10^3 \text{ Вт}$ η — ?Решение:

Полезная мощность крана

$$P_{\text{п}} = mgv = 600 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 1/3 \text{ м/с} = 1960 \text{ Вт.}$$

Отсюда КПД крана равен

$$\eta = \frac{P_{\text{п}}}{P} \cdot 100\% = \frac{1960 \text{ Вт}}{7220 \text{ Вт}} \cdot 100\% \approx 27\%.$$

55. Тепловое действие тока

№1441. При соединении концов проводников *A* между собой загорится лампа. Если после этого соединить точки *B* и *C*, то произойдет короткое замыкание.

№1442. Назначение предохранителей — быстро отключить линию. Если сила тока вдруг окажется выше допустимой нормы, проволока предохранителя должна быстро расплавиться, поэтому тугоплавкие металлы для его изготовления не применяются.

№1443. Спираль укоротили, значит сопротивление ее уменьшилось, следовательно, ток увеличится $I = \frac{U}{R}$ и мощность тоже увеличится $P = UI$.

№1444. Так как удельное сопротивление железа почти в 9 раз больше удельного сопротивления меди, т. е. $\rho_{\text{ж}} > \rho_{\text{м}}$ и, следовательно, $R_{\text{ж}} > R_{\text{м}}$ почти в 9 раз. Таким образом на железных проводах будет

теряться энергии в 9 раз больше, чем на медных. Поэтому нить накала лампочки в цепи с медными проводами будет светиться ярче.

№1445.

Дано:

$$I_1 = I_2 \\ Q_1 = 2Q_2$$

$$U_1/U_2 = ?; \\ R_1/R_2 = ?$$

Решение:

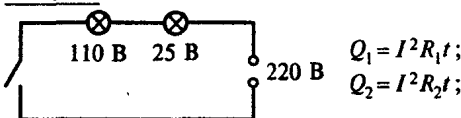
$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= I_1 U_1 t \\ Q_2 &= I_2 U_2 t \end{aligned} \right\} : \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{U_1}{U_2}; \quad \frac{U_1}{U_2} = 2; \quad U_1 = 2U_2.$$

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= I_1^2 R_1 t \\ Q_2 &= I_2^2 R_2 t \end{aligned} \right\} : \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{Q_1}{Q_2}; \quad R_1 = 2R_2.$$

№1446.

Дано:

$$U_1 = 220 \text{ В}; U_2 = 220 \text{ В} \\ P_1 = 110 \text{ Вт}; P_2 = 25 \text{ Вт} \\ U = 220 \text{ В} \\ Q_1/Q_2 = ?$$

Решение:

При последовательном соединении ламп сила тока на них одинакова

$$P = \frac{U^2}{R}; R_1 = \frac{U_1^2}{P_1}; R_2 = \frac{U_2^2}{P_2}; R_1 = \frac{(220 \text{ В})^2}{110 \text{ Вт}} = 440 \text{ Ом}; R_2 = \frac{(220 \text{ В})^2}{25 \text{ Вт}} = 1936 \text{ Ом}; \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{I^2 R_2 t}{I^2 R_1 t} = \frac{R_2}{R_1}; \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1936 \text{ Ом}}{440 \text{ Ом}} = 4,4 \text{ (раза)}.$$

Накал лампы мощностью 25 Вт будет в 4,4 раза больше.

№1447. В случае короткого замыкания или резкого увеличения нагрузки в цепи предохранитель может не перегореть, если его заменить гвоздем или пучком проволоки, и может случиться пожар.

№1448. Провода, подводящие ток к электроплитке, не нагреваются, так же как спираль электроплитки из-за более низкого удельного сопротивления проводов.

№1449.

Дано:

$$t = 5 \text{ с}; R = 25 \text{ Ом} \\ I = 2 \text{ А} \\ Q = ?$$

Решение:

$$Q = I^2 R t = (2 \text{ А})^2 \cdot 25 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ с} = 500 \text{ Дж}.$$

№1450.

Дано:

$$t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$$

$$R = 15 \text{ Ом}; I = 2 \text{ А}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = I^2 R t = 4 \text{ А}^2 \cdot 15 \text{ Ом} \cdot 600 \text{ с} = 36 \text{ кДж.}$$

№1451.

Дано:

$$R = 55 \text{ Ом}; U = 127 \text{ В}$$

$$t_1 = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

$$t_2 = 0,5 \text{ ч} = 1800 \text{ с}$$

$$Q_1 = ?; Q_2 = ?$$

Решение:

$$Q_1 = \frac{U^2}{R} t_1 = \frac{(127 \text{ В})^2}{55 \text{ Ом}} \cdot 60 \text{ с} = 17595,3 \text{ Дж} \approx$$

$$\approx 17,6 \text{ кДж}; Q_2 = \frac{U^2}{R} t_2 = \frac{(127 \text{ В})^2}{55 \text{ Ом}} \cdot 1800 \text{ с} =$$

$$= 527858 \text{ Дж} \approx 528 \text{ кДж.}$$

№1452.

Дано:

$$I = 7500 \text{ А}; U = 3 \text{ В}$$

$$R = 0,0004 \text{ Ом}$$

$$t = 2 \text{ мин} = 120 \text{ с}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = I U t = 7500 \text{ А} \cdot 3 \text{ В} \cdot 120 \text{ с} =$$

$$= 2700000 \text{ Дж} = 2,7 \text{ МДж.}$$

№1453.

Дано:

$$t = 10 \text{ с}; R = 25 \text{ Ом}$$

$$I = 0,2 \text{ А}$$

$$t_1 = 1 \text{ мин} = 600 \text{ с}$$

$$t_2 = 0,5 \text{ ч} = 1800 \text{ с}$$

$$t_3 = 2 \text{ ч} = 2 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$Q, Q_1, Q_2, Q_3 = ?$$

Решение:

$$Q = I^2 R t = (0,2 \text{ А})^2 \cdot 25 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ с} = 10 \text{ Дж};$$

$$Q_1 = I^2 R t_1 = (0,2 \text{ А})^2 \cdot 25 \text{ Ом} \cdot 600 \text{ с} = 600 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = I^2 R t_2 = (0,2 \text{ А})^2 \cdot 25 \text{ Ом} \cdot 1800 \text{ с} = 1800 \text{ Дж} =$$

$$= 1,8 \text{ кДж};$$

$$Q_3 = I^2 R t_3 = (0,2 \text{ А})^2 \cdot 25 \text{ Ом} \cdot 7200 \text{ с} = 7200 \text{ Дж} =$$

$$= 7,2 \text{ кДж.}$$

№1454.

Дано:

$$t = 20 \text{ с}; U = 5 \text{ В}; I = 0,2 \text{ А}$$

$$t_1 = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

$$t_2 = 0,5 \text{ ч} = 1800 \text{ с}$$

$$t_3 = 5 \text{ ч} = 5 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$Q, Q_1, Q_2, Q_3 = ?$$

Решение:

$$Q = I U t = 0,2 \text{ А} \cdot 5 \text{ В} \cdot 20 \text{ с} = 20 \text{ Дж};$$

$$Q_1 = I U t_1 = 0,2 \text{ А} \cdot 5 \text{ В} \cdot 60 \text{ с} = 60 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = I U t_2 = 0,2 \text{ А} \cdot 5 \text{ В} \cdot 1800 \text{ с} = 1800 \text{ Дж} =$$

$$= 1,8 \text{ кДж}; Q_3 = I U t_3 = 0,2 \text{ А} \cdot 5 \text{ В} \cdot 18000 \text{ с} =$$

$$= 18000 \text{ Дж} = 18 \text{ кДж.}$$

№1455.

Дано:

$$P_1 = 100 \text{ Вт}; U_1 = 220 \text{ В}$$

$$P_2 = 60 \text{ Вт}; U_2 = 127 \text{ В}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$I_1 - ?; I_2 - ?$$

Решение:

$$Q_1 = A_1 = P_1 t = 100 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ с} = 100 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = A_2 = P_2 t = 60 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ с} = 60 \text{ Дж};$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{100 \text{ Вт}}{220 \text{ В}} = 0,45 \text{ А}; I_2 = \frac{P_2}{U_2} =$$

$$= \frac{60 \text{ Вт}}{127 \text{ В}} \approx 0,47 \text{ А}. I_2 > I_1 \text{ на } 0,02 \text{ А}.$$

№1456.

1) Дано:

$$U = 220 \text{ В}; P_1 = 100 \text{ Вт}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$I_1 - ?; R_1 - ?; Q_1 - ?$$

Решение:

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{100 \text{ Вт}}{220 \text{ В}} = 0,45 \text{ А}; R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{220 \text{ В}}{0,45 \text{ А}} =$$

$$= 489 \text{ Ом}; Q_1 = I_1 U t = 0,45 \text{ А} \cdot 220 \text{ В} \cdot 1 \text{ с} = 99 \text{ Дж}.$$

2) Дано:

$$U = 220 \text{ В}; I_2 = 3 \text{ А}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$P_2 - ?; R_2 - ?; Q_2 - ?$$

Решение:

$$P_2 = I_2 \cdot U = 220 \text{ В} \cdot 3 \text{ А} = 660 \text{ Вт}; R_2 = \frac{U}{I_2} =$$

$$= \frac{220 \text{ В}}{3 \text{ А}} = 73 \text{ Ом}; Q_2 = I_2 U t = 220 \text{ В} \cdot 3 \text{ А} \cdot 1 \text{ с} =$$

$$= 660 \text{ Дж}.$$

3) Дано:

$$U = 220 \text{ В}$$

$$R_3 = 440 \text{ Ом}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$P_3 - ?; I_3 - ?$$

$$Q_3 - ?$$

Решение:

$$P_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{(220 \text{ В})^2}{440 \text{ Ом}} = 110 \text{ Вт}; I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{220 \text{ В}}{440 \text{ Ом}} =$$

$$= 0,5 \text{ А}; Q_3 = \frac{U^2}{R_3} t = \frac{(220 \text{ В})^2}{440 \text{ Ом}} \cdot 1 \text{ с} = 110 \text{ Дж}.$$

4) Дано:

$$Q_4 = 400 \text{ Дж}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$P_4 - ?; I_4 - ?$$

$$R_4 - ?$$

Решение:

$$Q_4 = I_4 U t; I_4 = \frac{Q_4}{U t} = \frac{400 \text{ Дж}}{220 \text{ В} \cdot 1 \text{ с}} \approx 1,8 \text{ А}; R_4 =$$

$$= \frac{U}{I_4} = \frac{220 \text{ В}}{1,8 \text{ А}} = 122 \text{ Ом}; P_4 = \frac{Q_4}{t} = \frac{400 \text{ Дж}}{1 \text{ с}} = 400 \text{ Вт}.$$

№1457.

Дано:

$$U = 220 \text{ В}; R = 38,7 \text{ Ом}$$
$$t = 1 \text{ с}$$

 $P = ?; Q = ?$ Решение:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(220 \text{ В})^2}{38,7 \text{ Ом}} = 1250 \text{ Вт};$$

$$Q = \frac{U^2}{R} t = \frac{(220 \text{ В})^2}{38,7 \text{ Ом}} \cdot 1 \text{ с} = 1250 \text{ Дж}.$$

56. Электромагнитные явления

№1458. Если цепь замкнуть, то стрелка повернется, так как текущий по цепи ток создает вокруг проводника магнитное поле, действующее на магнитную стрелку.

№1459. Если направление электрического тока в проводнике поменять, то стрелка повернется в другую сторону, так как изменение направления тока вызывает изменение направления магнитного поля.

№1460. Нет. Магнитное поле будет действовать на стрелку и она повернется.

№1461. Да, можно. Если стрелка компаса располагается перпендикулярно проводу, значит в проводе течет постоянный ток.

№1462. Не будет. Если провод согнуть вдвое, как показано на рис. 357, то магнитные поля, порождаемые током в проводниках, почти компенсируют друг друга.

№1463. Катушка с током — это электромагнит. Левый конец катушки — южный полюс (правило буравчика), а разноименные полюсы притягиваются.

№1464. Электрический ток каждой из катушек взаимодействует с магнитным полем, создаваемым другой катушкой. В данном случае катушки будут отталкиваться.

№1465. Нельзя наматывать неизолированный провод на железный сердечник, так как при пропускании электрического тока произойдет короткое замыкание.

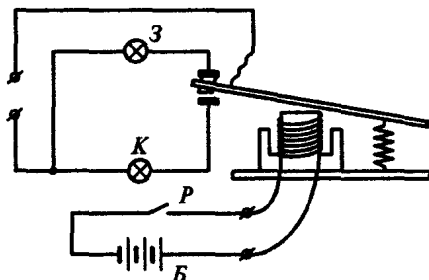
№1466. Железный сердечник — ферромагнетик, многократно усиливающий магнитное поле.

№1467. При выключении тока имеет место остаточный магнетизм. Если пропустить слабый ток обратного направления, катушка размагничивается.

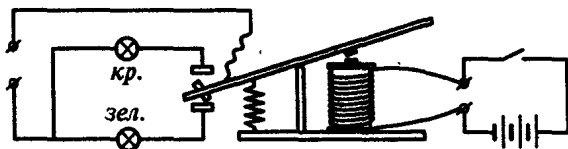
№1468. Замкнув цепь рубильником, замыкаем цепь электромагнита. Если ток превышает допустимое значение, магнитное поле усиливается, притягивает якорь, который освободит расцепитель, и рубильник разомкнет цепь под действием пружины.

№1469. К выводам катушки электромагнита присоединяем цепь малой силы тока, а к выводам якоря — рабочую цепь.

№1470.



№1471.



№1472. На противоположных концах гвоздей возникают одноименные полюса, а они отталкиваются друг от друга.

№1473. Южный полюс.

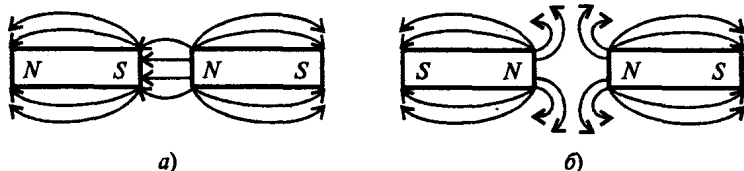
№1474. В поле подковообразного магнита гвоздь намагничивается и своими концами притягивается к разноименным полюсам магнита.

№1475. Нет. Игла намагничивается в магнитном поле стрелки.

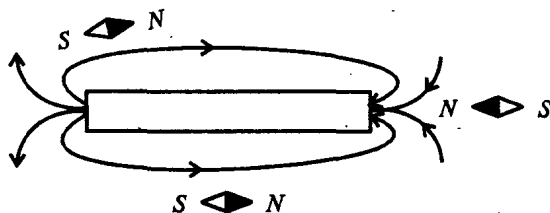
№1476. Железо намагничивается в магнитном поле стрелки, то есть создает собственное магнитное поле. Это поле будет влиять на магнитную стрелку.

№1477. Ответ в задачнике.

№1478.



№1479.

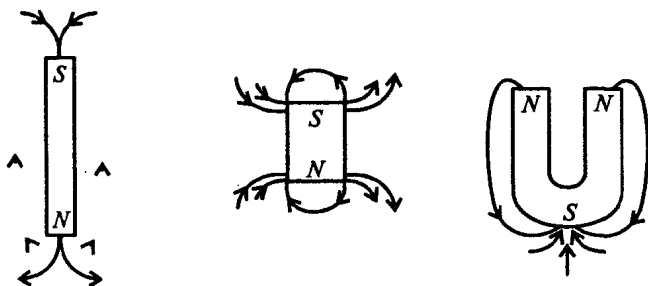


№1480. На проводник MN с током будет действовать сила со стороны магнитного поля подковообразного магнита. Стержень покатится вправо.

№1481. Направление вращения рамки с током можно изменить: 1) поменяв полюса магнита; 2) поменяв направление тока в рамке на противоположное.

№1482. Химическая энергия аккумулятора превращается в электрическую энергию. Энергия электрического поля тока превращается в энергию магнитного поля, которая переходит в кинетическую (механическую) энергию движения стержня.

№1483.



VIII. СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

57. Источники света. Свойства света

№1484.

<i>Источники света</i>	
<i>естественные</i>	<i>искусственные</i>
Солнце звезды молния полярное сияние светлячки	свеча экран телевизора лампа дневного света электрическая лампа газовая горелка

№1485—1486. Солнце, лампа дневного света, лампа накаливания, свеча, фонарь.

№1487. Излучение, создаваемое радиатором центрального отопления, — тепловое, невидимое; излучение свечи — видимое и невидимое.

№1488. Все приведенные случаи — это случаи электромагнитного излучения. Различие в спектральном составе. Излучение, создаваемое чайником с кипятком и нагретым утюгом, — виды теплового излучения, невидимого для глаз. Излучения, создаваемые электрической лампой, пламенем костра, — виды теплового и светового излучения.

№1489. Чтобы уменьшить поток световой энергии и не слепить встречных водителей.

№1490. Энергия электрического тока превращается в тепловую, часть тепловой энергии превращается в световую.

№1491. При горении свечи химическая энергия превращается в тепловую, часть тепловой превращается в световую.

№1492.

<i>Источники света</i>	
<i>теплые</i>	<i>холодные</i>
молния раскаленный металл пламя горящей древесины, торфа, угля, бензина электрическая лампа накаливания	экран телевизора, дисплея жучки-светлячки

№1493. Биохимическое действие света.

№1494. Фотосинтез, загар человека, выцветание тканей.

№1495. Солнечный свет, падая на воду, землю, стены и т. д., нагревает их.

№1496. Тепловое, химическое, фотоэффект

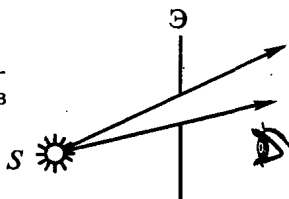
58. Распространение света

№1497. С наибольшей скоростью свет распространяется в вакууме:
 $c = 300\,000$ км/с.

№1498. Прямолинейное распространение света.

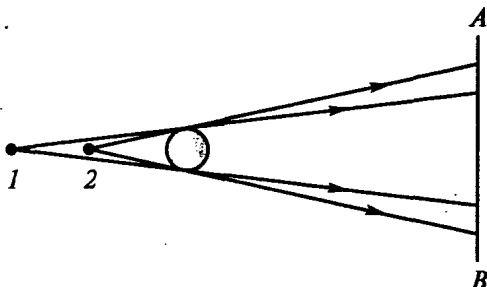
№1499. Для четкости и точности измерения.

№1500. Свет, распространяясь прямолинейно и проходя через отверстие в экране, не попадает в глаз.



№1501—1503. Ответ в задачнике.

№1504. Чтобы тень от ручки была справа, т. е. не падала на лист.



№1505. Большая тень получится, если источник света поместить в точку 2.

№1506—1507. Ответ в задачнике.

№1508. При прямолинейном распространении света от одного источника света получаются резкие тени. Свет от люстры идет из нескольких источников и область тени одного источника накладывается на область света от другого.

№1509. Ответ в задачнике.

№1510. Пламя свечи — вытянутый источник света. Горизонтальный диаметр пламени в несколько раз меньше его высоты. Поэтому в вертикальной плоскости пламя будет давать значительно большую полутень, чем в горизонтальной. А так как вилка также является протяженным объектом (толщина зубьев много меньше их длины), то при горизонтальном расположении вилки тень от зубьев исчезнет и заменится на полутень.

№1511. Чем ближе отверстие к экрану, тем меньшим, но более четким будет изображение предмета на нем.

№1512. См. на рис. 377. Двойная штриховка — наблюдается тень. Штриховка — полутень. Светлая область — затмения нет.

№1513. Против часовой стрелки.

№1514. Ответ в задачнике.

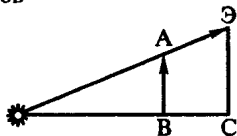
№1515. $l_{\text{кр}} = \frac{2}{3} l_{\text{дороги}}$; $l_{\text{кр}} = \frac{2}{3} \cdot 18,6 \text{ м} = 12,4 \text{ м}$. Размах крыльев самолета 12,4 м.

№1516.

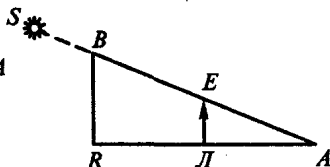
$\triangle SAB \sim \triangle S\Theta C$ из подобия треугольников

$$\frac{SB}{SC} = \frac{AB}{C\Theta}; \quad SC = \frac{SB \cdot S\Theta}{AB};$$

$$SC = \frac{60 \text{ см} \cdot 18 \text{ см}}{10 \text{ см}} = 108 \text{ см} = 1,08 \text{ м}.$$



№1517.

Дано: $RA = 10 \text{ м}; EL = 1,8 \text{ м}$ $LA = 90 \text{ см} = 0,9 \text{ м}$ $BR = ?$ Решение: $\triangle BRA \sim \triangle LEA$ 

$$\frac{BR}{EL} = \frac{RA}{LA}; BR = \frac{EL \cdot RA}{LA} = \frac{1,8 \text{ м} \cdot 10 \text{ м}}{0,9 \text{ м}} = 20 \text{ м} \text{ — высота березы.}$$

№1518.

Дано: EL — линейка — 1 м BR — дерево $LA = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$ $RA = 6 \text{ м}$ $BR = ?$ Решение:Аналогично предыдущей задаче $\frac{BR}{LE} = \frac{RA}{LA};$

$$BR = \frac{LE \cdot RA}{LA} = \frac{1 \text{ м} \cdot 6 \text{ м}}{0,5 \text{ м}} = 12 \text{ м. Высота дерева}$$

12 м.

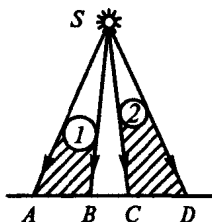
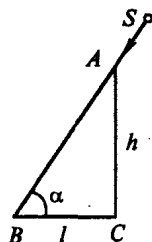
№1519.

Аналогично задаче № 1517 $BR = \frac{LE \cdot RA}{LA} = \frac{15 \text{ м} \cdot 30 \text{ м}}{2 \text{ м}} = 22,5 \text{ м.}$ Высота дома 22,5 м.

№1520.

Дано: $h = l$ $a = ?$ Решение:

$$\triangle ABC. \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l}. \operatorname{tg} \alpha = 1; \alpha = 45^\circ.$$



№1521. По рисунку видно, что протяженность тени зависит от взаимного расположения источника, предмета и экрана.

59. Отражение света

№1522. Потому что свет, отраженный от других предметов, попадает в область тени и отражается от поверхности, на которую пала тень.

№1523. Через окна в комнату попадают лучи, отраженные от домов, деревьев, а также рассеянный свет, поэтому в комнате светло.

№1524. В пасмурный день на предметы падает рассеянный облаками и отраженный свет, поэтому резких теней не бывает.

№1525. Светлые обои отражают больше света, темные обои — больше поглощают.

№1526. Из-за отраженного от “белых” облаков свет, освещенность фотообъекта увеличивается, поэтому фотограф уменьшает выдержку.

№1527. При фотографировании внутри зданий фотографы применяют белые экраны, чтобы использовать не только прямые, но и отраженные от белого экрана лучи.

№1528. Пучки света отражаются и рассеиваются частичками воды (из которых состоит туман) и пыли.

№1529. Свет отражается и рассеивается металлической защитной сеткой и лица спортсмена нам не видно. Сам же фехтовальщик все хорошо видит, так как через сетку свет поступает в его глаза.

№1530. Ответ в задачнике.

№1531. Да, человек является источником света (рассеянного) от Солнца, электрической лампы.

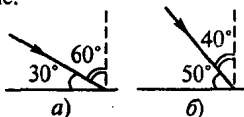
№1532. Книга является источником рассеянного света от Солнца или электрической лампы.

60. Плоское зеркало

№1533. Чтобы не исказить ход отраженных лучей. От идеально плоской зеркальной поверхности лучи отражаются без искажений и человек видит в зеркале свое четкое изображение.

№1534. Рассеянное.

№1535. В случае (б). Угол падения отсчитывается от вертикали.



№1536. Угол отражения равен углу падения, т. е. 60° .

№1537.

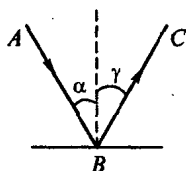
Дано:

$$\angle \alpha = 25^\circ$$

$$\angle ABC = ?$$

Решение:

$\angle ABC = \angle \alpha + \angle \gamma$, по закону отражения $\angle \gamma = \angle \alpha$, $\angle ABC = 2\angle \alpha = 25^\circ \cdot 2 = 50^\circ$.



№1538.

Дано:

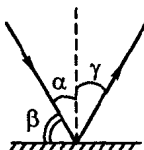
$$\angle \alpha + \angle \gamma = 50^\circ$$

$$\angle \beta = ?$$

Решение:

$$\angle \beta = 90^\circ - \angle \alpha =$$

$$= 90^\circ - \frac{50^\circ}{2} = 65^\circ$$



№1539. $2\alpha_1 = 90^\circ$; $\alpha_1 = 45^\circ$; $2\alpha_2 = 60^\circ$; $\alpha_2 = 30^\circ$;
 $2\alpha_3 = 30^\circ$; $\alpha_3 = 15^\circ$; $2\alpha_4 = 120^\circ$; $\alpha_4 = 60^\circ$.

№1540.

Дано:

$$\angle \beta = 30^\circ$$

$$\angle \beta_1 = 50^\circ$$

$$\angle \gamma = ?;$$

$$\angle \alpha = ?;$$

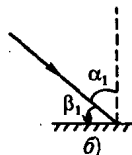
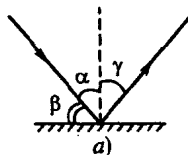
$$\angle \alpha_1 = ?$$

Решение:

$$\angle \alpha = 90^\circ - \angle \beta = 60^\circ;$$

$$\angle \gamma = \angle \alpha = 60^\circ;$$

$$\angle \alpha_1 = 90^\circ - \angle \beta_1 = 40^\circ$$



№1541.

Дано:

$$\frac{2}{3}(\alpha + \gamma) = 80^\circ$$

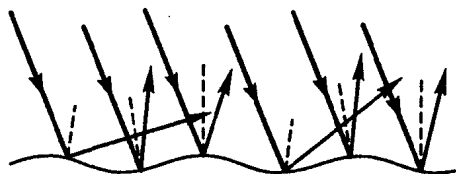
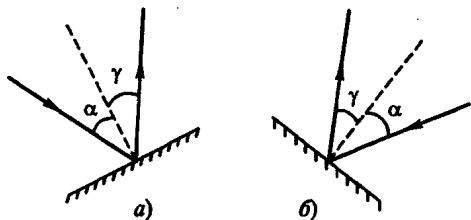
$$\alpha = ?$$

Решение:

$$\frac{2}{3}(\alpha + \gamma) = 80^\circ; \quad \frac{2}{3} \cdot 2\alpha = 80^\circ; \quad 4\alpha = 240^\circ; \quad \alpha = 60^\circ; \quad \alpha = \gamma.$$

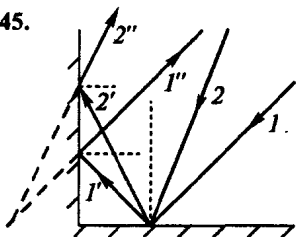
№1542. Падающий и отраженные лучи совпадают, если угол α равен 0.

№1543.

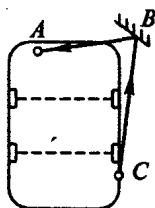


№1544. Чтобы правильно нарисовать ход отраженных лучей нужно восстановить перпендикуляр к поверхности в точке падения луча, а затем отложить от него угол отражения, равный углу падения.

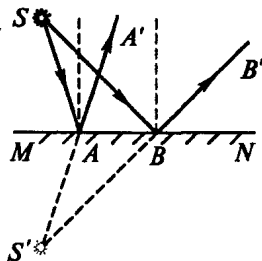
№1545.



№1546.

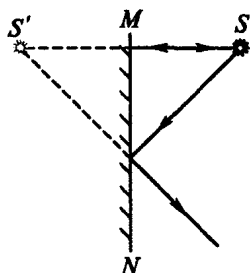


№1547.

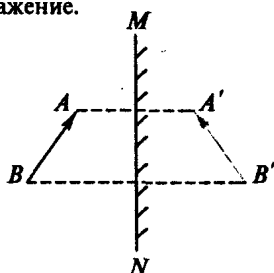


№1548. Ответ в задачнике.

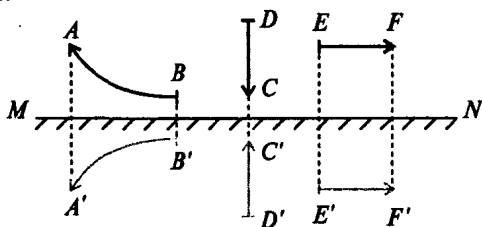
№1549.



№1550. Это будет прямое мнимое изображение.



№1551.



№1552. а) останутся на прежнем месте; б) переместятся вверх, вниз (рис. к задаче № 1551) на вдвое большее расстояние.

№1553. Да, видит в силу принципа обратимости лучей.

№1554.

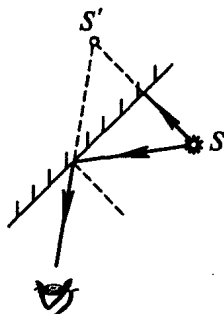
№1555. В правой.

№1556. На расстоянии 3 м.

№1557. Увеличится на 2 м.

№1558. Со скоростью
 $v = 2 \cdot 0,25 \text{ м/с} = 0,5 \text{ м/с}$.

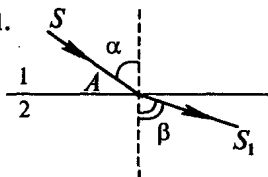
№1559. Ответ в задачнике.



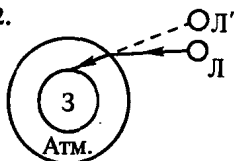
61. Преломление света

№1560. Для точного измерения, чтобы исключить преломление света.

№1561.

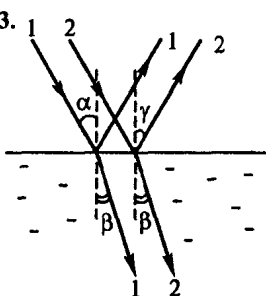


№1562.

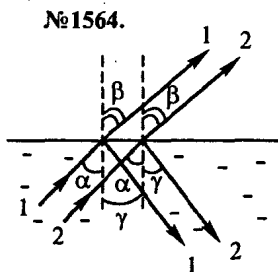


Луна находится несколько ниже мнимой прямой, так как происходит преломление света в атмосфере Земли.

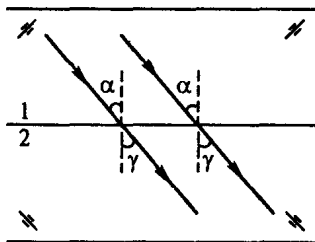
№1563.



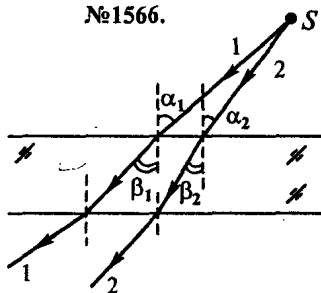
№1564.

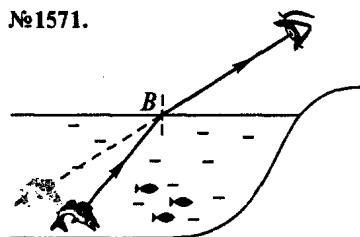
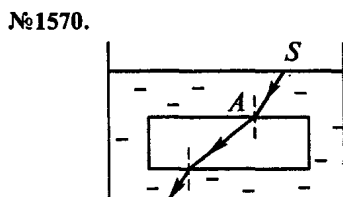
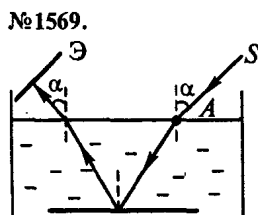
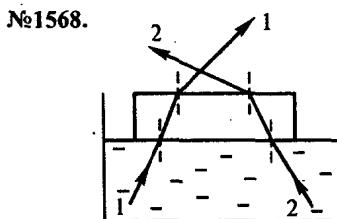
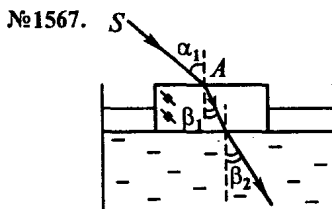


№1565.



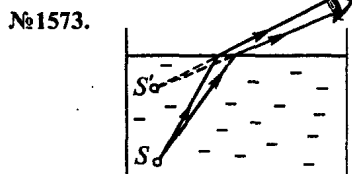
№1566.



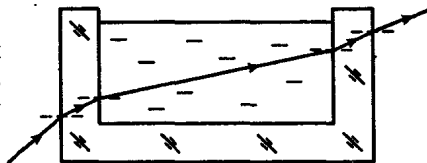


№1572. Истинная глубина водоема всегда больше кажущейся из-за преломления света.

№1574. Ответ в задачнике.



№1575. Световой луч преломляется 4 раза. Границы раздела: воздух — стекло, стекло — вода, вода — стекло, стекло — воздух.

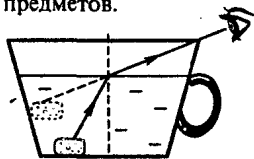


№1576. Участки ткани, смоченные водой, кажутся нам более темными, потому что свет меньше отражается (свет преломляется в воде, которая смачивает ткань).

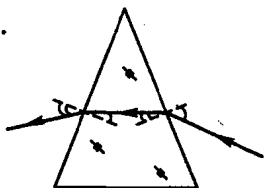
№1577. Ответ в задачнике.

№1578. Если поверхность воды волнистая, то угол падения (и преломления) падающих лучей постоянно меняется и, следовательно, будет меняться положение изображений предметов.

№1579. За счет преломления луч света изменяет направление.

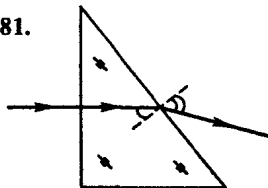


№1580.



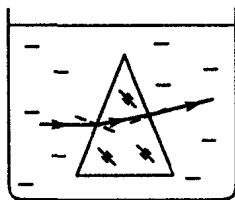
Луч света отклоняется к основанию треугольной стеклянной призмы.

№1581.



Луч света преломляется к основанию треугольной призмы.

№1582. Луч света отклонится к вершине призмы.



62. Линзы

№1583. Собирающие линзы 1, 3, 4; рассеивающие линзы 2, 5, 6. Мнимый фокус имеют рассеивающие линзы 2, 5, 6.

№1584. Название “зажигательное стекло” нельзя применить для линз 2, 5, 6, так как они рассеивают, а не собирают свет.

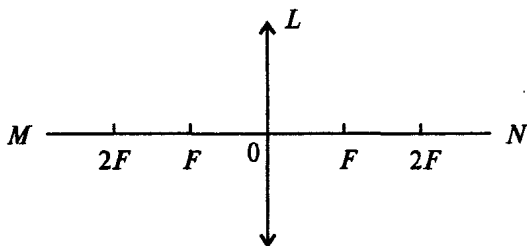
№1585. Линза 2, так как она имеет меньший радиус кривизны поверхностей.

№1586. Линза 1 — вогнутая рассеивающая линза, фокус ее мнимый; линза 2 — двояковыпуклая собирающая линза, фокус действительный; фокусное расстояние линзы 1 больше.

№1587. Нет. Фокусное расстояние линзы зависит от показателя преломления вещества, из которого сделана линза и радиуса ее кривизны.

№1588. Используя линзу, получить светящуюся точку на стене, измерить расстояние от линзы до стены. Это и есть фокусное расстояние линзы. В точке фокуса собираются лучи, падающие на линзу параллельно ее главной оптической оси, а лучи Солнца можно считать параллельными из-за большой его удаленности.

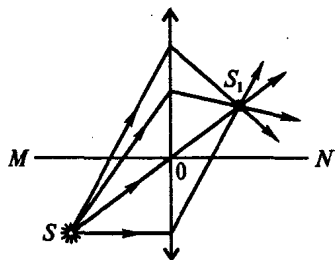
№1589. Капельки воды, как маленькие собирающие линзы, могут сфокусировать солнечный свет и прожечь листья.



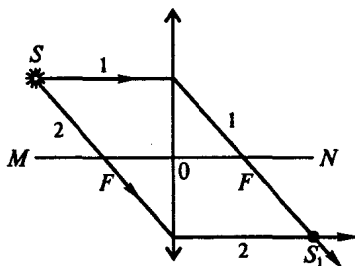
№1590. 0 — оптический центр линзы; F — фокус линзы; $2F$ — точки двойного фокуса.

№1591. В линзе $L1$ — луч 4; в линзе $L2$ — луч 2. Линза $L1$ — собирающая, линза $L2$ — рассеивающая.

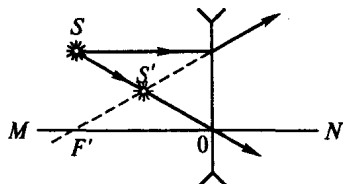
№1592.



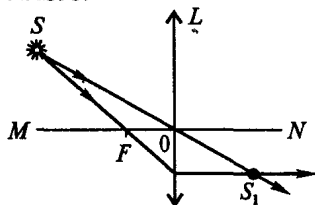
№1593.



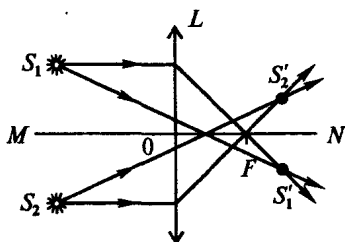
№1594.

Изображение мнимое, оно в точке S' .

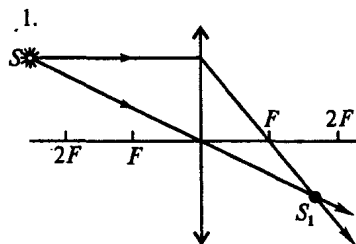
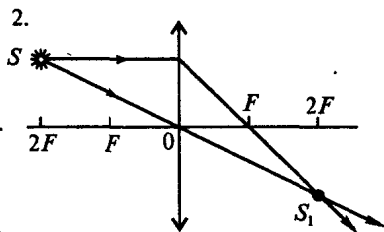
№1595.



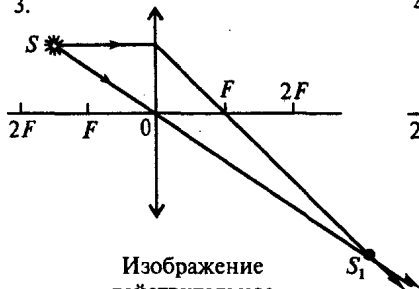
№1596.



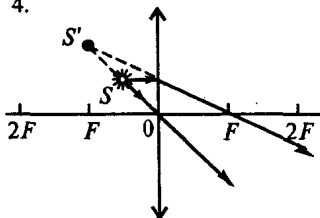
№1597.

Изображение
действительноеИзображение
действительное

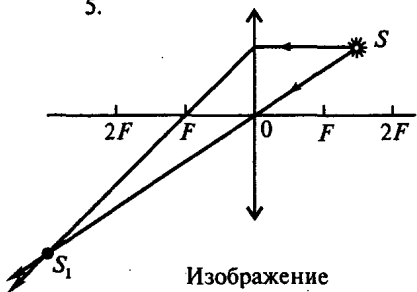
3.

Изображение
действительное

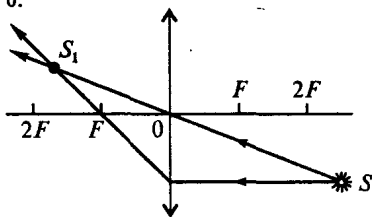
4.

Изображение
мнимое

5.

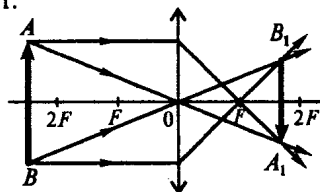
Изображение
действительное

6.

Изображение
действительное

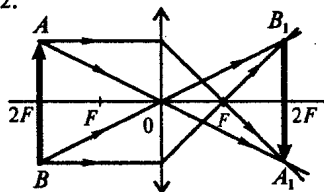
№1598.

1.



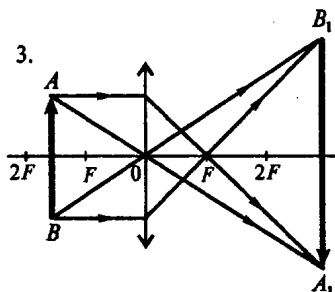
Изображение действительное, уменьшенное, перевернутое

2.



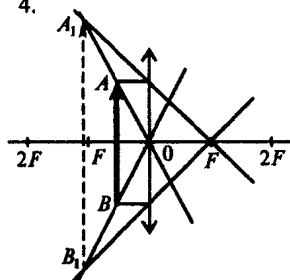
Изображение действительное, равное, перевернутое

3.



Изображение действительное, увеличенное, перевернутое

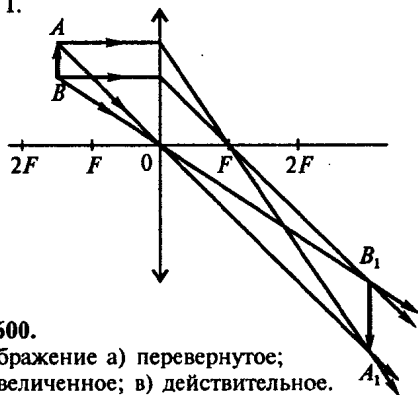
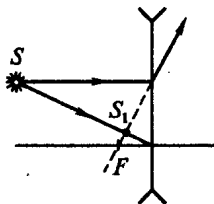
4.



Изображение мнимое, прямое, увеличенное

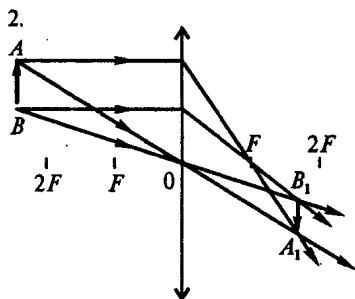
1.

№1599.

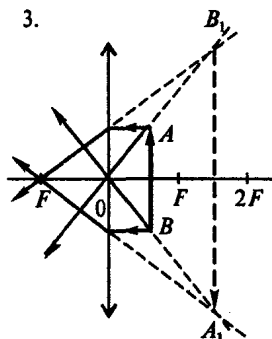


№1600.

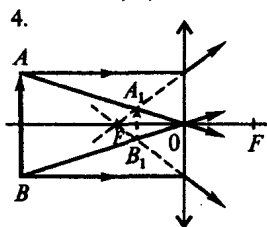
Изображение а) перевернутое;
б) увеличенное; в) действительное.



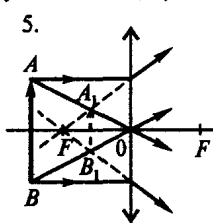
Изображение а) перевернутое;
б) уменьшенное; в) действительное



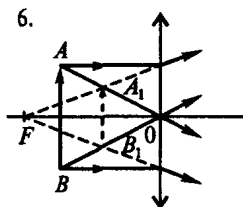
Изображение а) прямое;
б) увеличенное; в) мнимое.



Изображение а) прямое;
б) уменьшенное; в) мнимое.



Изображение а) прямое;
б) уменьшенное; в) мнимое.



Изображение а) прямое;
б) уменьшенное; в) мнимое.

№1601. а) Тень от линзы. б) Вокруг тени появится светлый ореол.

№1602. Горящая свеча была за двойным фокусным расстоянием. Изображение свечи действительное, перевернутое, уменьшенное.

№1603. Лампа находилась относительно линзы между F и $2F$. Изображение было перевернутым, действительным и увеличенным.

№1604. Относительно линзы свеча находилась между точками F и $2F$.

№1605. Когда свеча находится на двойном фокусном расстоянии от линзы.

№1606. Изображение предмета будет прямым и увеличенным в случае расположения предмета между линзой и ее фокусом, т. е. на расстоянии от линзы меньше, чем 8 см. Изображение мнимое.

№1607. На расстоянии, меньшем фокусного расстояния. Изображения букв мнимые.

№1608. Изображения в собирающей линзе всегда прямые, уменьшенные, мнимые.

№1609. $D = 1/F$; $F_1 > F_2$, следовательно $D_2 > D_1$.

№1610. Нет, разные, так как радиусы кривизны их различны, а следовательно и фокусные расстояния и оптические силы различны. Оптические силы имеют разные знаки.

№1611.

Дано:

$$F_1 = 2,5 \text{ см} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$F_2 = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$D_1 - ?; D_2 - ?$$

Решение:

$D_1 = -\frac{1}{F_1}$ — линза вогнутая, фокус мнимый, оптическая сила отрицательна.

$$D_1 = -\frac{1}{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = -40 \text{ дптр}; D_2 = \frac{1}{F_2}; D_2 = \frac{1}{2 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 50 \text{ дптр}.$$

№1612.

Дано:

$$F_1 = 1,25 \text{ м}$$

$$F_2 = 0,5 \text{ м}$$

$$F_3 = 0,04 \text{ м}$$

$$D_1 - ?; D_2 - ?$$

$$D_3 - ?$$

Решение:

$$D_1 = \frac{1}{F_1}; D_2 = \frac{1}{F_2}; D_3 = \frac{1}{F_3}; D_1 = \frac{1}{1,25 \text{ м}} = 0,8 \text{ дптр};$$

$$D_2 = \frac{1}{0,5 \text{ м}} = 2 \text{ дптр}; D_3 = \frac{1}{0,04 \text{ м}} = 25 \text{ дптр}.$$

№1613.

Дано:

$$F_1 = 0,8 \text{ м}$$

$$F_2 = 250 \text{ см} = 2,5 \text{ м}$$

$$F_3 = 200 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}$$

$$D_1 - ?; D_2 - ?$$

$$D_3 - ?$$

Решение:

$$D_1 = \frac{1}{F_1}; D_2 = \frac{1}{F_2}; D_3 = \frac{1}{F_3}; D_1 = \frac{1}{0,8 \text{ м}} = 1,25 \text{ дптр};$$

$$D_2 = \frac{1}{2,5 \text{ м}} = 0,4 \text{ дптр}; D_3 = \frac{1}{0,2 \text{ м}} = 5 \text{ дптр}.$$

№1614.

Дано:

$D_1 = 1,25 \text{ дптр}$

$D_2 = 2 \text{ дптр}$

$D_3 = 4 \text{ дптр}$

$F_1 - ?; F_2 - ?$

$F_3 - ?$

Решение:

$$F_1 = \frac{1}{D_1}; F_2 = \frac{1}{D_2}; F_3 = \frac{1}{D_3}; F_1 = \frac{1}{1,25 \text{ дптр}} =$$

$$= 0,8 \text{ м}; F_2 = \frac{1}{2 \text{ дптр}} = 0,5 \text{ м}; F_3 = \frac{1}{4 \text{ дптр}} = 0,25 \text{ м}.$$

№1615.

Дано:

$D_1 = 500 \text{ дптр}$

$D_2 = 800 \text{ дптр}$

$F_1 - ?; F_2 - ?$

Решение:

$$F_1 = \frac{1}{D_1}; F_1 = \frac{1}{500 \text{ дптр}} = 0,002 \text{ м} = 2 \text{ мм};$$

$$F_2 = \frac{1}{D_2}; F_2 = \frac{1}{800 \text{ дптр}} = 0,00125 \text{ м} = 1,25 \text{ мм}.$$

№1616. Когда смотрим на близкие предметы.

№1617. Расстояние от Земли до Солнца почти во столько же раз больше расстояния от Земли до Луны.

№1618. Для близоруких глаз — линзы рассеивающие.

№1619. Если линзы вогнутые — очки для близоруких. Если линзы выпуклые — очки для дальнозорких. Еще способ: если на рассеивающую линзу направить пучок света, на экране получится тень от линзы.

№1620. Фотоаппарат.

№1621. Потому что расстояние от предмета до линз у этих приборов разное. У проекционного аппарата $F < d < 2F$; у фотоаппарата $d > 2F$.

№1622. Потому что проекционный аппарат дает на экране перевернутое действительное изображение.

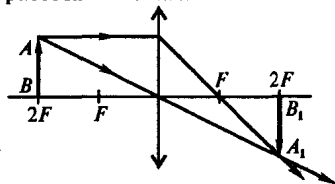
№1623. Для получения отчетливого изображения предмета при фотографировании с различных расстояний или для регулирования четкости изображения на экране в случае с проекционным аппаратом.

№1624. Эта линза воздушная, в воде она будет рассеивающей.

№1625. Линзы следует расположить так, чтобы совпали их фокусы:



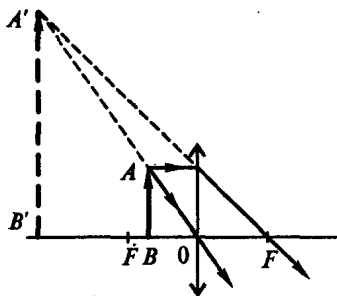
№1626. На двойном фокусном расстоянии линзы.



№1627. Размер изображения изменится обратно пропорционально: если было уменьшенное изображение, оно увеличится, если было увеличенное — уменьшится.

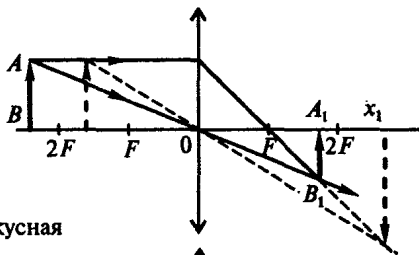
№1628. Ответ в задачнике.

№1629. Если предмет расположить между фокусом и оптическим центром. Да. Да. Нет.

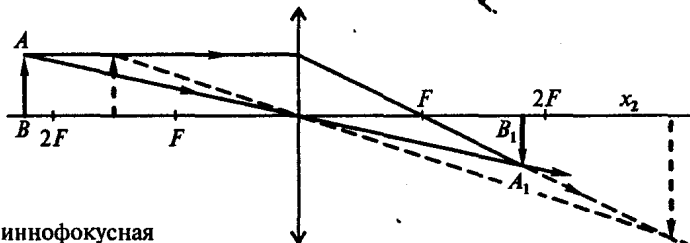


№1630. При приближении к линзе изображение будет увеличиваться и отодвигаться от линзы. Если лампа будет расположена в фокусе, то изображения не будет, на расстояниях от лампы до линзы меньше фокусного расстояния изображение будет мнимым.

№1631.



Короткофокусная



Длиннофокусная

Из рисунков видно, что $x_2 > x_1$, следовательно, у длиннофокусной.

№1632. У вогнутой рассеивающей линзы края толще ее середины, у выпуклой собирающей — края тоньше середины.

№1633. Если предмет поместить между линзой и фокусом, то собирающая линза даст в воздухе расходящийся пучок света.

№1634. При помещении собирающей стеклянной линзы в воду оптическая сила линзы уменьшится, так как увеличится ее фокусное расстояние, которое зависит от относительного показателя преломления линзы и окружающей среды.

№1635. При рассмотрении близких предметов хрусталик более выпуклый, фокус F меньший, а оптическая сила больше. $D = 1/F$.

№1636.

Дано:

$$D_1 = 1,5 \text{ дптр}$$

$$D_2 = 3 \text{ дптр}$$

$$F_1 = ?; F_2 = ?$$

Решение:

$$F_1 = \frac{1}{D_1}; F_1 = \frac{1}{1,5 \text{ дптр}} \approx 0,67 \text{ м};$$

$$F_2 = \frac{1}{D_2}; F_2 = \frac{1}{3 \text{ дптр}} \approx 0,33 \text{ м}.$$

С помощью очков получить изображение лампы. У той линзы, у которой фокусное расстояние больше, расстояние между очками и изображением больше. Больше масса линз с оптической силой $D_2 = 3$ дптр.

№1637. И глаз, и фотоаппарат — это собирающие линзы; дают действительные, перевернутые, уменьшенные изображения. Различие: фокусное расстояние зрачка изменяется, а у фотоаппарата оно постоянное.

№1638. Потому что мышцам глаза приходится быть постоянно в напряжении, чтобы обеспечить аккомодацию глаза. Для человека с нормальным зрением наилучшее расстояние от глаз до книги 25—30 см.

№1639. У близорукого больше, так как, раздвигая трубки бинокля, мы сильнее приближаем изображение.

IX. СТРОЕНИЕ АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА

63. Строение атома. Состав ядра атома. Изотопы

№1640.

Дано:

$$d_{\text{яд}} \approx 10^{-15} \text{ м}; d_{\text{ат}} \approx 10^{-10} \text{ м}$$

$$d_{\text{ат}}/d_{\text{яд}} - ?$$

Решение:

$$\frac{d_{\text{ат}}}{d_{\text{яд}}} = \frac{10^{-10} \text{ м}}{10^{-15} \text{ м}} = 10^5.$$

№1641. Нейтральный атом Al содержит 13 электронов. Нейтральный атом Si содержит 29 электронов. Нейтральный атом Fe содержит 26 электронов. Нейтральный атом Ag содержит 47 электронов.

№1642. На заряд ядра атома указывает порядковый номер элемента в таблице Менделеева. Так заряд ядра N — 7, Au — 79, Co — 27, Ge — 32.

№1643. При переходе из основного состояния в возбужденное атом поглощает энергию.

№1644. При протекании электрического тока энергия атомов вольфрамовой нити увеличивается, атомы переходят в возбужденное состояние и, возвращаясь в основное, излучают кванты световой энергии.

№1645.

Дано:

$$\lambda = 6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$E - ?$$

Решение:

$$E = h \cdot \nu; \nu = \frac{c}{\lambda}; E = \frac{hc}{\lambda};$$

$$E = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{6,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}} \approx 3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}.$$

Энергия атома уменьшится на $3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

№1646. В электрически нейтральном атоме количество электронов равно количеству протонов в ядре. При удалении из атома части электронов количество протонов преобладает и атом приобретает положительный заряд.

№1647. Заряд однократно ионизированного атома He равен +1, а заряд ядра гелия +2.

№1648. Атом азота потерял количество электронов, равное

$$n = \frac{q}{|e|} = \frac{3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2.$$

№1649. Да, может, так как атом может не только терять электроны, но и приобретать лишние.

№1650.

Дано:

$$E = 14 \text{ эВ} =$$

$$= 14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$\nu - ?$$

Решение:

$$E = h\nu; \nu = \frac{E}{h}; \nu = \frac{14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} =$$

$$\approx 3,38 \cdot 10^{15} \text{ Гц.}$$

№1651. Фотоэффект легче обнаруживается на щелочных металлах, потому что их электроны легче выбиваются, то есть обладают меньшей энергией связи электрона с кристаллической решеткой.

№1652.

Дано:

$$m_e = 0,00055 \text{ а.е.м.}$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_p / m_e - ?$$

Решение:

$$\frac{m_p}{m_e} = \frac{1,00728 \text{ а.е.м.}}{0,00055 \text{ а.е.м.}} \approx 1831 \text{ (раз).}$$

№1653. Протон является ядром изотопа водорода ${}^1_1\text{H}$.

№1654.

Дано:

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

$$\frac{m_n - m_p}{m_p} - ?$$

Решение:

$$\frac{\Delta m}{m_p} = \frac{(1,00866 - 1,00728) \text{ а.е.м.}}{1,00728 \text{ а.е.м.}} =$$

$$= 0,00137 \approx 0,14\%.$$

№1655. Количество нуклонов — это сумма количества протонов и нейтронов. Оно обозначается верхним индексом при написании символа элемента. Поэтому у ${}^6_3\text{Li}$ 6 нуклонов, у ${}^{64}_{29}\text{Cu}$ 64 нуклона, у ${}^{108}_{47}\text{Ag}$ 108 нуклонов, у ${}^{207}_{82}\text{Pb}$ 207 нуклонов.

№1656. Пусть A — количество нуклонов, Z — количество протонов, $N = (A - Z)$ — количество нейтронов. Тогда

${}^4_2\text{He}$	$Z = 2;$	$N = 2$	${}^{200}_{80}\text{Hg}$	$Z = 80;$	$N = 120$
${}^{16}_8\text{O}$	$Z = 8;$	$N = 8$	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	$Z = 88;$	$N = 138$
${}^{79}_{34}\text{Se}$	$Z = 34;$	$N = 45$	${}^{235}_{92}\text{U}$	$Z = 92;$	$N = 143$

№1657. Увеличением зарядового числа элементов увеличивается доля нейтронов.

№1658.	а) $7p + 7n$	${}^{14}_7\text{N}$	б) $18p + 22n$	${}^{40}_{18}\text{Ar}$.
	в) $33p + 42n$	${}^{75}_{33}\text{As}$	г) $84p + 126n$	${}^{210}_{84}\text{Po}$.

№1659. ${}^1_1\text{H}$ $Z = 1; N = 0$ ${}^2_1\text{H}$ $Z = 1; N = 1$ ${}^3_1\text{H}$ $Z = 1; N = 2$

Ионы трития.

№1660.

$$\begin{array}{l|l} \begin{array}{l} {}^{35}_{17}\text{Cl} \\ {}^{37}_{17}\text{Cl} \\ A_{\text{Cl}} = 35,5 \end{array} & \begin{array}{l} \text{Пусть всего 100 атомов хлора, из них изотопов } {}^{35}_{17}\text{Cl} — \\ x, \text{ а } {}^{37}_{17}\text{Cl} (100 - x). \text{ Составляем уравнение:} \\ \frac{35 \cdot x + 37(100 - x)}{100} = 35,5 \Rightarrow 35x + 3700 - 37x = 3550. \end{array} \end{array}$$

$2x = 150; x = 75$, т. е. изотоп ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ в газе 75%, ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ в газе 25%.

№1661. ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ ${}^{40}_{20}\text{Ca}$. Это ядра различных химических элементов.

64. Радиоактивный распад

№1662. Анри Беккерель пришел к выводу, что радиоактивностью обладают атомы урана.

№1663. За время, равное периоду полураспада, распадается половина ядер радиоактивного вещества.

№1664. $T = 2$ сут; $t = 6$ сут

$N/N_0 - ?$	Через 2 суток останется 50% ядер, еще через двое суток распадется еще половина и останется 25%, еще через двое суток останется 12,5% радиоактивного вещества.
-------------	---

№1665.

Дано:

$$N_0/N = 4$$

$$t = 8 \text{ дней}$$

$$T = ?$$

Решение:

$$\text{По формуле } N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}; \quad \frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}}; \quad \frac{1}{4} = 2^{-\frac{t}{T}};$$

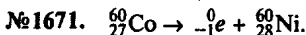
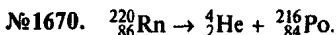
$$2^{-2} = 2^{-\frac{t}{T}}; \quad \frac{t}{T} = 2; \quad T = \frac{t}{2} = \frac{8 \text{ дн.}}{2} = 4 \text{ дня.}$$

№1666. Частицы первого пучка не имеют заряда, так как не отклоняются в магнитном поле. Частицы второго пучка имеют (+) заряд, а третьего пучка — (−) заряд. 1 — γ -кванты, 2 — α -частицы (ядра гелия), 3 — β -частицы (электроны).

№1667. α — это поток ядер атомов гелия ${}^4_2\text{He}$, имеют (+) заряд. β — это поток быстрых электронов, поток (−) частиц. γ — это поток электромагнитных квантов.

№1668. Массовое и зарядовое число ядра при испускании им γ -кванта не изменяются.

№1669. Химические свойства элемента не изменяются при излучении им γ -кванта, поскольку зарядовое число и состав ядра атома не изменяются. Понижается энергия ядра.

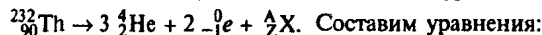


По закону сохранения зарядового и массового чисел получаем систе-

$$\text{му уравнений: } \begin{cases} 233 = 4 \cdot x + 0 \cdot y + 209 \\ 92 = 2 \cdot x - 1 \cdot y + 83 \end{cases}$$

Отсюда $x = \frac{233 - 209}{4} = 6$; $y = 83 + 2 \cdot 6 - 92 = 3$, т. е. уран претерпевает шесть α - и три β -распада.

№1673. Запишем условие задачи в виде уравнения реакции



$$232 = 3 \cdot 4 + 2 \cdot 0 + A; \quad 90 = 3 \cdot 2 - 2 \cdot 1 + Z.$$

Получим $A = 220$, $Z = 86$. То есть это изотоп радона ${}^{220}_{86}\text{Rn}$.

№1674. ${}^{239}_{92}\text{U} \rightarrow 2 {}^0_{-1}e + {}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{X}$. $239 = 2 \cdot 0 + 4 + A \Rightarrow A = 235$;

$92 = -1 \cdot 2 + 2 + Z \Rightarrow Z = 92$. Это изотоп урана ${}^{235}_{92}\text{Rn}$.

№1675. Свинец поглощает большую часть радиоактивного излучения вещества и меньшее количество излучения, распространяющегося от препарата.

№1676. β -лучи и γ -лучи.

№1677. У поверхности Луны, так как там нет атмосферы.

№1678. Наибольшей проникающей способностью обладают γ -лучи. Наибольшей ионизирующей способностью обладают α -частицы.

№1679. Нейтроны легче проникают в ядра атомов, потому что при проникновении через вещество ему не препятствуют кулоновские силы.

№1680. Для того чтобы началась ядерная реакция распада ${}^{235}_{92}\text{U}$, необходимо, чтобы ядро урана поглотило нейтрон. Если нейтрон быстрый, он может пройти через ядро урана, не задержавшись в нем, и реакции не произойдет.

№1681. Лучшее замедление нейтронов происходит в тяжелой воде, так как ядро дейтерия значительно легче ядра углерода и при столкновении ему передается большая кинетическая энергия. Следовательно, замедление нейтронов в углероде менее эффективно и они испытывают большее число соударений.

№1682. Энергия атомных ядер принимает тоже только дискретные значения.

65. Ядерные реакции

№1683. ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^{30}_{14}\text{Si}$

№1684.

${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$; $A = 14 + 4 - 1 = 17$; $Z = 7 + 2 - 1 = 8$;

${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0n \rightarrow {}^{24}_{11}\text{Na} + {}^4_2\text{He}$; $A = 27 + 1 - 4 = 24$; $Z = 13 - 2 = 11$;

${}^9_4\text{Be} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^6_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$; $A = 9 + 1 - 4 = 6$; $Z = 4 + 1 - 2 = 3$;

${}^{11}_5\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^1_0n$; $A = 11 + 4 - 1 = 14$; $Z = 5 + 2 = 7$.

№1685. Запишем уравнение реакции

$${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{54}^{140}\text{Xe} + {}_{38}^{94}\text{Sr} + 2{}_0^1\text{n}. \text{ Из него находим}$$

$$A = 235 + 1 - 140 - 94 = 2 \quad \text{и} \quad Z = 92 - 54 = 38.$$

Отсюда искомый элемент — ${}_{38}^{94}\text{Sr}$.

№1686. Ответ в задачнике.

№1687. Аналогично решению предыдущих задач:

$${}_1^2\text{H} + \gamma \rightarrow {}_1^1\text{H} + {}_0^1\text{n} \quad {}_1^2\text{H} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + \gamma$$

$${}_{29}^{63}\text{Cu} + \gamma \rightarrow {}_{29}^{62}\text{Cu} + {}_0^1\text{n} \quad {}_{74}^{182}\text{W} + \gamma \rightarrow {}_{74}^{181}\text{W} + {}_0^1\text{n}$$

№1688. ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$. Реакции такого типа называют термоядерными.

66. Элементарные частицы. Взаимодействие энергии и массы

№1689. Нет, не является. α -частица — это ядро гелия, в состав которого входит два протона и два нейтрона.

№1690. Нейтрон не состоит из протона и электрона, а лишь превращается в них, так как все элементарные частицы могут превращаться друг в друга. Атом водорода состоит из протона и электрона как отдельных частиц и его распад не сопровождается превращением элементарных частиц.

№1691. Время жизни нейтрона в среднем составляет 15 мин., а время жизни нейтрино не ограничено.

№1692. Электрону соответствует позитрон, протону — антипротон, нейтрино — антинейтрино.

$$\text{№1693. } {}_7^{13}\text{N} \rightarrow {}_1^0\text{e} + {}_0^0\nu + {}_6^{13}\text{C}$$

№1694. Распад нейтрона на протон, позитрон и антинейтрино было бы нарушением закона сохранения электрического заряда.

№1695. ${}_1^0\text{e} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow 2\gamma$. Такое взаимодействие называется аннигиляцией.

№1696. $\gamma = {}_{-1}^0\text{e} + {}_1^0\text{e}$. Это позитрон.

№1697. $m'/m > 1$. Масса свободного нуклона больше на энергию связи в ядре.

№1698.

Дано:

$$M = 4,00260 \text{ а.е.м.}$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

$$\Delta m - ?$$

Решение:

$$\Delta m = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_{\text{я}};$$

$$\Delta m = (2 \cdot 1,00728 \text{ а.е.м.} + 2 \cdot 1,00866 \text{ а.е.м.}) - 4,00150 \text{ а.е.м.} = 0,03038 \text{ а.е.м.}$$

$$\text{Здесь } m_{\text{я}} = M - 2m_e = 4,00260 \text{ а.е.м.} - 2 \cdot 0,00055 \text{ а.е.м.} = 4,00150 \text{ а.е.м.}$$

№1699.

Дано: $^{10}_5\text{B}$

$$m_{\text{я}} = 10,01019 \text{ а.е.м.}$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

$$E_{\text{св}} - ?$$

Решение:

$$E_{\text{св}} = [(Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_{\text{я}}] \cdot 931,5 \text{ МэВ};$$

$$E_{\text{св}} = [(5 \cdot 1,00728 + 5 \cdot 1,00866) - 10,01019] \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 64,75 \text{ МэВ.}$$

№1700.

Дано: ^7_3Li

$$m_{\text{я}} = 7,01436 \text{ а.е.м.}$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

$$\Delta E_{\text{св}} - ?$$

Решение:

$$\Delta E_{\text{св}} = \frac{E_{\text{св}}}{Z + N} =$$

$$= \frac{[(Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_{\text{я}}] \cdot 931,5 \text{ МэВ}}{Z + N};$$

$$\Delta E_{\text{св}} = \frac{[(3 \cdot 1,00728 + 4 \cdot 1,00866) - 7,01436] \cdot 931,5 \text{ МэВ}}{7} = 5,6 \text{ МэВ.}$$

№1701.

Дано: ^9_4Be $^{27}_{13}\text{Al}$

$$m_{\text{я Be}} = 9,009986 \text{ а.е.м.}$$

$$m_{\text{я Al}} = 26,97431 \text{ а.е.м.}$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

$$1 \text{ а.е.м.} = 931,5 \text{ МэВ}$$

$$\Delta E_{\text{св}} - ?$$

Решение:

$$\Delta E_{\text{св}} = \frac{E_{\text{св}}}{Z + N} =$$

$$= \frac{[(Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_{\text{я}}] \cdot 931,5 \text{ МэВ}}{Z + N};$$

$$\Delta E_{\text{св Вс}} = \frac{[(4 \cdot 1,00728 + 5 \cdot 1,00866) - 9,009986] \cdot 931,5 \text{ МэВ}}{9} =$$

$$= 6,46 \text{ МэВ/нукл.};$$

$$\Delta E_{\text{св Al}} = \frac{[(13 \cdot 1,00728 + 14 \cdot 1,00866) - 26,97431] \cdot 931,5 \text{ МэВ}}{27} \approx$$

$$\approx 8,33 \text{ МэВ/нукл.}$$

№1702.

Дано: ${}^4_2\text{He}$ ${}^{10}_5\text{B}$

$$m_{\text{я He}} = 4,00150 \text{ а.е.м.}$$

$$m_{\text{я B}} = 10,01019 \text{ а.е.м.}$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а.е.м.}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ а.е.м.}$$

$$1 \text{ а.е.м.} = 931,5 \text{ МэВ}$$

$$\Delta E_{\text{св}} - ?$$

Решение:

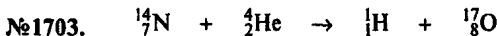
$$\Delta E_{\text{св}} = \frac{E_{\text{св}}}{Z + N} =$$

$$= \frac{[(Z \cdot m_p + N \cdot m_n) - m_{\text{я}}] \cdot 931,5 \text{ МэВ}}{Z + N};$$

$$\Delta E_{\text{св He}} = \frac{[(2 \cdot 1,00728 + 2 \cdot 1,00866) - 4,00150] \cdot 931,5 \text{ МэВ}}{4} \approx 7,07 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}};$$

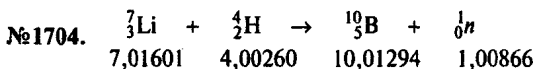
$$\Delta E_{\text{св B}} = \frac{[(5 \cdot 1,00728 + 5 \cdot 1,00866) - 10,01019] \cdot 931,5 \text{ МэВ}}{10} \approx 6,5 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}.$$

Ядро гелия более устойчиво.



$$14,00307 \quad 4,00260 \quad 1,00783 \quad 16,99913$$

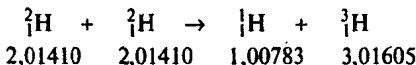
Масса вещества после реакции больше, следовательно, энергия поглощается.



$$7,01601 \quad 4,00260 \quad 10,01294 \quad 1,00866$$

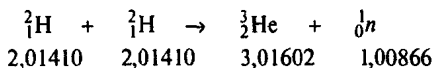
$\Delta M = M$ до реакции – M после реакции.

$$\Delta M = (11,01861 - 11,0216) = -0,00299 < 0 \text{ — энергия поглощается.}$$

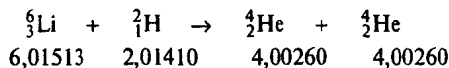


$$2,01410 \quad 2,01410 \quad 1,00783 \quad 3,01605$$

$$\Delta M = (4,02820 - 4,02388) = 0,00432 > 0 \text{ — энергия выделяется.}$$



$\Delta M = (4,02820 - 4,02468) = 0,00352 > 0$ — энергия выделяется.



$\Delta M = (8,02923 - 8,00520) = 0,02403 > 0$ — энергия выделяется.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Начальные сведения о физических телах и их свойствах

1. Физические тела. Физические явления	3
2. Измерение физических величин	4
3. Строение вещества	7
4. Движение молекул и температура тела	8
5. Взаимодействие молекул	9
6. Три состояния вещества	10

II. Движение и взаимодействие тел

7. Равномерное и неравномерное прямолинейное движение	12
8. Равномерное движение по окружности	27
9. Инертность тел	29
10. Взаимодействие тел. Масса тел	31
11. Плотность вещества	36
12. Явление тяготения. Сила тяжести	45
13. Связь между силой, действующей на тело, и массой тела	53
14. Сила упругости. Вес. Измерение силы	55
15. Графическое изображение сил	59
16. Сложение и разложение сил	62
17. Сила трения и сила сопротивления движению	72

III. Давление твердых тел, жидкостей и газов

18. Давление твердых тел	77
19. Давление газов	81
20. Подвижность частиц жидкостей и газов	82
21. Закон Паскаля. Гидравлический пресс	83
22. Давление в жидкостях. Сообщающиеся сосуды	86
23. Атмосферное давление	94
24. Насосы. Манометры	98
25. Закон Архимеда	101

IV. Работа и мощность. Простые механизмы. Энергия

26. Механическая работа	113
27. Мощность	120
28. Рычаги	126
29. Блоки	135
30. КПД механизмов	145
31. Энергия	151
32. Равновесие тел	159

У. Механические колебания и волны

33. Колебания	161
34. Волны	168
35. Звуковые волны	168

VI. Тепловые явления

36. Внутренняя энергия	171
37. Виды теплопередачи	174
38. Измерение количества теплоты	177
39. Удельная теплота сгорания топлива	187
40. Плавление и отвердевание	192
41. Испарение. Кипение	201
42. Тепловые явления	205
43. Влажность воздуха	208

VII. Электрические явления

44. Электризация тел	211
45. Электрическое поле	213
46. Сведения о строении атома	214
47. Электрический ток	216
48. Электрическая цепь	217
49. Сила тока. Напряжение. Сопротивление	218
50. Закон Ома	221
51. Расчет сопротивления проводников	224
52. Последовательное соединение проводников	233
53. Параллельное соединение проводников	238
54. Работа и мощность тока	242
55. Тепловое действие тока	251
56. Электромагнитные явления	255

VIII. Световые явления

57. Источники света. Свойства света	258
58. Распространение света	259
59. Отражение света	262
60. Плоское зеркало	262
61. Преломление света	266
62. Линзы	268

IX. Строение атома и атомного ядра

63. Строение атома. Состав ядра атома. Изотопы	278
64. Радиоактивный распад	280
65. Ядерные реакции	282
66. Элементарные частицы. Взаимодействие энергии и массы	283