

# **Домашняя работа по физике за 8 класс**

к учебнику  
«Физика: учебник для 8 класса  
С.В. Громов, Н.А. Родина  
М.: Просвещение 2002-2008г»

*учебно-методическое пособие*

## Глава 1. Кинематика

### Задание № 1

Пассажир, сидящий в каюте плывущего теплохода, находится в покое относительно каюты, стола и стульев в каюте, теплохода и всех тел, которые находятся в покое относительно теплохода. Пассажир движется относительно воды, берега, людей, отдыхающих на берегу, зданий на берегу и т.д.

### Задание № 2

Ученик, читающий дома книгу, находится в покое относительно дома, шкафа, стола, стульев, дивана и т.д. Он движется относительно гуляющих на улице людей, проезжающих мимо дома машин, пролетающих самолетов и т.д.

### Задание № 3

$$V = 9 \text{ км/ч} = 9 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 2,5 \text{ м/с}; V = 36 \text{ км/ч} = 36 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 10 \text{ м/с};$$

$$V = 108 \text{ км/ч} = 108 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 30 \text{ м/с};$$

$$V = 30 \text{ м/мин} = 30 \cdot \frac{1 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}; V = 20 \text{ см/с} = 20 \cdot \frac{0,01 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 0,2 \text{ м/с}.$$

### Задание № 4

$$V = 18 \text{ км/ч} = 18 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 5 \text{ м/с}; V = 54 \text{ км/ч} = 54 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 15 \text{ м/с}$$

$$V = 72 \text{ км/ч} = 72 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}; V = 120 \text{ м/мин} = 120 \cdot \frac{1 \text{ м}}{60 \text{ с}} = 2 \text{ м/с};$$

$$V = 5 \text{ см/с} = 5 \cdot \frac{0,01 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 0,05 \text{ м/с}.$$

### Задание № 5

Дано:

$$V_1 = 54 \text{ км/ч} = 15 \text{ м/с};$$

$$V_2 = 5 \text{ м/с};$$

$$n = \frac{V_1}{V_2} = ?$$

Решение:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{15 \text{ м/с}}{5 \text{ м/с}} = 3$$

Ответ:  $n = 3$ .

### Задание № 6

Дано:

$$V_1 = 112 \text{ км/ч} \approx 31 \text{ м/с};$$

$$V_2 = 20 \text{ м/с}.$$

$$n = \frac{V_1}{V_2} = ?$$

Решение:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{31 \text{ м/с}}{20 \text{ м/с}} \approx 1,6$$

Ответ:  $n \approx 1,6$ .

### Задание № 8

Дано:

$$S_1 = S_2 = 28 \text{ км},$$

$$V_1 = 10 \text{ км/ч};$$

$$V_2 = 14 \text{ км/ч}.$$

Решение:

$$\left. \begin{aligned} S &= S_1 + S_2 \\ t &= t_1 + t_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_{\text{ср}} = \frac{S}{t}; \quad t_1 = \frac{S_1}{V_1}; \quad t_1 = \frac{28 \text{ км}}{10 \text{ км/ч}} = 2,8 \text{ ч};$$

$$t_2 = \frac{S_2}{V_2}; \quad t_2 = \frac{28 \text{ км}}{14 \text{ км/ч}} = 2 \text{ ч};$$

$$t = 2,8 \text{ ч} + 2 \text{ ч} = 4,8 \text{ ч};$$

$$S = 28 \text{ км} + 28 \text{ км} = 56 \text{ км};$$

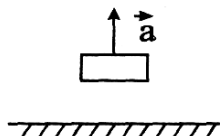
$$V_{\text{ср}} = \frac{56 \text{ км}}{4,8 \text{ ч}} \approx 11,7 \text{ км/ч}.$$

$$V_{\text{ср}} = ?$$

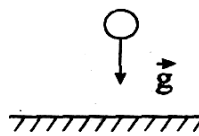
Ответ:  $V_{\text{ср}} \approx 11,7 \text{ км/ч}$ .

### Задание № 9

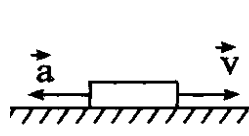
а)



б)

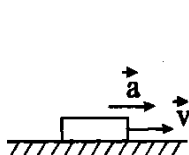


в)

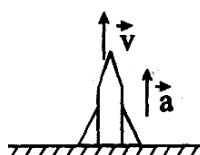


### Задание № 10

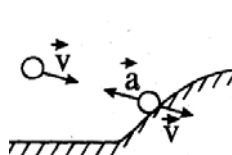
а)



б)



в)



### Задание № 12

Дано:

$$V_0 = 0;$$

$$V = 98 \text{ м/с}; \quad t = 7 \text{ с}$$

$$a = ?$$

Решение:

$$a = \frac{V - V_0}{t} = \frac{V}{t}; \quad a = \frac{98 \text{ м/с}}{7 \text{ с}} = 14 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a = 14 \text{ м/с}^2$ .

### Задание № 13

Дано:

$$a = 0,075 \text{ м/с}^2;$$

$$t = 3 \text{ мин} = 180 \text{ с}; V_0 = 0.$$

$$V = ?$$

Решение:

$$V = V_0 + at; V_0 = 0; V = a \cdot t;$$

$$V = 0,075 \text{ м/с}^2 \cdot 180 \text{ с} = 13,5 \text{ м/с}.$$

$$\text{Ответ: } V = 13,5 \text{ м/с}.$$

### Задание № 14

Дано:

$$t = 10 \text{ с};$$

$$V = 0;$$

$$a = 1,2 \text{ м/с}^2.$$

$$V_0 = ?$$

Решение:

Скорость уменьшается от некоторого зна-

чения до 0, следовательно  $a = \frac{V_0}{t}$ ;

$$V_0 = a \cdot t; V_0 = 1,2 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ с} = 12 \text{ м/с}.$$

$$\text{Ответ: } V_0 = 12 \text{ м/с}.$$

### Задание № 15

Дано:

$$V_0 = 0; V = 715 \text{ м/с};$$

$$a = 600\,000 \text{ м/с}^2.$$

$$t = ?$$

$$\text{Решение: } t = \frac{V}{a} = \frac{715 \text{ м/с}}{600\,000 \text{ м/с}^2} \approx 1,2 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } t \approx 1,2 \text{ м/с}.$$

### Задание № 16

Дано:

$$V_0 = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с};$$

$$a = 5 \text{ м/с}^2;$$

$$V = 0.$$

$$t = ?$$

Решение:

Скорость уменьшилась до 0 м/с, следова-

$$\text{тельно: } a = \frac{V_0}{t}; a = \frac{V_0}{t} = \frac{20 \text{ м/с}}{5 \text{ м/с}^2} = 4 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } t = 4 \text{ с}$$

### Задание № 17

Дано:

$$t = 10 \text{ с};$$

$$V = 54 \text{ км/ч} =$$

$$= 15 \text{ м/с};$$

$$V_0 = 0$$

$$S = ?$$

$$\text{Решение: } S = \frac{a \cdot t^2}{2}, \text{ где } a = \frac{V}{t}, \text{ следова-}$$

$$\text{тельно } S = \frac{V \cdot t^2}{2t} = \frac{Vt}{2} = \frac{15 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с}}{2} = 75 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } S = 75 \text{ м}.$$

### Задание № 18

Дано:

$$V_0 = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с};$$

$$t = 5 \text{ с};$$

$$V = 0.$$

$$S = ?$$

Решение:

$$a = \frac{V_0}{t}; S = \frac{at^2}{2}, \text{ следовательно:}$$

$$S = \frac{V_0 \cdot t^2}{2t} = \frac{V_0 t}{2}; S = \frac{5 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с}}{2} = 12,5 \text{ м}.$$

$$\text{Ответ: } S = 12,5 \text{ м}.$$

**Задание № 19**

Дано:

$$a = 6 \text{ м/с}^2;$$

$$t = 4 \text{ с};$$

$$V_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$S = ?$$

Решение:

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{6 \text{ м/с} \cdot (4 \text{ с})^2}{2} = 48 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 48 \text{ м}$ .

**Задание № 20**

Дано:

$$a = 45 \text{ м/с}^2;$$

$$t = 4 \text{ с};$$

$$V_0 = 0 \text{ м/с}$$

$$S = ?$$

Решение:

$$S = \frac{at^2}{2}, S = \frac{45 \text{ м/с}^2 \cdot (4 \text{ с})^2}{2} = 360 \text{ м}$$

Ответ:  $S = 360 \text{ м}$

**Задание № 22**

Дано:

$$t = 8 \text{ с};$$

$$S = 44,8 \text{ м};$$

$$V = 0 \text{ м/с}$$

$$a = ?$$

Решение:

$$S = \frac{at^2}{2}; \quad a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 44,8 \text{ м}}{(8 \text{ с})^2} = 1,4 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $1,4 \text{ м/с}^2$ .

**Задание № 23**

а)  $V_0 = 0 \text{ м/с};$

в)  $a = \frac{V}{t}; a = \frac{6 \text{ м/с}}{6 \text{ с}} = 1 \text{ м/с}^2;$

б)  $t = 6 \text{ с}; V = 6 \text{ м/с};$

г)  $t = 6 \text{ с}; S = \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{1 \text{ м/с}^2 \cdot (6 \text{ с})^2}{2} = 18 \text{ м}.$

**Задание № 24**

а)  $V_0 = 10 \text{ м/с};$

в)  $a = \frac{V_0}{t}; a = \frac{10 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = 2 \text{ м/с}^2;$

б)  $t = 5 \text{ с}; V_0 = 0;$

г)  $S = \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot (5 \text{ с})^2}{2} = 25 \text{ м}.$

**Задание № 25**

$V_0 = 16 \text{ м/с}$  по графику;

$t = 8 \text{ с}; V = 0$  по графику;

$$a = \frac{V_0}{t}; \quad a = \frac{16 \text{ м/с}}{8 \text{ с}} = 2 \text{ м/с}^2;$$

$$S = \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot (8 \text{ с})^2}{2} = 64 \text{ м}.$$

### Задание № 26

$$\frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{2 \text{ м/с}^2 \times (8 \text{ с})^2}{2} = 64 \text{ м}$$

$t = 4 \text{ с}$ ;  $V = 10 \text{ м/с}$  по графику

$$a = \frac{V}{t}; a = \frac{10 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 2,5 \text{ м/с}^2; S = \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{2,5 \text{ м/с}^2 \cdot (4 \text{ с})^2}{2} = 20 \text{ м}.$$

### Задание № 27

Дано:

$$R = 1000 \text{ м};$$

$$V = 54 \text{ км/ч} = 15 \text{ м/с};$$

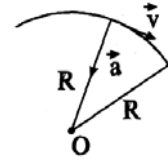
$$a_{\text{ц}} = ?$$

Решение:

$$a_{\text{ц}} = \frac{V^2}{R};$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{(15 \text{ м/с})^2}{1000 \text{ м}} = 0,225 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } a_{\text{ц}} = 0,225 \text{ м/с}^2.$$



### Задание № 28

Дано:

$$R = 30 \text{ м};$$

$$V = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с};$$

$$a = ?$$

Решение:

$$a = \frac{V^2}{R}; a = \frac{(10 \text{ м/с})^2}{30 \text{ м}} = 33,3 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a = 33,3 \text{ м/с}^2$ , ускорение направлено к центру кривизны.

### Задание № 29

$$T = 12 \text{ ч} = 12 \text{ ч} \cdot 3600 \text{ с} = 43200 \text{ с}$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{86400 \text{ с}} = 0,0000116 \frac{1}{\text{с}} = 0,0000116 \text{ с}^{-1}$$

### Задание № 30

$$T = 60 \text{ мин} = 60 \cdot 60 \text{ с} = 3600 \text{ с};$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{3600 \text{ с}} = 0,00028 \frac{1}{\text{с}} = 0,00028 \text{ с}^{-1}$$

### Задание № 31

Дано:

$$t = 100 \text{ ч};$$

$$n = 10.$$

$$\nu = ? \quad T = ?$$

Решение:

$$\nu = \frac{n}{t} = \frac{10}{100 \text{ ч}} = 0,1 \text{ ч}^{-1}; \quad T = \frac{t}{n} = \frac{100 \text{ ч}}{10} = 10 \text{ ч}.$$

Ответ: Юпитер делает 0,1 оборот в час, сутки на Юпитере 10 часов.

### Задание № 32

Дано:

$$t = 10 \text{ с};$$

$$n = 2000;$$

$$v = ? \quad T = ?$$

Решение:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{10 \text{ с}}{2000} = 0,005 \text{ с}. \quad v = \frac{n}{t} = \frac{2000}{10 \text{ с}} = 200 \text{ с}^{-1}$$

$$\text{Ответ: } T = 0,005 \text{ с}; v = 200 \text{ с}^{-1}$$

### Задание № 33

Дано:

$$v = 2,5 \text{ с}^{-1}; t = 10 \text{ с};$$

$$n = ?$$

$$\text{Решение: } v = \frac{n}{t}; \quad n = v \cdot t; \quad n = 2,5 \text{ с}^{-1} \cdot 10 \text{ с} = 25$$

$$\text{Ответ: } n = 25.$$

### Задание № 34

Дано:

$$T = 0,2 \text{ с}; t = 10 \text{ с};$$

$$n = ?$$

$$\text{Решение: } n = v \cdot t = \frac{t}{T} = \frac{10 \text{ с}}{0,2 \text{ с}} = 50$$

$$\text{Ответ: } n = 50$$

### Задание № 35

Дано:

$$R_3 = 6378 \text{ км} =$$

$$= 6378 \text{ 000 м};$$

Решение:

$$V = \frac{2\pi R_3}{T}; \quad T = 24 \text{ ч} = 24 \cdot 3600 \text{ с} = 86400 \text{ с};$$

$$V \approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 637800 \text{ м}}{86400 \text{ с}} = 464 \text{ м/с}; \quad a = \frac{V^2}{R_3} - \text{цен-}$$

тростремительное ускорение;

$$a = \frac{(464 \text{ м/с})^2}{6378000 \text{ м}} = 0,03 \text{ м/с}^2$$

$$V = ? \quad a = ?;$$

$$\text{Ответ: } V = 464 \text{ м/с}; a = 0,03 \text{ м/с}^2.$$

### Задание № 36

Дано:

$$R = 150 \cdot 10^6 \text{ км} =$$

$$= 150 \cdot 10^9 \text{ м}$$

Решение:

$T = 365 \text{ сут.}$  – период обращения Земли вокруг Солнца, равен году на Земле.

$$T = 365 \text{ сут.} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 31536000 \text{ с}$$

$$V = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 150 \cdot 10^9 \text{ м}}{31536000 \text{ с}} = 29870 \text{ м} = 30 \text{ км/с}$$

$$a = \frac{V^2}{R} - \text{центростремительное ускорение}$$

$$a = \frac{(30000 \text{ м/с})^2}{150 \cdot 10^9 \text{ м}} = 0,006 \text{ м/с}^2.$$

$$V = ? \quad a = ?$$

$$\text{Ответ: } V = 30 \text{ км/с}; a = 0,006 \text{ м/с}^2.$$

## Глава 2. Динамика

### Задание № 37

Так как на частицу не действуют силы (силой тяжести в данной задаче можно пренебречь – масса частицы очень мала), то по первому закону Ньютона частица движется равномерно и прямолинейно.

### Задание № 38

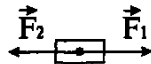
Верхняя часть тела человека по инерции движется вперед, а ноги за счет упора о землю остаются на месте. Поэтому споткнувшийся человек падает вперед.

### Задание № 39

Тело может двигаться в сторону, противоположную направлению действия силы, скорость тела при этом уменьшается. Ускорение в этом случае направлено так же как и сила – противоположно направлению скорости.

Скорость и ускорение не могут быть все время направлены в разные стороны, потому что такое движение является равнозамедленным и тело в итоге остановится.

### Задание № 40



Равнодействующая этих двух сил равна 0.

Тело в этом случае находится в покое, либо движется прямолинейно и равномерно.

Тело будет двигаться прямолинейно и равномерно по направлению начальной скорости.

### Задание № 41

Дано:

$$m = 2 \text{ кг};$$

$$F = 20 \text{ Н}.$$

$$a = ?$$

Решение:

$F = ma$ , по второму закону Ньютона

$$a = \frac{F}{m} = \frac{20 \text{ Н}}{2 \text{ кг}} = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } a = 10 \text{ м/с}^2$$

### Задание № 42

Дано:

$$m = 4 \text{ кг};$$

$$a = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$F = ?$$

Решение:

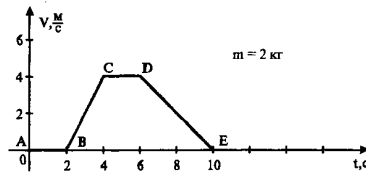
$$F = m \cdot a; F = 4 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } F = 2 \text{ Н}.$$

### Задание № 44

|   |  |
|---|--|
| Дано:   | Решение:   |
| $h = 2,4 \text{ см};$                                   | $F_T = mg; g \approx 10 \text{ м/с}^2;$  |
| $m = 30\text{г} =$                                      | $F_T = 0,03 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 0,3 \text{ Н}$   |
| $= 0,03 \text{ кг};$                                    | $h = \frac{gt^2}{2}, t^2 = \frac{2h}{g}, t = \sqrt{\frac{2h}{g}},$   |
| $F_T = ?;$  | $V = g \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2,4 \text{ м}} = 6,9 \text{ м/с}$ |
| $V = ?.$  |  |
| Ответ: $F_T = 0,3 \text{ Н}; V \approx 6,9 \text{ м/с}$ |  |

### Задание № 45



а) Тело покоится на участке АВ на интервале времени от 0 до 2с, так как  $V_{AB} = 0 \Rightarrow a = 0; S = 0; F = 0.$

б) Тело движется с постоянной скоростью  $V = 4 \text{ м/с}$  на участке CD, на интервале времени от 4 с до 6с;  $a = 0.$

в) Тело разгоняется на участке ВС, его скорость увеличивается от 0 м/с до 4 м/с;  $V_0 = 0; V = 4 \text{ м/с}$  на интервале времени от 2 с до

$$4 \text{ с. Время разгона } 2\text{с}; a = \frac{V}{t} = \frac{4 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = 2 \text{ м/с}^2.$$

г) Тело движется с уменьшающейся скоростью на участке DF. Скорость уменьшается от 4 м/с до 0 м/с.  $V_0 = 4 \text{ м/с}; V = 0$  на интервале от 6 с до 10 с, следовательно время торможения 4с.

$$a = \frac{V_0}{t} = \frac{4 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 1 \text{ м/с}^2.$$

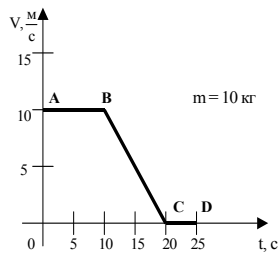
д) АВ :  $V = 0; S = 0; F = 0.$  BC:  $a = 2 \text{ м/с}^2; t = 2 \text{ с};$

$$F = ma = 2 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с}^2 = 4 \text{ Н}; S = \frac{at^2}{2} = \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot (2 \text{ с})^2}{2} = 4 \text{ м}$$

CD:  $a = 0; V = 4 \text{ м/с}; t = 2 \text{ с}; F = 0; S = V \cdot t = 4 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 8 \text{ м/с}.$

DE:  $a = 1 \text{ м/с}^2; t = 4 \text{ с}; F = ma = 2 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ Н};$

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{1 \text{ м/с}^2 \cdot (4 \text{ с})^2}{2} = 8 \text{ м}$$



#### Задание № 46

- а) Тело покоится на участке  $CD$ .  
 б) Тело движется с постоянной скоростью на участке  $AB$ , на интервале времени от 0 до 10с :  $V = 10 \text{ м/с}$ .  
 в) Тело движется с уменьшающейся скоростью на участке  $BC$ , на интервале времени от 10 до 20с.  
 г)  $AB$ :  $V = 10 \text{ м/с}$ ;  $t = 10 \text{ с}$ ;  $V = V_0 \Rightarrow a = 0$

$$F = 0, \text{ так как } a = 0; S = V \cdot t = 10 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} = 100 \text{ м.}$$

$$BC: V_0 = 10 \text{ м/с}; V = 0; t = 10 \text{ с}; a = \frac{V_0}{t} = \frac{10 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 1 \text{ м/с}^2$$

$$F = ma = 10 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2 = 10 \text{ Н}; S = \frac{at^2}{2} = \frac{1 \text{ м/с}^2 \cdot (10 \text{ с})^2}{2} = 50 \text{ м}.$$

#### Задание № 48

Т к.  $a = 0$ , движение равномерное, следовательно  $F = 0$  (равнодействующая сила равна 0). Следовательно,  $F = F_T - F_C = 0$ ;  $F_T = F_C = 700 \text{ Н}$ .

#### Задание № 50

Дано:

$$M = 3250 \text{ т} = 325 \cdot 10^4 \text{ кг};$$

$$F_1 = 650 \text{ кН} = 6,5 \cdot 10^5 \text{ Н};$$

$$F_2 = 162,5 \text{ кН} = 1,625 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$a = ?$$

Решение:

$$F = F_1 - F_2;$$

$$F = 6,5 \cdot 10^5 \text{ Н} - 1,625 \cdot 10^5 \text{ Н} =$$

$$= 4,875 \cdot 10^5 \text{ Н}; F = m \cdot a;$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4,875 \cdot 10^5 \text{ Н}}{325 \cdot 10^4 \text{ кг}} = 0,15 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } a = 0,15 \text{ м/с}^2$$

#### Задание № 51

Дано:

$$m = 20 \text{ кг};$$

$$a = 1 \text{ м/с}^2;$$

$$F_1 = ?$$

Решение:

$$F = F_1 - F_T; F_T = mg; F = ma; ma = F_1 - mg;$$

$$F_1 = ma + mg = m(a + g);$$

$$F_1 = 20 \text{ кг}(1 \text{ м/с}^2 + 10 \text{ м/с}^2) = 220 \text{ Н.}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = 220 \text{ Н}$$

#### Задание № 52

Дано:

$$m = 3 \text{ кг};$$

$$a = 8 \text{ м/с}^2;$$

$$F_C = ?$$

Решение:

$$F = F_T - F_C; F_T = mg; F = ma; F_C = -F + F_T;$$

$$F_C = -ma + mg = m(g - a);$$

$$F_C = 3 \text{ кг}(10 \text{ м/с}^2 - 8 \text{ м/с}^2) = 6 \text{ Н.}$$

$$\text{Ответ: } F_C = 6 \text{ Н.}$$

**Задание № 53**

Цена деления:  $\frac{100\text{ Н}-50\text{ Н}}{5}=10\text{ Н}$ ;  $F_T = P = 135\text{ Н}$ .

**Задание № 54**

Цена деления  $\frac{10\text{ Н}-9\text{ Н}}{2}=0,5\text{ Н}$ ;  $F_T = P = 8,5\text{ Н}$ .

**Задание № 55**

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i><br>$m = 50\text{ г} = 0,05\text{ кг}$ ;<br>$F = 0,25\text{ Н}$ ;<br>$F_{\text{тр}} = 0,6 P$ . | <i>Решение:</i><br>Брусек удастся сдвинуть с места, если<br>$F \geq F_{\text{тр}}$ ; $P = mg$<br>$F_{\text{тр}} = 0,6mg = 0,6 \cdot 0,05\text{ кг} \cdot 10\text{ м/с}^2 = 0,3\text{ Н}$ ; $F < F_{\text{тр}}$ . |
| Удастся ли сдвинуть?   | <i>Ответ:</i> Брусек не удастся сдвинуть с места, так как приложенная сила меньше максимальной силы трения покоя.  |

**Задание № 56**

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i><br>$F_{\text{тр}} = 0,55 P$ ;<br>$m = 1\text{ кг}$ ;<br>$F = ?$ | <i>Решение:</i><br>$F = F_{\text{тр}}$ ; Т.к. $P = mg$ ; то<br>$F_{\text{тр}} = 0,55 mg = 0,55 \cdot 1\text{ кг} \cdot 10\text{ м/с}^2 = 5,5\text{ Н}$<br><i>Ответ:</i> $F = 5,5\text{ Н}$ . |
|--|--|

**Задание № 57**

|  |   |
|--|---|
| <i>Дано:</i><br>$m = 2\text{ кг}$ ;<br>$F = ?$ | <i>Решение:</i><br>$P = mg = 2\text{ кг} \cdot 10\text{ м/с}^2 = 20\text{ Н}$<br>$N = P$ – по 3-му закону Ньютона; $N = 20\text{ Н}$<br><i>Ответ:</i> $P = 20\text{ Н}$ ; $N = 20\text{ Н}$ . |
|--|---|

**Задание № 58**

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i><br>$m = 6\text{ кг}$ ;<br>$N = ?$ $P = ?$ | <i>Решение:</i><br>$P = mg = 6\text{ кг} \cdot 10\text{ м/с}^2 = 60\text{ Н}$<br>$N = P$ – по 3 закону Ньютона, $N = 60\text{ Н}$<br><i>Ответ:</i> $P = 60\text{ Н}$ ; $N = 60\text{ Н}$ . |
|--|--|

**Задание № 59**

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i><br>$m = 85\text{ кг}$ ;<br>$N_2 = 1700\text{ Н}$<br>$\frac{P_2}{P_1} = ?$ | <i>Решение:</i><br>$N_1 = P_1 = mg = 85\text{ кг} \cdot 10\text{ м/с}^2 = 850\text{ Н}$<br>$P_2 = N_2 = 1700\text{ Н}$ ; $\frac{P_2}{P_1} = \frac{1700\text{ Н}}{850\text{ Н}} = 2$<br><i>Ответ:</i> Вес космонавта увеличится в 2 раза. |
|--|--|

### Задание № 60

Дано:  
 $m = 40 \text{ Н}; N_2 = 35 \text{ Н}$   
 $\Delta P = ?$

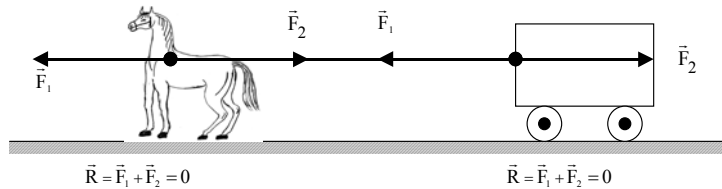
Решение:  
 $P_1 = N_1 = 40 \text{ Н}; P_2 = N_2 = 35 \text{ Н}$   
 $\Delta P = P_2 - P_1 = 35 \text{ Н} - 40 \text{ Н} = -5 \text{ Н}.$   
Ответ: Вес уменьшился на 5 Н.

### Задание № 61

Дано:  
 $N = 5 \text{ Н}$   
 $F = ?$

Решение:  
Человек давит на брусок с силой  $F$ , брусок давит на стену с такой же по величине силой  $P$ , ( $P = F$ ).  
 $N = P \Rightarrow N = F; F = N = 5 \text{ Н}.$   
Ответ:  $F = N = 5 \text{ Н}.$

### Задание № 62



По третьему закону Ньютона  $F_1 = F_2$ . Равнодействующая сил, приложенная и к лошади, и к телеге равна нулю. По первому закону Ньютона лошадь с телегой либо движутся равномерно и прямолинейно, либо покоятся. Следовательно, лошадь с телегой движутся в ту сторону, куда направлена начальная скорость, т.е. в сторону движения лошади.

### Задание № 63

Равновесие нарушится. На палец, опущенный в воду, действует направленная вверх архимедова сила. По третьему закону Ньютона со стороны пальца на воду действует такая же по величине, но направленная вниз сила, которая и является причиной нарушения равновесия.

### Задание № 64

Равновесие не нарушится. На птицу, сидящую в клетке действуют две силы: сила тяжести и сила реакции опоры. На птицу в воздухе так же действуют две силы: сила тяжести и ей равная по величине, но противоположно направленная сила со стороны воздуха (подъемная сила птицы). В первом и во втором случае равнодействующие сил одинаковы (обе равны нулю).

### Задание № 65

Дано:

$$V = 8 \text{ км/с} = 8000 \text{ м/с};$$

$$m = 6,6 \text{ т} = 6600 \text{ кг};$$

$$P = ?$$

Решение:

$$P = m \cdot V = 6600 \text{ кг} \cdot 8000 \text{ м/с} = \\ = 52,8 \cdot 10^6 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } P = 52,8 \cdot 10^6 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

### Задание № 66

Дано:

$$m = 60 \text{ кг};$$

$$V = 6 \text{ км/ч} = 1,7 \text{ м/с}.$$

$$P = ?$$

Решение:

$$P = mV = 60 \text{ кг} \cdot 1,7 \text{ м/с} = 102 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

$$\text{Ответ: } P = 102 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

### Задание № 67

Дано:

$$m_1 = 6 \text{ г} = 0,006 \text{ кг};$$

$$V_0 = 0 \text{ м/с};$$

$$V_1 = 500 \text{ м/с};$$

$$m_2 = 5,3 \text{ кг}$$

$$V_2 = ?$$

Решение:

$$(m_1 + m_2) \cdot V_1 = m_1 V_1' - m_2 V_2'$$

$$\text{т.к. } V_1 = -m_1 V_1' = m_2 V_2' = 0; m_1 V_1' = m_2 V_2'$$

$$V_2' = \frac{m_1 V_1}{m_2} = \frac{0,006 \text{ кг} \cdot 500 \text{ м/с}}{5,3 \text{ кг}} = 0,6 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } V_2' = 0,6 \text{ м/с}$$

### Задание № 68

Дано:

$$m_1 = 60 \text{ кг};$$

$$V_1 = 4,4 \text{ м/с};$$

$$m_2 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг};$$

$$V_2 = ?$$

Решение:

$$V_2 = V_1 = 0; (m_1 + m_2) \cdot V_1 = m_1 V_1' - m_2 V_2';$$

$$m_1 V_1' - m_2 V_2' = 0; m_1 V_1' = m_2 V_2'$$

$$V_2' = \frac{m_1 V_1}{m_2} = \frac{60 \text{ кг} \cdot 4,4 \text{ м/с}}{6 \cdot 10^{24} \text{ кг}} = 44 \cdot 10^{-24} \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } V_2' = 44 \cdot 10^{-24} \text{ м/с}$$

### Задание № 69

Чтобы добраться до берега, надо что-нибудь бросить. Тогда по закону сохранения импульса тело будет двигаться в противоположную сторону.

### Задание № 70

Белка должна бросать орехи по направлению движения. Тогда по закону сохранения импульса скорость белки уменьшается и может стать равной нулю.

### Задание № 71

Дано:

$$m_1 = 0,5 \text{ кг};$$

$$m_2 = 20 \text{ г} = 0,02 \text{ кг};$$

$$V_2' = 800 \text{ м/с}$$

$$V_1' = ?$$

Решение:

$$(m_1 + m_2) \cdot V = m_1 V_1' - m_2 V_2';$$

$$m_1 V_1' - m_2 V_2' = 0; m_1 V_1' = m_2 V_2';$$

$$V_1' = \frac{m_2 V_2}{m_1} = \frac{0,02 \text{ кг} \times 800 \text{ м/с}}{0,5 \text{ кг}} = 32 \text{ м/с}$$

Ответ:  $V_1' = 32 \text{ м/с}$

### Задание № 72

Дано:

$$m_1 = 1 \text{ кг};$$

$$m_2 = 0,1 \text{ кг};$$

$$V_2' = 500 \text{ м/с}$$

$$V_1' = ?$$

Решение:

$$(m_1 + m_2) \cdot V = m_1 V_1' - m_2 V_2';$$

$$V = V_1 = V_2 = 0;$$

$$m_1 V_1' - m_2 V_2' = 0; m_1 V_1' = m_2 V_2';$$

$$V_1' = \frac{m_2 V_2}{m_1} = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 500 \text{ м/с}}{1 \text{ кг}} = 50 \text{ м/с}$$

Ответ:  $V_1' = 50 \text{ м/с}$ .

### Задание № 74

Дано:

$$F = 20 \text{ Н};$$

$$h = 2 \text{ м};$$

$$A = ?$$

Решение:

$$A = F \cdot S; S = h; A = F \cdot h = 20 \text{ Н} \cdot 2 \text{ м} = 40 \text{ Дж.}$$

Ответ:  $A = 40 \text{ Дж}$ .

### Задание № 76

Дано:

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

$$h = 12 \text{ м};$$

$$A = ?$$

Решение:

$A = F \cdot S$ . Если груз поднимают равномерно:  $F = F_T = mg$ .

$$S = h; A = mgh = 2500 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 12 \text{ м} = 300000 \text{ Дж} = 300 \text{ кДж}$$

Ответ:  $A = 300 \text{ кДж}$ .

### Задание № 77

Дано:

$$m = 10 \text{ г} = 0,01 \text{ кг};$$

$$V = 800 \text{ м/с};$$

$$E_K = ?$$

Решение:

$$E_K = \frac{mV^2}{2} = \frac{0,01 \text{ кг} \times (800 \text{ м/с})^2}{2} = 3200 \text{ Дж}$$

Ответ:  $E_K = 3,2 \text{ кДж}$

### Задание № 78

Дано:

$$V = 61 \text{ км/ч} = 17 \text{ м/с};$$

$$m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг};$$

$$E_K = ?$$

Решение:

$$E_K = \frac{mV^2}{2} = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot (17 \text{ м/с})^2}{2} = 57,8 \text{ Дж}$$

Ответ:  $E_K = 57,8 \text{ Дж}$ .

### Задание № 79

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i><br>$m = 0,5 \text{ кг};$<br>$E_p = 25 \text{ Дж};$<br>$h = ?$ | <i>Решение:</i><br>$E_p = mgh;$<br>$h = \frac{E_p}{mg} = \frac{25 \text{ Дж}}{0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 5 \text{ м}$<br><i>Ответ:</i> $h = 5 \text{ м}$ |
|--|--|

### Задание № 80

|   |   |
|---|---|
| <i>Дано:</i><br>$V = 1 \text{ л} = 0,001 \text{ м}^3;$<br>$h = 2 \text{ м};$<br>$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$<br>$E_p = ?$ | <i>Решение:</i><br>$E_p = mgh,$ где<br>$m = \rho \cdot V = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,001 \text{ м}^3 = 1 \text{ кг}$<br>$E_p = 1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ м} = 20 \text{ Дж}$<br><i>Ответ:</i> $E_p = 20 \text{ Дж}.$ |
|---|---|

### Задание № 81

|   |  |
|---|--|
| <i>Дано:</i><br>$V_1 = V_2 = V;$<br>$\rho_1 > \rho_2;$<br>$h_1 = h_2 = h$<br>Сравнить $E_{p1}$ и $E_{p2}$ | <i>Решение:</i><br>$E_p = mgh,$ где $m = \rho \cdot V;$<br>$m_2 > m_1;$ т.к. $\rho_2 > \rho_1;$<br>$E_{p1} = m_1gh_1 = m_2gh_1$<br>$E_{p2} = m_2gh_2 = m_2gh;$<br>$E_{p2} > E_{p1}.$ т.к. $m_2 > m_1.$ |
|---|--|

*Ответ:* потенциальная энергия железного бруска больше, чем деревянного.

### Задание № 82

Если два тела имеют разную массу, то их кинетические энергии могут быть равны если выполняется условие:  $\frac{m_1 V_1}{2} = \frac{m_2 V_2}{2}.$

Аналогично для тел, имеющих разную скорость.

### Задание № 83

|   |   |
|---|---|
| <i>Дано:</i><br>$E = 0,8 \text{ кДж} = 800 \text{ Дж};$<br>$E_p = 250 \text{ Дж};$<br>$E_k = ?$ | <i>Решение:</i><br>$E = E_p + E_k;$<br>$E_k = E - E_p = 800 \text{ Дж} - 250 \text{ Дж} = 550 \text{ Дж}$<br><i>Ответ:</i> $E_k = 550 \text{ Дж}$ |
|---|---|

### Задание № 84

|   |   |
|---|---|
| <i>Дано:</i><br>$E = 1,2 \text{ кДж} = 1200 \text{ Дж};$<br>$E_k = 900 \text{ Дж}$<br>$E_p = ?$ | <i>Решение:</i><br>$E = E_p + E_k;$<br>$E_p = E - E_k = 1200 \text{ Дж} - 900 \text{ Дж} = 300 \text{ Дж}$<br><i>Ответ:</i> $E_p = 300 \text{ Дж}.$ |
|---|---|

### Задание № 85

Дано:  
 $m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг};$   
 $h = 4 \text{ м};$   
 $V = 10 \text{ м/с}$

Решение:

$$E = E_p + E_k; E_p = mgh; E_k = \frac{mV^2}{2};$$

$$E_p = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ м} = 8 \text{ Дж};$$

$$E_k = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с})^2}{2} = 10 \text{ Дж}$$

$$E = 10 \text{ Дж} + 8 \text{ Дж} = 18 \text{ Дж}.$$

Ответ:  $E = 18 \text{ Дж}.$

$E = ?$

### Задание № 86

Дано:  
 $m = 1,8 \text{ кг};$   
 $h = 3 \text{ м};$   
 $V = 70 \text{ м/с}$

Решение:

$$E = E_p + E_k; E_p = mgh;$$

$$E_k = \frac{mV^2}{2}; E_p = 1,8 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с} \cdot 3 \text{ м} = 54 \text{ Дж}$$

$$E_k = \frac{1,8 \text{ кг} \cdot (70 \text{ м/с})^2}{2} = 4410 \text{ Дж}$$

$$E = 4410 \text{ Дж} + 54 \text{ Дж} = 4464 \text{ Дж} = 4,464 \text{ кДж}$$

Ответ:  $E = 4464 \text{ Дж}$

$E = ?$

### Задание № 88

Дано:  
 $V_1 = 10 \text{ м/с};$   
 $h_1 = 1 \text{ м};$

Решение:

$$E_1 = E_2; E_1 = E_{p1} + E_{k1}; E_2 = E_{p2}; E_{p1} = mgh_1;$$

$$E_{k1} = \frac{mV_1^2}{2}; E_{p2} = mgh_2;$$

$$mgh_1 + \frac{mV_1^2}{2} = mgh_2;$$

$$h_2 = h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = 1 \text{ м} + \frac{(10 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ м} + 5 \text{ м} = 6 \text{ м}$$

Ответ:  $h_2 = 6 \text{ м}.$

$h_2 = ?$

### Задание № 89

Дано:  
 $V = 6 \text{ м/с}$

Решение:

$$E_1 = E_2; E_1 = mgh; E_2 = \frac{mV^2}{2}; mgh = \frac{mV^2}{2};$$

$$h = \frac{V^2}{2g} = \frac{(6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 1,8 \text{ м}$$

Ответ:  $h = 1,8 \text{ м}$

$h = ?$

### Задание № 90

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Дано:<br>$V = 40 \text{ м/с};$ | Решение: $E_1 = E_2; E_1 = \frac{mV^2}{2}; E_2 = mgh;$   |
|                                | $\frac{mV^2}{2} = mgh; \frac{V^2}{2} = gh; h = \frac{V^2}{2g} = \frac{(40 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 80 \text{ м}.$ |
| $h = ?$                        | Ответ: $h = 80 \text{ м}.$   |

## Глава 3. Колебания и волны

### Задание № 91

|   |   |
|---|---|
| Дано:<br>$v = 440 \text{ Гц};$<br>$t = 1,5 \text{ с}$ | Решение:<br>$T = \frac{1}{v}; T = \frac{1}{440 \text{ Гц}} = 0,0023 \text{ с} = 2,3 \text{ мс};$<br>$n = t \cdot v = 1,5 \text{ с} \cdot 440 \text{ Гц} = 660.$ |
| $T = ? \quad n = ?$                                   | Ответ: $T = 2,3 \text{ мс}; n = 660.$   |

### Задание № 92

|   |  |
|---|--|
| Дано:<br>$n = 180;$<br>$t = 72 \text{ с}$ | Решение:<br>$T = \frac{t}{n}; T = \frac{72 \text{ с}}{180} = 0,4 \text{ с}; v = \frac{n}{t} = \frac{180}{72 \text{ с}} = 2,5 \text{ Гц}$ |
| $T = ? \quad v = ?$                       | Ответ: $T = 0,4 \text{ с}; v = 2,5 \text{ Гц}.$  |

### Задание № 93

а)  $A = 4 \text{ см};$  б)  $T = 4 \text{ с};$  в)  $v = \frac{1}{T}; v = \frac{1}{4 \text{ с}} = 0,25 \text{ Гц}.$

### Задание № 94

а)  $A = 10 \text{ см};$  б)  $T = 8 \text{ с};$  в)  $T = 8 \text{ с}; v = \frac{1}{T}; v = \frac{1}{8 \text{ с}} = 0,125 \text{ Гц}.$

### Задание № 95

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Дано:<br>$A = 5 \text{ см}; n = 4$ | Решение:<br>$n = 1; S_1 = 4A; S = 4 \cdot A \cdot n = 4 \cdot 5 \text{ см} \cdot 4 = 80 \text{ см}.$ |
| $S = ?$                            | Ответ: $S = 80 \text{ см}.$  |

### Задание № 96

|  |  |
|--|--|
| Дано:<br>$A = 4 \text{ см};$<br>$t = 3T$ | Решение:<br>За один период колебаний совершается одно полное колебание. Пройденный путь при этом: $S_1 = 4A.$<br>Если $t = 3T, S = 4 \cdot A \cdot 3 = 12A; S = 12 \cdot 4 \text{ см} = 48 \text{ см}$ |
| $S = ?$                                  | Ответ: $S = 48 \text{ см}$   |

### Задание № 97

|   |  |
|---|--|
| Дано:<br>$h = 5 \text{ см} =$<br>$= 5 \cdot 10^{-2} \text{ м};$ | Решение:<br>По закону сохранения энергии $mgh = \frac{mV^2}{2}$ ;<br>$2gh = V^2; V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 1 \text{ м/с}$ |
| $V = ?$   | Ответ: $V = 1 \text{ м/с}$   |

### Задание № 98

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Дано:<br>$V = 0,6 \text{ м/с};$ | Решение:<br>По закону сохранения энергии $mgh = \frac{mV^2}{2}$ ,<br>$h = \frac{V^2}{2g} = \frac{(0,6 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,018 \text{ м} = 1,8 \text{ см}$ |
| $h = ?$                         | Ответ: $h = 1,8 \text{ см}$   |

### Задание № 99

|  |  |
|--|--|
| Дано:<br>$l = 1 \text{ м};$<br>$n = 10.$ | Решение:<br>$t = n \cdot T$ , где $T$ – период колебаний<br>$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} \approx 2 \text{ с}$<br>$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \text{ с}} = 0,5 \text{ Гц}; t = 2 \text{ с} \cdot 10 = 20 \text{ с}.$ |
| $T = ? \nu = ?$                          | Ответ: $t = 20 \text{ с}$  |

### Задание № 100

|   |  |
|---|--|
| Дано:<br>$l = 98 \text{ м};$<br>$t = 1 \text{ мин} =$<br>$= 60 \text{ с}$ | Решение:<br>$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{98 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} \approx 20 \text{ с}; n = \frac{t}{T}; n = \frac{60 \text{ с}}{20 \text{ с}} = 3.$ |
| $T = ? n = ?$   | Ответ: $T \approx 20 \text{ с}; n = 3.$  |

### Задание № 101

|  |  |
|--|--|
| Дано:<br>$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг};$<br>$k = 40 \text{ Н/м}$<br>$t = 20 \text{ с}$ | Решение:<br>$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{0,1 \text{ кг}}{40 \text{ Н/м}}} = 0,314 \text{ с}$<br>$n = \frac{t}{T} = \frac{20 \text{ с}}{0,314 \text{ с}} \approx 64$ |
| $T = ? n = ?$  | Ответ: $T = 0,314 \text{ с}; n = 64.$  |

### Задание № 102

Дано:

$$m = 0,1 \text{ кг};$$

$$k = 10 \text{ Н/м};$$

$$n = 20$$

Решение:

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{10 \text{ Н/м}}{0,1 \text{ кг}}} = 1,6 \text{ Гц};$$

$$t = \frac{n}{\nu} = \frac{20}{1,6 \text{ Гц}} = 12,5 \text{ с}$$

$$\nu = ? \quad t = ?$$

Ответ:  $\nu = 1,6 \text{ Гц}; t = 12,5 \text{ с}$

### Задание № 103

Дано:

$$m = 50 \text{ г} =$$

$$= 0,05 \text{ кг};$$

$$k = 20 \text{ Н/м};$$

$$\nu_B = 1 \text{ с}^{-1}.$$

Решение:

Найдем частоту собственных колебаний пружины

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{20 \text{ Н/м}}{0,05 \text{ кг}}} = 3,2 \text{ Гц}$$

Частота вынуждающей силы  $\nu_B = 1 \text{ с}^{-1} = 1 \text{ Гц}$ .

Резонанс – ?

Ответ: резонанса нет.

### Задание № 104

Дано:

$$m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг};$$

$$k = 20 \text{ Н/м};$$

$$T_B = 0,31 \text{ с}$$

Решение:

Определим период собственных колебаний пружины

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{0,05 \text{ кг}}{20 \text{ Н/м}}} = 0,314 \text{ с}$$

Так как период вынуждающей силы  $T_B = 0,31 \text{ с}$  практически совпадает с периодом собственных колебаний пружины, то будет наблюдаться резонанс.

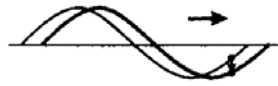
Резонанс – ?

### Задание № 106

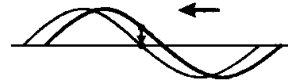
Поскольку волна поперечная, то движение частицы будет по вертикали.

Но надо решить вопрос: вверх будет двигаться частица или вниз:

а) Так как волна распространяется вправо, то, сделав соответствующий рисунок, мы убедимся, что частица будет двигаться вниз.



б) Волна распространяется влево. Частица будет двигаться вниз.



**Задание № 107**

|  |   |
|--|---|
| <i>Дано:</i><br>$T = 2 \text{ с};$<br>$V = 4 \text{ м/с};$ | <i>Решение:</i><br>$V = \frac{\lambda}{T}$ , следовательно $\lambda = V \cdot T = 4 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 8 \text{ м}.$ |
| $\lambda = ?$  | <i>Ответ:</i> $\lambda = 8 \text{ м}.$  |

**Задание № 108**

|  |   |
|--|---|
| <i>Дано:</i><br>$\nu = 0,5 \text{ Гц};$<br>$\lambda = 6 \text{ м}$ | <i>Решение:</i><br>$V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu = 6 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ Гц} = 3 \text{ м/с}$ |
| $V = ?$  | <i>Ответ:</i> $V = 3 \text{ м/с}$   |

**Задание № 109**

|  |   |
|--|---|
| <i>Дано:</i><br>$t = 10 \text{ с};$<br>$\lambda = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$<br>$t_1 = 2 \text{ с};$<br>$n_1 = 4$ | <i>Решение:</i><br>$S = V \cdot t; V = \frac{\lambda}{T}$ , где $T = \frac{t_1}{n_1} = \frac{2 \text{ с}}{4} = 0,5 \text{ с};$<br>$V = \frac{0,1 \text{ м}}{0,5 \text{ с}} = 0,2 \text{ м/с}; S = 0,2 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} = 2 \text{ м}$ |
| $S = ?$  | <i>Ответ:</i> $S = 2 \text{ м}.$  |

**Задание № 110**

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i><br>$V = 5 \text{ м/с};$<br>$t = 10 \text{ с};$<br>$n = 4$ | <i>Решение:</i><br>$\lambda = V \cdot T$ , где период $T = \frac{t}{n} = \frac{10 \text{ с}}{4} = 2,5 \text{ с}$<br>$\lambda = 5 \text{ м/с} \cdot 2,5 \text{ с} = 12,5 \text{ м}$ |
| $\lambda = ?$  | <i>Ответ:</i> $\lambda = 12,5 \text{ м}$   |

**Задание № 111**

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i><br>$\Delta t = 0,7 \text{ с};$<br>$V = 1400 \text{ м/с};$ | <i>Решение:</i><br>$\Delta t$ – промежуток времени между отправкой и приемом звукового сигнала $\Delta t = 2t$ , где $t$ – время движения звуковой волны до косяка рыбы. $S = V \cdot t;$<br>$t = \frac{\Delta t}{2} \Rightarrow S = \frac{V \Delta t}{2} = \frac{1400 \text{ м/с} \cdot 0,7 \text{ с}}{2} = 490 \text{ м}.$ |
| $S = ?$  | <i>Ответ:</i> $S = 490 \text{ м}.$   |

**Задание № 112**

|  |   |
|--|---|
| <i>Дано:</i><br>$\Delta t = 0,9 \text{ с}; V = 1400 \text{ м/с}$ | <i>Решение:</i><br>$h = V \cdot t$ , где $t = \frac{\Delta t}{2} = 1400 \text{ м/с} \cdot \frac{0,9 \text{ с}}{2} = 630 \text{ м}.$ |
| $h = ?$  | <i>Ответ:</i> $h = 630 \text{ м}.$  |

**Задание № 113**

Нет, звук взрыва на Луне не может быть слышен на Земле, так как звук – это механическая волна, а механические волны могут распространяться только в упругой среде, тогда как между Землей и Луной безвоздушное пространство.

**Задание № 114**

Чтобы космонавты могли слышать друг друга, между ними должен быть натянутый шнур или стержень, чтобы по нему могли распространяться звуковые волны.

**Глава 4. Внутренняя энергия**

**Задание № 115**

Вода во втором стакане обладает большей внутренней энергией, т.к. ее масса такая же, а температура выше.

**Задание № 116**

Когда после жара у человека восстанавливается нормальная температура, его внутренняя энергия уменьшается.

**Задание № 117**

При скольжении по канату совершается работа. Совершение работы – это один из способов увеличения внутренней энергии. Внутренняя энергия и каната, и рук увеличивается, при этом повышается температура.

**Задание № 118**

При обработке детали напильником совершается работа. Это приводит к увеличению внутренней энергии. При этом повышается температура.

**Задание № 119**

При скольжении по льду совершается работа силой трения полозьев о лед. При этом повышается внутренняя энергия. Лед тает, и под полозьями образуется вода. Поэтому при скольжении по льду трение жидкое, и сила трения гораздо меньше.

**Задание № 120**

Когда метеорит пролетает через атмосферу, совершается работа силой трения. При совершении работы внутренняя энергия метеорита увеличивается, температура повышается, и метеорит раскаляется.

#### **Задание № 122**

Рука человека и тело человека при обычных условиях имеют большую температуру, чем окружающий воздух и вода. Но теплопроводность воды больше, чем теплопроводность воздуха, и теплообмен между телом и водой происходит быстрее, чем с воздухом. Тело отдает большее количество теплоты за единицу времени в воде, чем на воздухе. Это и вызывает ощущение холода.

#### **Задание № 123**

Глубокий рыхлый снег лучше защищает озимые от вымерзания, потому, что рыхлый снег имеет меньшую теплопроводность, чем плотный за счет воздуха, который есть между снежинками.

#### **Задание № 124**

Меховое пальто и шапка уменьшают теплообмен между телом человека и воздухом. Это необходимо для того, чтобы человеку на морозе не было холодно. Теплообмен уменьшается за счет низкой теплопроводности меха из-за того, что между ворсинками меха много воздуха. У воздуха очень низкая теплопроводность.

В жару уменьшение теплообмена между телом и воздухом необходимо, чтобы тело не перегревалось. Это имеет смысл при температуре выше температуры тела. Например 37°C и выше.

#### **Задание № 125**

Нет, таяние мороженого не ускорится. Если укутать его шубой, уменьшится теплообмен между мороженым и воздухом за счет низкой теплопроводности меха. Мороженное будет получать меньшее количества теплоты в единицу времени – таяние замедлится.

#### **Задание № 126**

Теплее три рубашки, так как между ними воздушные слои, которые лучше сохраняют тепло, чем ткань, за счет низкой теплопроводности воздуха.

#### **Задание № 127**

Раскаленные газы пламени свечи в безветренную погоду поднимаются вверх, так как плотность нагретых газов меньше плотности холодного воздуха, который, опускаясь вниз, вытесняет легкие газы вверх. Поэтому пламя свечи устанавливается вертикально.

#### **Задание № 128**

Подвал ниже всех этажей в доме, он не обогревается отдельно. Тепло в подвал проходит от верхних этажей. Летом дом прогревается от крыши, куда падают солнечные лучи. Из-за низкой теплопро-

водности воздуха до подвала доходит малое количество теплоты. Поэтому он самый холодный.

#### Задание № 129

Летом в белой одежде менее жарко, чем в темной. Белая одежда отражает солнечные лучи и мало их поглощает. Темная одежда поглощает солнечные лучи, которые нагревают тело человека. Солнечные лучи передают телу большое количество теплоты. Это теплота передается излучением.

#### Задание № 130

Вспаханное поле сильнее нагревается солнечными лучами, чем зеленый луг, так как оно темное и в большей степени получает солнечного тепла посредством излучения.

#### Задание № 131

Дано:

$$U_1 = 0,03 \text{ МДж} =$$

$$= 30000 \text{ Дж};$$

$$U_2 = 38 \text{ кДж} =$$

$$= 38000 \text{ Дж}$$

$$\Delta U = ?$$

Решение:

$$\Delta U = U_2 - U_1;$$

$$\Delta U = 38000 \text{ Дж} - 30000 \text{ Дж} = 8000 \text{ Дж} = 8 \text{ кДж}$$

$$Q = \Delta U = 8 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $\Delta U = 8 \text{ кДж}$ . Температура газа повысилась.

#### Задание № 132

Дано:

$$\Delta U = -10 \text{ кДж} =$$

$$= -10000 \text{ кДж};$$

$$U_2 = 0,05 \text{ МДж} =$$

$$= 50000 \text{ Дж}.$$

$$Q = ? \quad U_1 = ?$$

Решение:

$$\Delta U = U_2 - U_1; \quad U_1 = U_2 - \Delta U;$$

$$U_1 = 50000 \text{ Дж} - (-10000 \text{ Дж}) =$$

$$= 50000 \text{ Дж} + 10000 \text{ Дж} = 60000 \text{ Дж} = 60 \text{ кДж}$$

$$Q = \Delta U = -10000 \text{ Дж} = -10 \text{ кДж}.$$

Ответ: внутренняя энергия газа увеличилась на 60 кДж, газ потерял в результате теплообмена 10 кДж, температура газа при этом понизилась.

#### Задание № 134

Дано:

$$Q = 15 \text{ кДж} = 15000 \text{ Дж};$$

$$A_{\text{газ}} = 40 \text{ кДж} =$$

$$= 40000 \text{ Дж}.$$

$$\Delta U = ?$$

Решение:

$$A = A_{\text{газ}};$$

$$A = -40000 \text{ Дж}; \quad \Delta U = A + Q$$

$$\Delta U = -40000 \text{ Дж} + 15000 \text{ Дж};$$

$$\Delta U = -25000 \text{ Дж} = -25 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $\Delta U = 25 \text{ кДж}$ , газ охладился.

### Задание № 135

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <i>Дано:</i>                  | <i>Решение:</i>  |
| $Q = 500 \text{ кДж};$        | $\Delta U = F + Q; A = \Delta U - Q; A_{\text{ГАЗА}} = -A;$  |
| $\Delta U = 200 \text{ кДж};$ | $A_{\text{ГАЗА}} = Q - \Delta U; A_{\text{ГАЗА}} = 500 \text{ кДж} - 200 \text{ кДж} = 300 \text{ кДж}.$ |
| $A_{\text{ГАЗА}} = ?$         | <i>Ответ:</i> $A_{\text{ГАЗА}} = 300 \text{ кДж}.$   |

### Задание № 136

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i>   | <i>Решение:</i>  |
| $\Delta U = 0,2 \text{ МДж} = 200000 \text{ Дж};$        | $\Delta U = A + Q; A = -A_{\text{ГАЗА}};$                          |
| $A_{\text{ГАЗА}} = 100 \text{ кДж} = 100000 \text{ Дж}.$ | $\Delta U = -A_{\text{ГАЗА}} + Q; Q = \Delta U + A_{\text{ГАЗА}};$ |
|  | $Q = 200000 \text{ Дж} + 100000 \text{ Дж}$                        |
|  | $Q = 300 \text{ кДж}$  |
| $Q = ?$  | <i>Ответ:</i> $Q = 300 \text{ кДж}.$                               |

### Задание № 137

|   |   |
|---|---|
| <i>Дано:</i>  | <i>Решение:</i>   |
| $\Delta t^\circ = 1^\circ\text{C}; c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$ | $Q = c \cdot m \cdot \Delta t^\circ;$   |
|   | $Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot 1^\circ\text{C}; Q_1 = 8400 \text{ Дж};$ |
| $m_1 = 2 \text{ кг}; c_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$               |   |
| $m_2 = 2 \text{ кг}$  | $Q_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot 1^\circ\text{C}; Q_2 = 4200 \text{ Дж}$  |
| $Q_1 = ? Q_2 = ?$   | <i>Ответ:</i> $Q_1 = 8400 \text{ Дж}; Q_2 = 4200 \text{ Дж}.$   |

### Задание № 138

|  |  |
|--|--|
| <i>Дано:</i>   | <i>Решение:</i>  |
| $\Delta t^\circ\text{C} = t_2^\circ - t_1^\circ = -2^\circ\text{C},$ | $Q = c \cdot m \cdot (t_1^\circ - t_2^\circ); Q = c \cdot m \cdot \Delta t^\circ$  |
| $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$              | $Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot (-2^\circ\text{C}); Q_1 = -8400 \text{ Дж}$ |
| $m_1 = 1 \text{ кг};$  |  |
| $c_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$              | $Q_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot (-2^\circ\text{C}); Q_2 = -4200 \text{ Дж}$ |
| $m_2 = 1 \text{ кг}.$  |  |
| $Q_1 = ?; Q_2 = ?$   | <i>Ответ:</i> при охлаждении воды выделилось 8400 Дж, а при охлаждении льда 4200 Дж.                                       |

### Задание № 139

|  |   |
|--|---|
| <i>Дано:</i>   | <i>Решение:</i>   |
| $\Delta t = 50^\circ\text{C},$                       | $Q = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ); Q = c \cdot m \cdot \Delta t^\circ$   |
| $m = 50\text{г} = 0,05 \text{ кг};$                  |   |
| $c = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$ | $Q = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,05 \text{ кг} \cdot 50^\circ\text{C}; Q = 2300 \text{ Дж} = 2,3 \text{ кДж}$ |
| $Q = ?$  | <i>Ответ:</i> $Q = 2,3 \text{ кДж}.$  |

#### Задание № 140

Дано:

$$m = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг};$$

$$\Delta t = 20^\circ\text{C};$$

$$c = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ) = c \cdot m \cdot \Delta t^\circ$$

$$Q = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 20^\circ\text{C};$$

$$Q = 5000 \text{ Дж} = 5 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = 5 \text{ кДж.}$$

#### Задание № 141

Дано:

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг};$$

$$t_1^\circ = 0^\circ\text{C};$$

$$t_2^\circ = -10^\circ\text{C};$$

$$c = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ);$$

$$Q = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot (-10^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C});$$

$$Q = -4200 \text{ Дж} = -4,2 \text{ кДж}$$

$$\text{Ответ: } Q = -4,2 \text{ кДж.}$$

#### Задание № 142

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг};$$

$$t_1^\circ = 90^\circ\text{C};$$

$$t_2^\circ = 20^\circ\text{C};$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$$

$$Q = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot (20^\circ\text{C} - 90^\circ\text{C});$$

$$Q = -29400 \text{ Дж} = -29,4 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = -29,4 \text{ кДж.}$$

#### Задание № 143

Тело из стали отдает при охлаждении большее количество теплоты, чем тело из свинца. При одинаковой массе и одинаковом изменении температуры тело из стали отдаст больше тепла, чем тело из свинца.

#### Задание № 144

При передаче одинакового количества теплоты до большей температуры нагреется тело из меди. Теплоемкость меди меньше, чем теплоемкость алюминия. Поэтому для тел одинаковой массы одно и то же количество теплоты нагреет тело из меди до более высокой температуры, чем тело из алюминия.

#### Задание № 145

На рисунке 102 левая лунка образовалась под свинцовым цилиндром, правая под медным. Вынутые из кипятка цилиндры имеют

одинаковую температуру – температуру кипения воды. На льду оба цилиндра охлаждаются до одинаковой температуры –  $0^{\circ}\text{C}$  (температуры плавления льда). При этом большее количество теплоты выделяется при охлаждении цилиндра с большей теплоемкостью. У медного цилиндра теплоемкость больше, чем у свинцового. Следовательно медный цилиндр передаст льду большее количество теплоты, которое пойдет на плавление. Следовательно под медным цилиндром растает больше льда.

#### Задание №146

На рисунке 103 левая лунка образовалась под алюминиевым цилиндром, а правая – под стальным. Так как теплоемкость алюминия больше теплоемкости стали, то при одинаковом изменении температуры цилиндров (температура цилиндров меняется от  $100^{\circ}\text{C}$  до температуры плавления парафина) выделяется большее количество теплоты у алюминиевого цилиндра. Следовательно под алюминиевым цилиндром растает больше парафина.

#### Задание № 147

Дано:

$$m = 1 \text{ кг};$$

$$\Delta t_1^{\circ} = 10^{\circ}\text{C};$$

$$Q_2 = 10 \text{ Дж};$$

$$c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^{\circ}\text{C}}.$$

Сравнить  $\Delta t_1^{\circ}$  и  $\Delta t_2^{\circ}$

Решение:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t; \Delta t^{\circ} = \frac{Q}{c \cdot m};$$

$$\Delta t_2^{\circ} = \frac{Q_2}{c \cdot m} = \frac{10 \text{ Дж}}{140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^{\circ}\text{C}} \cdot 1 \text{ кг}} \approx 0,1^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta t_2^{\circ} < \Delta t_1^{\circ}$$

Ответ: 1 кг свинца нагреется сильнее, когда его температуру повысят на  $10^{\circ}\text{C}$ .

#### Задание № 148

Дано:

$$m = 1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг};$$

$$\Delta t_1^{\circ} = 5^{\circ}\text{C};$$

$$Q_2 = 5 \text{ Дж};$$

$$c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^{\circ}\text{C}}$$

Сравнить  $\Delta t_1^{\circ}$  и  $\Delta t_2^{\circ}$

Решение:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t; \Delta t^{\circ} = \frac{Q}{c \cdot m};$$

$$\Delta t_2^{\circ} = \frac{Q_2}{c \cdot m} = \frac{5 \text{ Дж}}{140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^{\circ}\text{C}} \cdot 0,001 \text{ кг}} = 35,7^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_2^{\circ} > \Delta t_1^{\circ}$$

Ответ: 1 г свинца нагреется сильнее, если ему сообщить количество теплоты 5 Дж.

### Задание № 150

Дано:

$$t_1^\circ = 20^\circ\text{C};$$

$$t_2^\circ = 100^\circ\text{C};$$

$$c_1 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$$

$$c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$$

$$m_1 = 800 \text{ г} = 0,8 \text{ кг};$$

$$m_2 = 5 \text{ кг}.$$

$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2$ ;  $Q_1$  – количество теплоты, полученное кастрюлей  $Q_1 = c_1 m_1 (t_2^\circ - t_1^\circ) =$

$$= 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,8 \text{ кг} (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) =$$

$$= 58880 \text{ Дж} = 58,88 \text{ кДж}.$$

$Q_2$  – количество теплоты, полученное водой.  $Q_2 = c_2 m_2 (t_2^\circ - t_1^\circ) =$

$$= 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) =$$

$$= 1680000 \text{ Дж} = 1680 \text{ кДж}.$$

$$Q = 58,88 \text{ кДж} + 1680 \text{ кДж} = 1738,88 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $Q = 11738,88 \text{ кДж}.$

### Задание № 152

Дано:

$$m_1 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг};$$

$$t_1^\circ = 100^\circ\text{C};$$

$$m_2 = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг};$$

$$t_2^\circ = 22^\circ\text{C};$$

$$t_3^\circ = 25^\circ\text{C};$$

$$c_1 = ?$$

Решение:

$Q_{\text{пол}} = |Q_{\text{отд}}|$ , где  $Q_{\text{пол}}$  – количество теплоты, полученное водой.  $Q_{\text{отд}}$  – количество теплоты, отданное металлическим цилиндром.

$Q_{\text{пол}} = C_2 m_2 (t_3^\circ - t_2^\circ)$ , где  $c_2$  – удельная теплоемкость воды;

$c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$ ;  $m_2$  – масса воды;  $t_3^\circ$  – температура теплового равновесия воды и цилиндра.

$$Q_{\text{пол}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot (25^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C}) = 5040 \text{ Дж}.$$

$Q_{\text{отд}} = c_1 m_1 (t_3^\circ - t_1^\circ)$ , где  $c_1$  – удельная теплоемкость металла;  $m_2$  – масса воды;  $t_3^\circ$  – температура теплового равновесия;  $t_1^\circ$  – температура нагретого цилиндра.

$$c_1 = \left| \frac{Q_{\text{отд}}}{m_1 (t_3^\circ - t_1^\circ)} \right| = \left| \frac{Q_{\text{пол}}}{m_1 (t_3^\circ - t_1^\circ)} \right| =$$

$$= \left| \frac{5040 \text{ Дж}}{0,2 \text{ кг} (25^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})} \right| = 336 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}.$$

Ответ:  $c_1 = 336 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}.$

## Глава 5. Изменение агрегатных состояний вещества

### Задание № 153

В цинковом сосуде нельзя расплавить алюминий, так как температура плавления алюминия выше температуры плавления цинка. Значит при нагревании сначала расплавится сосуд из цинка.

### Задание № 154

В медном сосуде можно расплавить золото, так как температура плавления золота ниже температуры плавления меди.

### Задание № 155

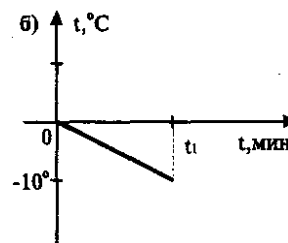
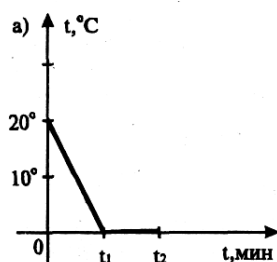
Лед не будет таять, так как температура  $0^{\circ}\text{C}$  – это температура и таяния льда, и замерзания воды. Но таяние льда будет продолжаться, если есть источник тепла. А в помещении такого источника нет.

### Задание № 156

Лед будет таять, если температура окружающего воздуха выше температуры воды и льда. При этом в систему «вода – лед» будет поступать теплота.

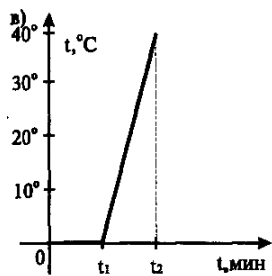
Если температура окружающей среды ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , то вода будет замерзать.

### Задание № 157

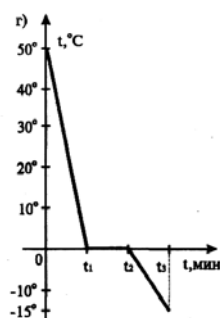


$0 - t_1$  – в течение этого времени вода охлаждается от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$ .  
 $0 - t_1$  – на этом интервале лед охлаждается от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ .

$t_1 - t_2$  – в течение этого времени вода превращается в лед – процесс кристаллизации.

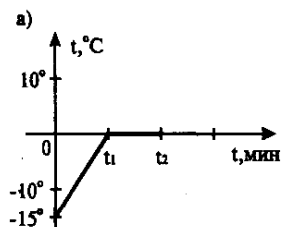


0 –  $t_1$  – таяние льда.  
 $t_1 - t_2$  – нагревание воды.

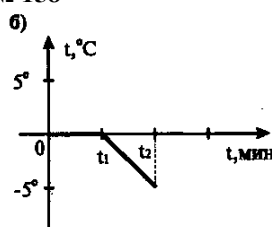


0 –  $t_1$  – охлаждение воды.  
 $t_1 - t_2$  – кристаллизация.  
 $t_2 - t_3$  – охлаждение льда.

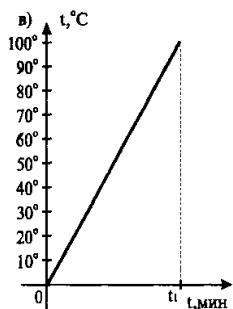
### Задание № 158



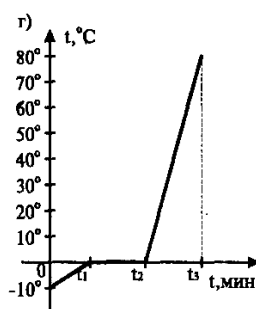
0 –  $t_1$  – нагревание льда  
от  $-15^\circ\text{C}$  до  $0^\circ\text{C}$ .  
 $t_1 - t_2$  – таяние льда.



0 –  $t_1$  – кристаллизация льда  
 $t_1 - t_2$  – охлаждение льда  
от  $0^\circ\text{C}$  до  $-5^\circ\text{C}$ .

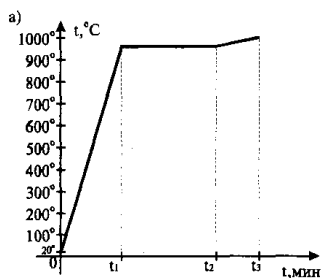


0 –  $t_1$  – нагревание воды  
от  $0^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ .

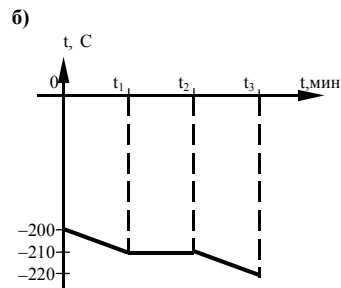


0 –  $t_1$  – нагревание льда  
от  $-10^\circ\text{C}$  до  $0^\circ\text{C}$   
 $t_1 - t_2$  – таяние льда  
 $t_2 - t_3$  – нагревание воды от  $0^\circ\text{C}$   
до  $80^\circ\text{C}$ .

### Задание № 159

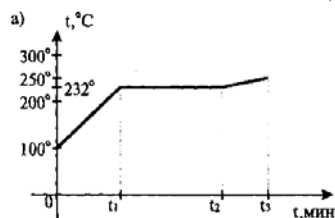


0 –  $t_1$  – нагревание серебра до  $t^\circ$  плавления;  $t_{\text{пл}} = 962^\circ\text{C}$   
 $t_1 - t_2$  – плавление серебра  
 $t_2 - t_3$  – нагревание расплавленного серебра.

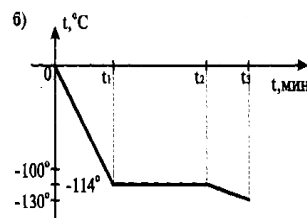


0 –  $t_1$  – охлаждение жидкого азота от  $-200^\circ\text{C}$  до  $-210^\circ\text{C}$ .  
 $t_1 - t_2$  – кристаллизация азота.  
 $t_2 - t_3$  – замерзание азота от  $-210^\circ\text{C}$  до  $-220^\circ\text{C}$ .

### Задание № 160



0 –  $t_1$  – охлаждение спирта до температуры плавления  $t_{\text{пл}} = -114^\circ\text{C}$ .  
 $t_1 - t_2$  – кристаллизация спирта при  $t^\circ = -114^\circ\text{C}$ .  
 $t_2 - t_3$  – охлаждение до  $-130^\circ\text{C}$ .



### Задание № 161

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг};$$

$$t^\circ = t^\circ_{\text{ПЛАВ}};$$

$$\lambda = 0,87 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = \lambda m = 0,87 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,1 \text{ кг} = 8,7 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 8,7 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $Q = 8,7 \text{ кДж}$ .

### Задание № 162

Дано:

$$m = 20 \text{ кг};$$

$$\lambda = 0,25 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = \lambda m = 0,25 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 20 \text{ кг} = 5 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 500 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $Q = 500 \text{ кДж}$ .

### Задание № 163

Дано:

$$\lambda = 1,1 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$$

$$m = 3 \text{ кг};$$

$$Q = ?$$

Решение:

При замерзании спирта тепло выделяется

$$Q = -\lambda m = -1,1 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 3 \text{ кг} =$$

$$= -3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж} = -330 \text{ кДж}$$

$$\text{Ответ: } Q = -330 \text{ кДж.}$$

### Задание № 164

Дано:

$$\lambda = 0,12 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$Q = ?$$

Решение:

При отвердевании ртути тепло выделяется

$$Q = -\lambda m = -0,12 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} = -24 \cdot 10^3 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = -24 \text{ кДж.}$$

### Задание № 165

а) Дано:

$$m = 2 \text{ кг};$$

$$t_1^\circ = 20^\circ \text{C};$$

$$t_2^\circ = 0^\circ \text{C};$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}};$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

$$Q = ?$$

Решение:

Чтобы из воды  $t_1^\circ = 20^\circ \text{C}$  образовался лед при  $t_1^\circ = 0^\circ \text{C}$ , необходимо охлаждение воды и замерзание воды. При охлаждении воды от  $t_1^\circ = 20^\circ \text{C}$  до  $t_2^\circ = 0^\circ \text{C}$  выделяется количество теплоты  $Q_1$ ;  $Q_1 = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$ ;

$$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}} \cdot 2 \text{ кг} (0^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}) =$$

$$= -168000 \text{ Дж} = -168 \text{ кДж.}$$

При замерзании воды выделяется количество теплоты  $Q_2$ .

$$Q_2 = -\lambda m = -3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} =$$

$$= -680000 \text{ Дж} = -680 \text{ кДж.}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = -168 \text{ кДж} - 680 \text{ кДж} =$$

$$= -848 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = -848 \text{ кДж.}$$

б) Дано:

$$m = 2 \text{ кг}; t_1^\circ = 0^\circ \text{C}$$

$$t_2^\circ = -10^\circ \text{C}$$

$$c = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$$

$$Q = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}} \cdot 2 \text{ кг} (-10^\circ \text{C} - 0^\circ \text{C}) =$$

$$= 42000 \text{ Дж} = -42 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = -42 \text{ кДж.}$$

в) Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1^\circ = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2^\circ = 40^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

---


$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2$ , где  $Q_1$  – количество теплоты, которое поглощается при таянии льда

$$Q_1 = \lambda \cdot m = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} = 6,8 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 680 \text{ кДж.}$$

$Q_2$  – количество теплоты, которое необходимо для нагревания воды от  $0^\circ\text{C}$  до  $40^\circ\text{C}$ :  $Q_2 = cm \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$

$$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} (40^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) =$$

$$= 336000 \text{ Дж} = 336 \text{ кДж}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 680 \text{ кДж} + 336 \text{ кДж} = 1016 \text{ кДж}$$

Ответ:  $Q = 1016 \text{ кДж.}$

г) Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1^\circ = 50^\circ\text{C}$$

$$t_2^\circ = 0^\circ\text{C}$$

$$t_3^\circ = -15^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$c_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

---


$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ ;  $Q$  – количество теплоты, которое выделяется при охлаждении воды от  $50^\circ\text{C}$  до температуры замерзания воды  $t_2^\circ = 0^\circ\text{C}$ .

$$Q_1 = cm \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$$

$$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (0^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}) =$$

$$= -420000 \text{ Дж} = -420 \text{ кДж}$$

$Q_2$  – количество теплоты, которое выделяется при замерзании воды.

$$Q_2 = -\lambda \cdot m = -3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} = -680000 \text{ Дж} = -680 \text{ кДж}$$

$Q_3$  – количество теплоты, которое выделялось при охлаждении льда от  $0^\circ\text{C}$  до  $-15^\circ\text{C}$ .  $Q_3 = c_2 m \cdot (t_3^\circ - t_2^\circ)$

$$Q_3 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (-15^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) =$$

$$= -63000 \text{ Дж} = -63 \text{ кДж}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 =$$

$$= -420 \text{ кДж} - 680 \text{ кДж} - 63 \text{ кДж} =$$

$$= -1163 \text{ кДж.}$$

Ответ:  $Q = -1163 \text{ кДж.}$

**Задание № 166**

а)

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$t_1 = -15^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 0^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

---


$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2$ .  $Q_1$  – количество теплоты, которое необходимо для нагревания льда от  $-15^\circ\text{C}$  до температуры плавления  $0^\circ\text{C}$ .

$$Q_1 = c_1 m (t_2 - t_1)$$

$$Q_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot (0^\circ\text{C} + 15^\circ\text{C}) =$$

$$= 157500 \text{ Дж} = 157,5 \text{ кДж}$$

$Q_2$  – количество теплоты, которое необходимо для таяния льда.

$$Q_2 = \lambda m = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 5 \text{ кг} = 1700 \text{ кДж.}$$

$$Q = 157,5 \text{ кДж} + 1700 \text{ кДж} = 1857,5 \text{ кДж}$$

Ответ:  $Q = 1857,5 \text{ кДж}$

б)

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t_2 = -5^\circ\text{C}$$

$$c = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

---


$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2$ .  $Q_1$  – количество теплоты, которое выделилось при замерзании воды

$$Q_1 = -\lambda m = -5 \text{ кг} \cdot 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} =$$

$$= -1700000 \text{ Дж} = -1700 \text{ кДж.}$$

$Q_2$  – количество теплоты, которое выделилось при охлаждении льда до температуры  $t_2 = -5^\circ$ ,  $Q_2 = cm(t_2 - t_1)$

$$Q_2 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot (-5^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) =$$

$$= -52500 \text{ Дж} = -52,5 \text{ кДж}$$

$$Q = -1700 \text{ кДж} - 52,5 \text{ кДж} = -1752,5 \text{ кДж.}$$

Ответ:  $Q = -1752,5 \text{ кДж.}$

в)

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

---


$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

$$Q = 5 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) =$$

$$= 2100000 \text{ Дж} = 2100 \text{ кДж}$$

Ответ:  $Q = 2100 \text{ кДж}$

г)

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$t_1^\circ = -10^\circ\text{C}$$

$$t_2^\circ = 0^\circ\text{C}$$

$$t_3^\circ = 80^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ ,  $Q_1$  – количество теплоты, которое необходимо для нагревания льда от  $-10^\circ\text{C}$  до  $0^\circ\text{C}$ .

$$Q_1 = c_1 m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ) =$$

$$= 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot (0^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})) =$$

$$= 105000 \text{ Дж} = 105 \text{ кДж}$$

$Q_2$  – количество теплоты, которое необходимо для плавления льда.

$$Q_2 = \lambda \cdot m = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 5 \text{ кг} = 1700000 \text{ Дж} =$$

$$= 1700 \text{ кДж.}$$

$Q_3$  – количество теплоты, необходимое для нагревания воды от  $0^\circ\text{C}$  до  $80^\circ\text{C}$ .

$$Q_3 = c_2 m \cdot (t_3^\circ - t_2^\circ) =$$

$$= 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot (80^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) =$$

$$= 1680000 \text{ Дж} = 1680 \text{ кДж}$$

$$Q = 105 \text{ кДж} + 1700 \text{ кДж} + 1680 \text{ кДж} =$$

$$= 3485 \text{ кДж}$$

$$\text{Ответ: } Q = 3485 \text{ кДж}$$

#### Задание № 167

Лужи высыхают быстрее в ветреную погоду, так как молекулы воды, покидающие жидкость, уносит ветром, и они не могут вернуться назад, т.е. процесс конденсации уменьшится. Испарение происходит быстрее. Также лужи высыхают быстрее в теплую погоду, так как молекулы жидкости при большой температуре движутся быстрее и, соответственно, большее их кол-во покидает жидкость.

#### Задание № 168

Жару легче переносить, включив вентилятор или обмахиваясь веером, потому что с поверхности разгоряченного тела испаряется влага. Тело покидают самые быстрые молекулы жидкости, которые обладают большей энергией.

При включенном вентиляторе эти молекулы уносит поток воздуха и они не могут вернуться. Внутренняя энергия тела уменьшается – возникает ощущение прохлады.

### Задание № 169

В воздухе с небольшой влажностью быстрее происходит процесс испарения влаги с поверхности тела. При этом молекулы, покидающие поверхность тела, уносят с собой часть энергии. В следствии этого внутренняя энергия тела уменьшается. Во влажном воздухе процесс испарения замедлен, так как концентрация молекул воды в окружающем воздухе достаточно большая и, соответственно, процесс конденсации идет интенсивнее, чем процесс испарения. Поэтому внутренняя энергия в этом случае слабо меняется и тело может перегреться.

### Задание № 170

Сосуд, обернутый мокрой тряпкой, теряет свою внутреннюю энергию за счет испарения влаги с поверхности тряпки. Процесс испарения ускоряется на ветру.

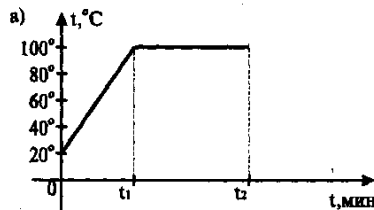
### Задание № 171

Если на руку подышать, то интенсивность испарения с поверхности кожи не увеличивается, а если дунуть, то интенсивность испарения с поверхности кожи увеличивается и тело теряет большее количество теплоты. Отсюда ощущение прохлады. Воздух, который мы выдыхаем, теплее, чем окружающий нас, потому, что температура человеческого тела выше температуры окружающего воздуха.

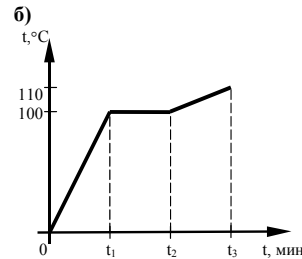
### Задание № 172

Рядом с фонтаном влажный воздух. Теплопроводность влаги выше теплопроводности воздуха. Поэтому тело быстрее теряет тепло.

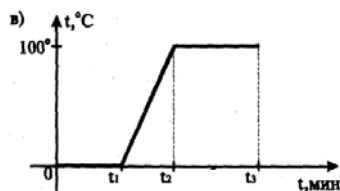
### Задание № 173



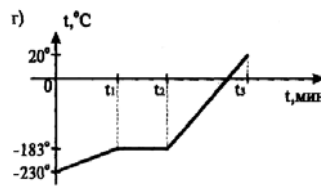
$0 - t_1$  – нагревание воды от  $20^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ .  
 $t_1 - t_2$  – испарение воды (кипение).



$0 - t_1$  – нагревание воды  
 $t_1 - t_2$  – кипение воды  
 $t_2 - t_3$  – нагревание пара

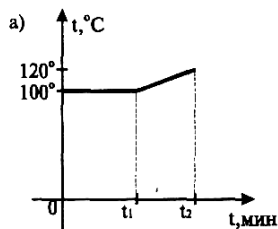


0 –  $t_1$  – таяние льда  
 $t_1 - t_2$  – нагревание воды до  $100^\circ\text{C}$ .  
 $t_2 - t_3$  – кипение воды

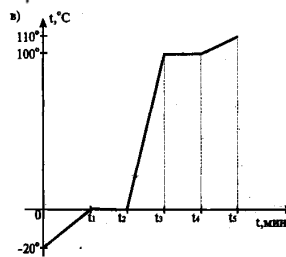
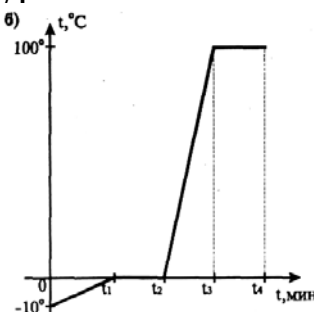


0 –  $t_1$  – нагревание жидкого кислорода;  
 $t_1 - t_2$  – кипение кислорода;  
 $t_2 - t_3$  – нагревание кислорода до  $20^\circ\text{C}$ .

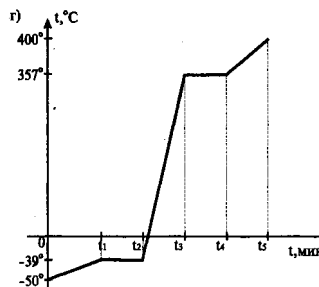
#### Задание № 174



0 –  $t_1$  – кипение воды  
 $t_1 - t_2$  – нагревание пара до  $120^\circ\text{C}$   
 0 –  $t_1$  – нагревание льда  
 $t_1 - t_2$  – таяние льда  
 $t_2 - t_3$  – нагревание воды  
 $t_3 - t_4$  – кипение воды



0 –  $t_1$  – нагревание льда;  $t_1 - t_2$  – таяние льда;  
 $t_2 - t_3$  – нагревание воды;  
 $t_3 - t_4$  – кипение воды;  
 $t_4 - t_5$  – нагревание пара.  
 0 –  $t_1$  – нагревание замерзшей ртути до температуры плавления  $t_{\text{ПЛАВ}} = -39^\circ$ .  
 $t_1 - t_2$  – плавление ртути.  
 $t_2 - t_3$  – нагревание ртути до температуры кипения  $t_{\text{КИП}} = 357^\circ\text{C}$ .  
 $t_3 - t_4$  – кипение ртути;  
 $t_4 - t_5$  – нагревание паров ртути.



### Задание № 175

|  |   |
|--|---|
| Дано:<br>$m = 2 \text{ кг};$<br>$t^\circ = t^\circ_{\text{кипения}};$<br>$r = 0,2 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$ | Решение:<br>$Q = r \cdot m = 0,2 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} = 400000 \text{ Дж} = 400 \text{ кДж}$ |
| $Q = ?$  | Ответ: $Q = 400 \text{ кДж}.$   |

### Задание № 176

|   |   |
|---|---|
| Дано:<br>$m = 4 \text{ кг};$<br>$r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$ | Решение:<br>$Q = r \cdot m = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 4 \text{ кг} = 9200000 \text{ Дж} = 9,2 \text{ МДж}.$ |
| $Q = ?$   | Ответ: $Q = 9,2 \text{ МДж}.$   |

### Задание № 177

|  |   |
|--|---|
| Дано:<br>$t_1^\circ = 0^\circ \text{C};$<br>$t_2^\circ = 100^\circ \text{C};$<br>$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$<br>$r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$<br>$m = 5 \text{ кг};$<br>$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}};$ | Решение:<br>$Q_1$ – количество теплоты, необходимое для таяния льда.<br>$Q_1 = \lambda \cdot m = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} \cdot 5 \text{ кг} = 1700 \text{ кДж}$<br>$Q_2$ – для нагревания воды до температуры кипения $t^\circ = 100^\circ \text{C}$ . $Q = cm \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$<br>$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot (100^\circ \text{C} - 0^\circ \text{C}) = 2100 \text{ кДж}$<br>$Q_3$ – количество теплоты, необходимое для полного испарения воды.<br>$Q_3 = r \cdot m = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 5 \text{ кг} = 11500 \text{ кДж}$<br>$Q = 1700 \text{ кДж} + 2100 \text{ кДж} + 11500 \text{ кДж} = 15300 \text{ кДж} = 15,3 \text{ МДж}$ |
| $Q = ?$  | Ответ: $Q = 15,3 \text{ МДж}$   |

### Задание № 178

|  |   |
|--|---|
| Дано:<br>$t_1^\circ = 20^\circ \text{C};$<br>$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}};$<br>$m = 2 \text{ кг};$<br>$t_2^\circ = 100^\circ \text{C};$<br>$r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$ | Решение:<br>$Q = Q_1 + Q_2;$<br>$Q_1 = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$<br>$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ \text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (100^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}) = 672 \text{ кДж}$<br>$Q_2 = r \cdot m = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг} = 4600 \text{ кДж}$<br>$Q = 672 \text{ кДж} + 4600 \text{ кДж} = 5272 \text{ кДж} = 5,272 \text{ МДж}$ |
| $Q = ?$  | Ответ: $Q = 5,272 \text{ МДж}.$   |

### Задание № 179

Дано:

$$t_1^\circ = 27^\circ\text{C};$$

$$t_2^\circ = 357^\circ\text{C};$$

$$r = 0,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг};$$

$$c = 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2$ ,  $Q_1$  – количество теплоты, необходимое для нагревания ртути до температуры кипения;  $Q_1 = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ) =$

$$= 140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot (357^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}) = 4620 \text{ Дж};$$

$Q_2$  – количество теплоты, необходимое для испарения ртути.

$$Q_2 = r \cdot m = 0,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 0,1 \text{ кг} = 30000 \text{ Дж}$$

$$Q = 4620 \text{ Дж} + 30000 \text{ Дж} = 34620 \text{ Дж}.$$

$$\text{Ответ: } Q = 34,62 \text{ кДж}$$

### Задание № 180

Дано:

$$m = 2 \text{ кг};$$

$$t_1^\circ = -10^\circ\text{C};$$

$$t_2^\circ = 0^\circ\text{C};$$

$$t_3^\circ = 100^\circ\text{C};$$

$$c_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}};$$

$$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг};$$

$$c_2 = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$ .  $Q_1$  – нагревание льда

$$Q_1 = c \cdot m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$$

$$Q_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot (0^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})) =$$

$$= 42000 \text{ Дж} = 4,2 \text{ кДж}; Q_2$$
 – таяние льда

$$Q_2 = \lambda \cdot m = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} = 680000 \text{ Дж} =$$

$$= 680 \text{ кДж}; Q_3$$
 – нагревание воды.

$$Q_3 = c_2 m \cdot (t_3^\circ - t_2^\circ); Q_3 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot$$

$$2 \text{ кг} \cdot (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 840000 \text{ Дж} = 840 \text{ кДж}$$

$Q_4$  – испарение воды.

$$Q_4 = r \cdot m = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 2 \text{ кг} = 4600 \text{ кДж}$$

$$Q = 4,2 \text{ кДж} + 680 \text{ кДж} + 840 \text{ кДж} +$$

$$+ 4600 \text{ кДж} = 6162 \text{ кДж}$$

$$\text{Ответ: } Q = 6162 \text{ кДж}$$

### Задание № 181

Дано:

$$t_1^\circ = 100^\circ\text{C};$$

$$t_2^\circ = 0^\circ\text{C}; m = 1 \text{ кг};$$

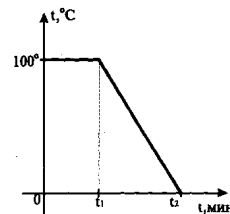
$$r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}};$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$0 - t_1$  – конденсация пара.



$$Q_1 = -r \cdot m - \text{тепло выделяется.}$$

$$Q_1 = -2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 1 \text{ кг} = -2300 \text{ кДж}$$

1)  $t_1^\circ - t_2^\circ$  – остывание воды до  $0^\circ\text{C}$ .

$$Q_2 = c m \cdot (t_2^\circ - t_1^\circ)$$

$$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot (0^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) =$$

$$= -420 \text{ кДж.}$$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q = -2300 \text{ кДж} - 420 \text{ кДж} = -2720 \text{ кДж}$$

$$\text{Ответ: } Q = -2720 \text{ кДж}$$

### Задание № 182

Дано:

$$t_1^\circ = 78^\circ\text{C}$$

$$t_2^\circ = 18^\circ\text{C}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$r = 0,9 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 2500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

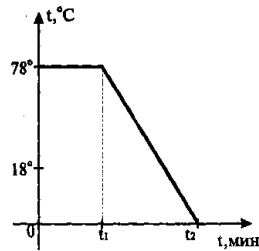
$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$Q_1$  – конденсация спирта.

$$Q_1 = -r \cdot m$$



$$Q_1 = -0,9 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 0,1 \text{ кг} = -90000 \text{ Дж} = -90 \text{ кДж}$$

$Q_2$  – охлаждение спирта.

$$Q_2 = 2500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot (18^\circ\text{C} - 78^\circ\text{C}) =$$

$$= -15000 \text{ Дж} = -15 \text{ кДж}$$

$$Q = Q_1 + Q_2. Q = -90 \text{ кДж} - 15 \text{ кДж} = -105 \text{ кДж}$$

$$\text{Ответ: } Q = -105 \text{ кДж}$$

### Задание № 183

Дано:

$$m = 20 \text{ кг}$$

$$q = 2,7 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = m \cdot q = 20 \text{ кг} \cdot 2,7 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 540 \text{ МДж}$$

$$\text{Ответ: } Q = 540 \text{ МДж}$$

### Задание № 184

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}; q = 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$Q = m \cdot q = 2 \text{ кг} \cdot 4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 92 \text{ МДж}$$

$$\text{Ответ: } Q = 92 \text{ МДж}$$

### Задание № 185

Дано:

$$Q = 42 \text{ МДж} =$$

$$= 42 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$q = 1,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$m = ?$$

Решение:

$$Q = m \cdot q; m = \frac{Q}{q} = \frac{42 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{1,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 3 \text{ кг.}$$

Ответ:  $m = 3 \text{ кг}$

### Задание № 186

Дано:

$$Q = 22 \text{ МДж} =$$

$$= 22 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$q = 44,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$m = ?$$

Решение:

$$Q = m \cdot q; m = \frac{Q}{q} = \frac{22 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{4,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 0,5 \text{ кг}$$

Ответ:  $m = 0,5 \text{ кг.}$

### Задание № 187

Дано:

$$Q = 1738,88 \text{ кДж}$$

$$q = 1,0 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$m = ?$$

Решение:

$Q$  – см. задачу № 150.  $Q = m \cdot q;$

$$m = \frac{Q}{q} = \frac{1738880 \text{ Дж}}{1,0 \times 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 0,17 \text{ кг.}$$

Ответ:  $m = 0,17 \text{ кг.}$

### Задание № 188

Дано:

$$q = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$m = ?$$

Решение:

$$Q = 7974000 \text{ Дж (см рис. 149)}$$

$$Q = m \cdot q; m = \frac{Q}{q} = \frac{7974000 \text{ Дж}}{44000000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = 0,18 \text{ кг}$$

Ответ:  $m = 0,18 \text{ кг}$

### Задание № 189

Дано:

$$A_{\text{п}} = 15 \text{ МДж} =$$

$$= 15 \cdot 10^6 \text{ Дж};$$

$$m = 1,2 \text{ кг};$$

$$q = 42 \text{ МДж/кг} =$$

$$42 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг};$$

$$\text{КПД} = ?$$

Решение:

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{затр}}} \cdot 100\%, Q = m \cdot q = 1,2 \text{ кг} \cdot$$

$$= 4,2 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} = 50,4 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

$$\text{КПД} = \frac{15 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{50,4 \cdot 10^6 \text{ Дж}} 100\% \approx 30\%$$

Ответ:  $\text{КПД} \approx 30\%$

### Задание № 190

Дано:

$$m = 2 \text{ кг};$$

$$A_{\text{п}} = 23 \text{ МДж} = 23 \cdot 10^6 \text{ Дж};$$

$$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

Решение:

$$\text{КПД} = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{зат}}} \cdot 100\%, \quad Q = m \cdot q$$

$$A_{\text{зат}} = Q = 2 \text{ кг} \cdot 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг} = 9,2 \cdot 10^7 \text{ Дж}$$

$$\text{КПД} = \frac{23 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{92 \cdot 10^7 \text{ Дж}} \cdot 100\% \approx 25\%$$

КПД = ?

Ответ: КПД  $\approx 25\%$

## Лабораторные работы

### Лабораторная работа № 1.

#### Измерение ускорения тела при равноускоренном движении

**Цель работы:** определить ускорение шарика, скатывающегося по наклонному желобу.

В данном эксперименте шарик из состояния покоя начинает равноускоренно скатываться по наклонному желобу, то есть так, что его скорость будет возрастать в единицу времени на одну и ту же величину, называемую ускорением. Таким образом ускорение характеризует быстроту изменения скорости.

Если шарик к концу своего движения приобрел скорость  $v$ , то ускорение определяется как отношение приобретенной скорости к времени движения:  $a = \frac{v}{t}$ . В этой работе для определения ускоре-

ния мы воспользуемся следующей формулой:  $a = \frac{2S}{t^2}$ .

Таким образом нам достаточно измерить путь  $S$ , пройденный шариком, и время его движения.

#### Пример выполнения работы:

| $N$ | $t$ , с | $S$ , м |
|-----|---------|---------|
| 2   | 1       | 1,6     |

#### Вычисления:

Время движения шарика:  $t = 0,5 \cdot n = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ с}$

$$\text{Ускорение шарика: } a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 1,6 \text{ м}}{(1 \text{ с})^2} = 3,2 \text{ м/с}^2.$$

**Вывод:** В ходе проделанного эксперимента было вычислено ускорение шарика, скатывающегося по наклонному желобу.

Оно равно:  $3,2 \text{ м/с}^2$ .

## **Лабораторная работа № 2.**

### **Изучение движения конического маятника**

**Цель работы:** Изучить равномерное движение по окружности и определить его основные характеристики: частоту, период, скорость и центростремительное ускорение.

Мы знаем из учебника (стр. 15-16), что при равномерном движении по окружности скорость частицы не меняется по величине. На самом же деле с физической точки зрения это движение ускоренное, так как направление скорости непрерывно меняется во времени. При этом скорость в каждой точке практически направлена по касательной (рис. 9 в учебнике на стр. 16). В этом случае ускорение характеризует быстроту изменения направления скорости. Оно все время направлено к центру окружности, по которой движется частица. По этой причине его принято называть центростремительным ускорением. Это ускорение можно вычислить по формуле:  $a = \frac{v^2}{r}$

Быстроту движения тела по окружности характеризуют числом полных оборотов, совершаемых в единицу времени. Это число называется частотой вращения. Если тело делает  $\nu$  оборотов в секунду, то время, за которое совершается один оборот, равно  $\frac{1}{\nu}$  секунд. Это время называется периодом вращения  $T = \frac{1}{\nu}$ .

Чтобы вычислить скорость движения тела по окружности, надо путь, проходимый телом за один оборот, (он равен длине окружности) поделить на период:  $v = \frac{l_{\text{окр}}}{T} = \frac{2\pi r}{T}$  в этой работе мы будем наблюдать за движением шарика, подвешенного на ните и движущегося по окружности.

#### ***Пример выполнения работы:***

| $r, \text{ м}$ | $n$ | $t, \text{ с}$ |
|----------------|-----|----------------|
| 0,08           | 40  | 32             |

#### **Вычисления:**

Период:  $T = \frac{t}{n}$ ;  $T = \frac{32 \text{ с}}{40} = 0,8 \text{ с}$ . Частота:  $\nu = \frac{n}{t}$ ;  $\nu = \frac{40}{32 \text{ с}} = 1,25 \text{ Гц}$

Скорость:  $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$ ;  $v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,08 \text{ м}}{0,8 \text{ с}} \approx 0,63 \text{ м/с}$

Ускорение:  $a = \frac{v^2}{r}$ ;  $a = \frac{(0,63 \text{ м/с})^2}{0,08 \text{ м}} \approx 5 \text{ м/с}^2$

**Вывод:** В ходе проделанного эксперимента были определены:

- 1) Период  $T = 0,8$  с;
- 2) Частота  $\nu = 1,25$  Гц;
- 3) Скорость при равномерном движении по окружности  $\nu = 0,63$  м/с
- 4) Центробежное ускорение  $a = 5$  м/с<sup>2</sup>.

### **Лабораторная работа № 3.**

#### **Измерение силы трения скольжения**

**Цель работы:** Используя второй закон Ньютона, измерить силу трения скольжения и затем определить коэффициент трения.

При движении одного тела по поверхности другого возникает сопротивление движению. Это объясняется тем, что со стороны поверхности второго тела на первое действует сила трения скольжения, которая и препятствует движению. Сила трения скольжения направлена вдоль поверхности соприкасающихся тел в противоположную сторону направлению скорости. В этой работе мы воспользуемся тем, что при равномерном движении тела ( $a = 0$ ) сила упругости динамометра будет уравновешена силой трения скольжения. Действительно из записи второго закона Ньютона  $F_{упр} - F_{тр} = 0$  ( $a = 0$ ) следует, что  $F_{упр} = F_{тр}$ . Таким образом, если мы будем равномерно тянуть динамометр, прикрепленный к нему, то величина силы трения скольжения будет равна силе упругости динамометра (т.е. его показанию).

Экспериментальным путем установлено, что между силой трения скольжения и силой реакции опоры  $N$  (или равной ей весу тела  $P$ ) существует прямо пропорциональная зависимость:

$$F_{тр} = \mu N = \mu P,$$

где  $\mu$  – коэффициент пропорциональности (называется коэффициентом трения). Он характеризует обе трущиеся поверхности и зависит от их природы и качества обработки.

#### **Пример выполнения работы:**

| количество грузов на бруске | $P$ , Н | $F_{тр}$ , Н |
|-----------------------------|---------|--------------|
| 1                           | 2       | 0,8          |
| 2                           | 3       | 1,2          |
| 3                           | 4       | 1,5          |

#### **Вычисления:**

$$\text{Коэффициент трения в 1-ом опыте: } \mu = \frac{F_{тр}}{P} = \frac{0,8\text{Н}}{2\text{Н}} = 0,4$$

$$\text{Коэффициент трения во 2-ом опыте: } \mu = \frac{F_{тр}}{P} = \frac{1,2\text{Н}}{3\text{Н}} = 0,4$$

$$\text{Коэффициент трения в 3-ем опыте: } \mu = \frac{F_{тр}}{P} = \frac{1,5\text{Н}}{4\text{Н}} \approx 0,38$$

**Вывод:** Вычислили коэффициент трения в трех опытах и убедились, что он от веса тела не зависит.

### **Лабораторная работа № 4.**

#### **Изучение колебаний нитяного маятника**

**Цель работы:** Изучить колебательное движение нитяного маятника и определить его период и частоту, выяснить как эти характеристики зависят от длины маятника.

В повседневной жизни мы достаточно часто наблюдаем колебательные процессы. Это смена дня и ночи, вращение Луны вокруг Земли, вибрация струн у музыкальных инструментов, колебания маятника часов и т.д. В колебательном движении изменение какой-либо величины (например, скорости или смещения тела от положения равновесия) повторяется в точности через совершенно определенное время – период.

Рассмотрим колебания нитяного маятника, т.е. небольшого тела (например, шарика), подвешенного на ните, длина которой значительно превышает размеры самого тела. Если шарик отклонить от положения равновесия и отпустить, то он начнет колебаться. Сначала маятник движется с нарастающей скоростью вниз. В положении равновесия скорость шарика не равна нулю, и он по инерции движется вверх. По достижении наивысшего положения шарик снова начинает двигаться вверх.

Колебательное движение характеризуют амплитудой, периодом и частотой колебаний.

Период – это время, за которое тело совершает одно колебание.

Частота – это число колебаний, совершаемых за единицу времени.

#### ***Пример выполнения работы:***

| № | $l$ , м | $t$ , с | $n$ | $T$ , с | $\nu$ , Гц |
|---|---------|---------|-----|---------|------------|
| 1 | 0,8     | 52      | 30  | 1,73    | 0,58       |
| 2 | 0,2     | 25      | 30  | 0,83    | 1,2        |

#### **Вычисления:**

Период и частота в 1-ом опыте:

$$T = \frac{t}{n}; T = \frac{52\text{с}}{30} = 1,73 \text{ с}; \nu = \frac{n}{t}; \nu = \frac{30}{52\text{с}} = 0,58 \text{ с}$$

Период и частота во 2-ом опыте:

$$T = \frac{t}{n}; T = \frac{25\text{с}}{30} = 0,83 \text{ с}; \nu = \frac{n}{t}; \nu = \frac{30}{25\text{с}} = 1,2 \text{ Гц}$$

**Вывод:** В ходе проделанного эксперимента выявили зависимость между периодом и длиной нити. При уменьшении длины нити в 4 раза, период, определенный опытным путем, уменьшается примерно в 2 раза. Таким образом  $T \sim \sqrt{l}$ . С зависимостью частоты от длины нити

нити дело обстоит наоборот. Если в опыте длину нити уменьшить в 4 раза, то частота увеличивается примерно в 2 раза, т.е.  $\nu \sim \frac{1}{\sqrt{\ell}}$ .

### **Лабораторная работа № 5.**

#### **Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры**

**Цель работы:** Определить количество теплоты, отданное горячей водой и полученное холодной при теплообмене. Сравнить результаты.

Мы знаем, что внутреннюю энергию тела можно изменить не только за счет работы, но и за счет нагревания тела. При этом процесс передачи энергии от одного тела к другому без совершения работы называют теплообменом. Изменение внутренней энергии при теплообмене называют полученной или отданной теплотой. Мы знаем также, что количество теплоты, необходимое для нагревания тела (или выделяемое им при охлаждении), зависит от рода вещества, из которого оно состоит, от массы этого тела и от изменения его температуры:

$$Q = cm (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})$$

Измерить количество переданной теплоты можно в калориметрах. Это устройство мы будем использовать в этой работе.

Калориметр состоит из двух сосудов: внутреннего и внешнего. Внешний сосуд должен предохранять внутренний от потери тепла за счет теплообмена с окружающей средой. Сверху оба сосуда закрываются крышкой с установленным на ней термометром.

Если в калориметр налить воды массой  $m_1$  при температуре  $t_1$ , а затем еще добавить воды массой  $m_2$  при температуре  $t_2$ , то в сосуде начнется теплообмен, а спустя некоторое время установится состояние теплового равновесия. При этом обе части воды будут иметь одну и ту же температуру  $t$ , и количество теплоты, отданное горячей водой, равно количеству теплоты, полученной холодной водой. Последнее утверждение составляет смысл уравнения теплового баланса:

$$Q_1 = Q_2$$

$$cm (t_1 - t) = -cm(t_2 - t)$$

#### **Пример выполнения работы:**

| $m$ , кг | $t_1$ , °C | $t_2$ , °C | $t$ , °C |
|----------|------------|------------|----------|
| 0,1      | 18         | 72         | 44       |

#### **Вычисления:**

$$Q = cm (t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}})$$

Количество теплоты, отданное горячей водой:

$$Q_2 = cm(t_2 - t); Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} (72^\circ\text{C} - 44^\circ\text{C}) = 11760 \text{ Дж}$$

Количество теплоты, полученное холодной водой:

$$Q_1 = cm(t_1 - t); Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot (18^\circ\text{C} - 44^\circ\text{C}) = -10080 \text{ Дж}$$

Мы видим,  $Q_2 \approx |Q_1|$

**Вывод:** Количество теплоты, полученное холодной водой, приблизительно равно количеству теплоты, отданному горячей водой.

Точность приближения зависит от потерь теплоты в окружающую среду.

### **Лабораторная работа № 6.**

#### **Наблюдение за охлаждением воды при ее испарении и определение влажности воздуха**

**Цель работы:** Убедиться на опыте, что при испарении вода охлаждается, и определить влажность воздуха.

Мы знаем, что процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное, происходящий на поверхности жидкости, называется испарением.

Молекулы в жидкости связаны силами притяжения. Но наиболее быстрым молекулам, находящимся, вблизи поверхности жидкости, удается преодолеть эти силы притяжения и покинуть жидкость.

При этом улетевшие молекулы уносят с собой часть энергии системы. В следствии этого внутренняя энергия жидкости уменьшается, и следовательно, уменьшается ее температура. Таким образом жидкость при испарении охлаждается.

Поскольку в природе постоянно происходит испарение с поверхности озер, рек, океанов, то в атмосфере присутствует водяной пар. Степень содержания водяного пара характеризуется влажностью.

#### ***Пример выполнения работы:***

| $t_1, ^\circ\text{C}$ | $t_2, ^\circ\text{C}$ | $t_1 - t_2, ^\circ\text{C}$ |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 22                    | 17                    | 5                           |

$$t_1 - t_2 = 22^\circ\text{C} - 17^\circ\text{C} = 5^\circ\text{C}$$

Влажность воздуха, определенная при помощи психометрической таблицы:  $\varphi = 61\%$ .

**Вывод:** В ходе выполненной работы убедимся, что при испарении воды она охлаждается. При помощи психометрической таблицы определим влажность воздуха:  $\varphi = 61\%$ .