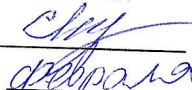


Утверждаю:  
Председатель методической  
комиссии по профилю «Техника  
и технологии»

 С.В. Мухин  
«15» февраля 2022 г.

**ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)  
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»  
ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»  
2021-2022 УЧ. ГОД  
Заключительный этап  
9-10 классы**

**Вариант 1**

**Задание 1.**

Камень падает без начальной скорости с железнодорожного моста. За последнюю секунду движения камень проходит третью часть всего пути (т.е.  $1/3 h$ ). Найти высоту моста  $h$ . Считать, что ускорение свободного падения равно  $g=10 \text{ м/с}^2$  и сопротивление воздуха не учитывать. Ответ выразить в метрах и округлить до целого числа (промежуточные вычисления производить с точностью до 5 значащих цифр).

**Задание 2.**

Два одинаковых маленьких шарика массой по 1 г подвешены в одной точке на невесомых нитях длиной 1 м. Один из шариков заряжают и дают ему возможность соприкоснуться с другим, после чего шарики начинают отталкиваться, причём угол между нитями в итоге становится равен 60 градусов. Какой заряд был сообщён первому шарiku? Ответ выразить микрокулонах и округлить до целого числа (промежуточные вычисления производить с точностью до 5 значащих цифр). Считать, что ускорение свободного падения равно  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

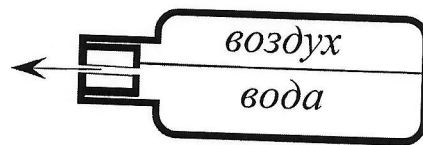
**Задание 3.**

Дифракционная решетка содержит 15000 штрихов. Найти ширину дифракционной решетки, если известно, что дифракционный максимум

второго порядка для света с длиной волны 640 нм наблюдается под углом 30 градусов. Свет падает на решётку нормально. Ответ выразить в сантиметрах и округлить до целого числа.

#### Задание 4.

Температура в лаборатории 24 градуса Цельсия. В теплоизолирующую колбу налили чуть больше половины объёма воды (при решении считать, что ровно половина) при температуре 80 градусов Цельсия. Затем колбу заткнули пробкой с дырочкой посередине (уровень воды в колбе чуть выше дырочки), встряхнули и положили горизонтально. Найти скорость струи воды, вытекающей из бутылки. Ответ выразить в м/с и округлить до целого числа. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ , атмосферное давление в лаборатории 100000 Па. Считать, что после закрывания пробкой и встряхивания воздух в колбе нагрелся до 80 градусов Цельсия.

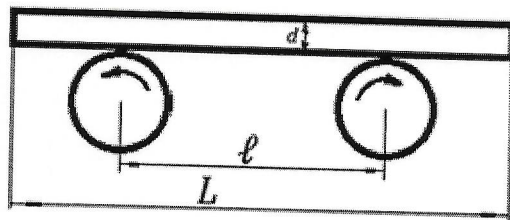


#### Задание 5.

Сильно охлаждённый газ, помещён в резервуар, в котором давление в нижней части оказалось в 5 раз больше давления в верхней части. Резервуар был перемещён на Луну, на которой сила тяжести в 6 раз меньше исходной. Во сколько раз изменилась абсолютная температура в резервуаре, если после перемещения давление в верхней части стало всего на 5% меньше давления в нижней части. Ответ округлить до целого числа.

#### Задание 6.


Однородная тонкая доска длины  $L=1,01 \text{ м}$  горизонтально кладётся на две одинаковые цилиндрические опоры, вращающиеся противоположно друг другу



с одинаковой, достаточно большой угловой скоростью  $\omega$ . Найти среднее время, за которое доска потеряет контакт с одной из опор, если расстояние между опорами  $l=41 \text{ см}$ , а коэффициент трения  $\mu=0,18$ . Известно, что центр тяжести доски при положении на опоры отклоняется от центра системы не

более чем на  $\delta = 1$  мм, и все промежуточные положения равновероятны. Считать, что ускорение силы тяжести  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Результат выразить в секундах и округлить до целого числа.

Утверждаю:  
Председатель методической  
комиссии по профилю «Техника  
и технологии»

 С.В. Мухин  
«15» февраля 2022 г.

**ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)  
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»  
ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»  
2021-2022 УЧ. ГОД**

**Заключительный этап  
9-10 классы**

**Вариант 2**

**Задание 1.**

Камень падает без начальной скорости с железнодорожного моста. За последнюю секунду движения камень проходит две трети всего пути (т.е.  $2/3 h$ ). Найти высоту моста  $h$ . Считать, что ускорение свободного падения равно  $g=10 \text{ м/с}^2$  и сопротивление воздуха не учитывать. Ответ выразить в метрах и округлить до целого числа (промежуточные вычисления производить с точностью до 5 значащих цифр).

**Задание 2.**

Два одинаковых маленьких шарика массой по 1 г подвешены в одной точке на невесомых нитях длиной 2 м. Один из шариков заряжают и дают ему возможность соприкоснуться с другим, после чего шарики начинают отталкиваться, причём угол между нитями в итоге становится равен 60 градусов. Какой заряд был сообщён первому шарiku? Ответ выразить микрокулонах и округлить до целого числа (промежуточные вычисления производить с точностью до 5 значащих цифр). Считать, что ускорение свободного падения равно  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

**Задание 3.**

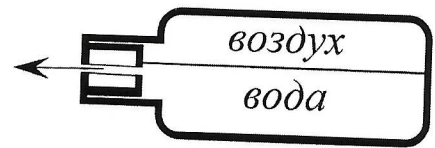
Дифракционная решетка содержит 10000 штрихов. Найти ширину дифракционной решетки, если известно, что дифракционный максимум



второго порядка для света с длиной волны 555 нм наблюдается под углом 30 градусов. Свет падает на решётку нормально. Ответ выразить в сантиметрах и округлить до целого числа.

#### Задание 4.

Температура в лаборатории 24 градуса Цельсия. В теплоизолирующую колбу налили чуть больше половины объёма воды (при решении считать, что ровно половина) при температуре 60 градусов Цельсия. Затем колбу заткнули пробкой с дырочкой посередине (уровень воды в колбе чуть выше дырочки), встряхнули и положили горизонтально. Найти скорость струи воды, вытекающей из бутылки. Ответ выразить в м/с и округлить до целого числа. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ , атмосферное давление в лаборатории 100000 Па. Считать, что после закрывания пробкой и встряхивания воздух в колбе нагрелся до 60 градусов Цельсия.

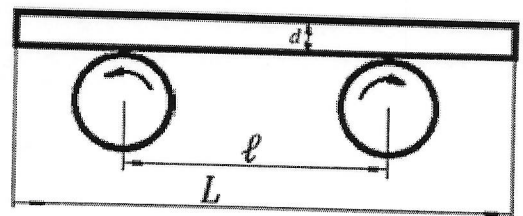


#### Задание 5.

Сильно охлаждённый газ, помещён в резервуар, в котором давление в нижней части оказалось в 5 раз больше давления в верхней части. Резервуар был перемещён на Луну, на которой сила тяжести в 6,1 раз меньше исходной. Во сколько раз изменилась абсолютная температура в резервуаре, если после перемещения давление в верхней части стало всего на 5% меньше давления в нижней части. Ответ округлить до целого числа.

#### Задание 6.

Однородная тонкая доска длины  $L=1 \text{ м}$  горизонтально кладётся на две одинаковые цилиндрические опоры, вращающиеся противоположно друг другу с одинаковой,




достаточно большой угловой скоростью  $\omega$ . Найти среднее время, за которое доска потеряет контакт с одной из опор, если расстояние между опорами  $l=40 \text{ см}$ , а коэффициент трения  $\mu=0,18$ . Известно, что центр тяжести доски при положении на опоры отклоняется от центра системы не более чем на  $\delta =$

1 мм, и все промежуточные положения равновероятны. Считать, что ускорение силы тяжести  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Результат выразить в секундах и округлить до целого числа.

Утверждаю:

Председатель методической  
комиссии по профилю «Техника  
и технологии»

 С.В. Мухин  
«15» февраля 2022 г.

**ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)**  
**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА**  
**ШКОЛЬНИКОВ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»**  
**ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»**  
**2021-2022 УЧ. ГОД**  
**Краткие решения к задачам очного тура**  
**9-10 классы**

**Вариант 2**

**Задание 1.**

Дано:

$$V_0 = 0$$

$$S_1 = \frac{1}{3}h$$

$$S_2 = \frac{2}{3}h$$

$$t_2 = 1\text{с}$$

$$g = 10\text{ м/с}^2$$

Найти:

$h - ?$

СИ

—

—

—

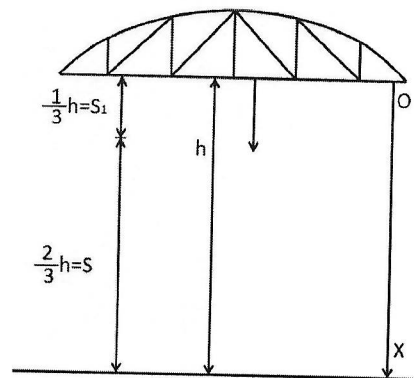
—

—

Решение:

$$\frac{1}{3}h = S_1$$

$$\frac{2}{3}h = S_2$$



$$x = x_0 + V_{0x} \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{g \cdot (t_1 + t_2)^2}{2}$$

$$S_1 = \frac{g \cdot t_1^2}{2} = \frac{1}{3}h$$

$$S_2 = V_{20x} \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2} = \frac{2}{3}h$$

$$V_{20x} = g \cdot t_1 \rightarrow S_2 = g \cdot t_1 \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2} = \frac{2}{3}h$$

$$\text{т.е. } S_2 = 2 \cdot S_1 \rightarrow 2 \cdot \frac{g \cdot t_1^2}{2} = g \cdot t_1 \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2}$$

$$t_1^2 = t_1 \cdot t_2 + \frac{t_2^2}{2} \rightarrow 2 \cdot t_1^2 = 2 \cdot t_1 \cdot t_2 + t_2^2;$$

$$2 \cdot t_1^2 = 2 \cdot t_1 \cdot 1 + 1^2;$$

$$2t_1^2 = 2t_1 + 1;$$

$$2t_1^2 - 2t_1 - 1 = 0 \rightarrow t_{1(1,2)} = \frac{2 \pm \sqrt{2^2 - 4 \cdot 2 \cdot (-1)}}{2 \cdot 2} = \frac{2 \pm \sqrt{4 + 8}}{4} = \frac{2 \pm \sqrt{12}}{4} = \frac{2 \pm 3,464}{4}$$

$$t_{1(1)} = \frac{2-3,464}{4} = -\frac{1,464}{4} = -0,3660 \text{ (с)} \rightarrow \text{не подходит.}$$

$$t_{1(2)} = \frac{2 + 3,464}{4} = 1,366 \text{ (с)} \rightarrow t = t_1 + t_2 = 1,366 + 1 = 2,366 \text{ (с)}$$

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{10 \cdot 2,366^2}{2} = 5 \cdot 2,366^2 = 27,99 \text{ (м)} \approx 28 \text{ (м)}, \text{ т.е. } h = 28 \text{ (м)}.$$

Ответ: 28

### Задание 2.

Дано:

$$m_1 = m_2 = 1 \text{ г}$$

$$l = 2 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кн}^2}$$

Найти:

$q$  - ?

СИ

$$10^{-3} \text{ кг}$$

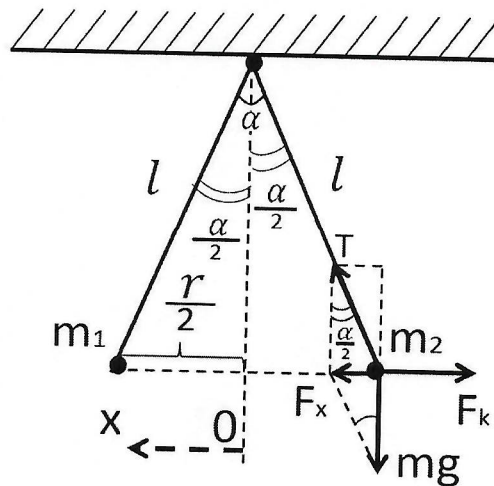
-

-

$$\frac{\pi}{3} \text{ рад}$$

-

Решение:



$r$  – расстояние между шариками.

$q_1 = q_2 = \frac{1}{2} q$ , так как шарики одинаковы.

$F_k$  – сила Кулона.

$T$  – сила натяжения нити.



$$F_x = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; F_k = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}; F_x = F_k$$

$$\frac{r}{2} = l \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \rightarrow r = 2 \cdot l \cdot \sin \frac{\alpha}{2}; \frac{\alpha}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$$

$$F_k = k \cdot \frac{\frac{1}{2}q \cdot \frac{1}{2}q}{(2 \cdot l \cdot \sin \frac{\alpha}{2})^2} = \frac{k \cdot q^2}{16 \cdot l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

$$F_x = F_k \rightarrow m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{k \cdot q^2}{16 \cdot l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

$$q^2 = \frac{m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot 16 \cdot l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{k}$$

$$q = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot 16 \cdot l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{k}}$$

$$q = \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot 10 \cdot 0,57735 \cdot 16 \cdot 2^2 \cdot 0,5^2}{9 \cdot 10^9}} \approx 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)} = 3,2 \text{ (мкКл)}, \text{ так как округлить}$$

нужно до целого числа мкКл, то  $q = 3 \text{ мкКл}$ .

Ответ: 3

### Задание 3.

Дано:	СИ	Решение:
$N = 10000 \text{ Г}$	—	Условие главных <i>max</i> дифракционной решётки: $d = \sin \alpha = m \cdot \lambda \rightarrow d = \frac{m \cdot \lambda}{\sin \alpha};$ $l = d \cdot N = \frac{m \cdot \lambda \cdot N}{\sin \alpha};$ т.е. $l = \frac{m \cdot \lambda \cdot N}{\sin \alpha}$ $l = \frac{2 \cdot 5,55 \cdot 10^{-7} \cdot 10000}{0,5} = 2,22 \cdot 10^{-2} \text{ (м)} = 2,22 \text{ (см)}$ Так как округлить нужно до целого числа сантиметров, то $l = 2 \text{ см}$
$m = 2 \text{ м}$	—	
$\lambda = 555 \text{ нм}$	$5,55 \cdot 10^{-7} \text{ м}$	
$\alpha = 30^\circ$	$\frac{\pi}{6} \text{ рад}$	
Найти:		
$l - ?$		

Ответ: 2

#### Задание 4.

Дано:	СИ	Решение:
$t_1 = 24^\circ$	297 К	Так как $\Delta\rho = \frac{\rho \cdot V^{-2}}{2}$ , то:
$t_2 = 60^\circ$	333 К	
$\rho_1 = 100000 \text{ Па}$	—	Уравнение Менделеева-Клапейрона:
$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	—	
Найти:		$V = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta\rho}{\rho}}$
$V - ?$		$\rho \cdot V = \frac{m}{M} RT$
		$\rho_1 \cdot V = \frac{m}{M} RT_1 \text{ и } \rho_2 \cdot V = \frac{m}{M} RT_2 \rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{T_2}{T_1} \rightarrow \rho_2 = \rho_1 \cdot \frac{T_2}{T_1};$
		$\rho_2 = 100000 \frac{333}{297} = 112121 \text{ (Па)}$
		$\Delta\rho = 112121 - 100000 = 12121 \text{ (Па)}$

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 12121}{1000}} = 4,92 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

Так как округлить нужно до целого числа, то  $V = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: 5

#### Задание 5.

Пусть  $T$  – это температура на Земле,  $T_1$  – температура на Луне,  $g$  – это ускорение свободного падения на Земле,  $g_1$  – ускорение свободного падения на Луне, 5% - это 0,05. Экспонента, описывающая барометрическую формулу, в показателе имеет  $-\frac{\mu g h}{2RT}$ . В начале эта величина была равна  $\ln\left(\frac{1}{5}\right)$ , потом  $\ln(0,95)$ .

Поэтому  $\frac{\frac{g}{T}}{\frac{g_1}{T_1}} = \frac{\ln\left(\frac{1}{5}\right)}{\ln(0,95)}$ ;

Откуда  $\frac{T_1}{T} = \frac{g_1}{g} \cdot \frac{\ln\left(\frac{1}{5}\right)}{\ln(0,95)}$ .

$$\frac{T_1}{T} = \left(\frac{1}{6,1}\right) \cdot \left(\frac{-1,6094}{-0,051293}\right) = \left(\frac{1}{6,1}\right) \cdot 31,377 = 5,1438$$

Т.к. окончательный результат необходимо округлить до целого числа, то

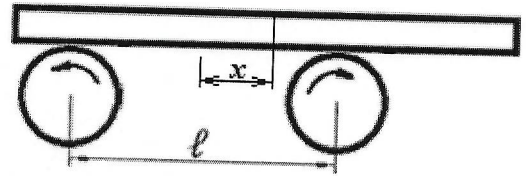
$$\frac{T_1}{T} = 5.$$

Ответ: 5

### Задание 6.

Рассмотрим динамику доски, у которой центр тяжести сдвинут на  $x$  относительно центра системы. Полная сила трения равна  $\mu mg$  при  $x = \frac{\ell}{2}$  и равна 0 при  $x = 0$ .

Следовательно, горизонтальная сила равна  $\frac{2\mu mgx}{\ell}$ .



Ускорение, с которым движется доска, равна  $a = \frac{2\mu gx}{\ell}$ .

Поскольку начальной скорости нет, то общее решение для движения описывается формулой  $x = x_0 ch(wt)$ ,

где  $w = \left(\frac{2\mu g}{\ell}\right)^{\frac{1}{2}}$ . Время движения до потери одной из опор равно  $\frac{1}{w} \ln\left(\frac{\ell}{x_0}\right)$ .


Среднее время движения описывается по формуле:

$\langle t \rangle = \left(\frac{1}{\delta w}\right) \int \ln\left(\frac{\ell}{x_0}\right) dx_0 = \left(\frac{1}{w}\right) \ln\left(\frac{\ell e}{\delta}\right)$ , где  $e = 2,7$  и  $w = 3$ . Подставив

исходные данные получим:  $\langle t \rangle = 1,1$  с. Т.к. округлить следует до целого числа, то  $\langle t \rangle = 1$  с.

Ответ: 1

Утверждаю:  
 Председатель методической  
 комиссии по профилю «Техника  
 и технологии»

 С.В. Мухин  
 «15» февраля 2022 г.

**ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)**  
**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА**  
**ШКОЛЬНИКОВ «ПАРУСА НАДЕЖДЫ»**  
**ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»**  
**2021-2022 УЧ. ГОД**  
**Краткие решения к задачам очного тура**  
**9-10 классы**

**Вариант 1**

**Задание 1.**

Дано:  
 $V_0 = 0$   
 $S_1 = \frac{2}{3}h$   
 $S_2 = \frac{1}{3}h$   
 $t_2 = 1 \text{ с}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

Найти:

$h - ?$

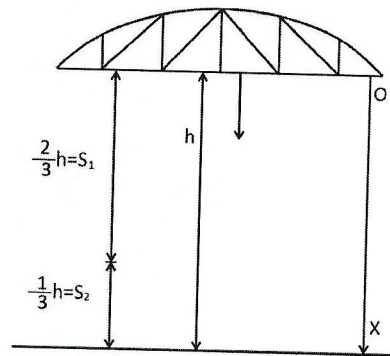
СИ

—  
—  
—  
—  
—  
—

Решение:

$$\frac{2}{3}h = S_1$$

$$\frac{1}{3}h = S_2$$



$$x = x_0 + V_{0x} \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{g \cdot (t_1 + t_2)^2}{2}$$

$$S_1 = \frac{g \cdot t_1^2}{2} = \frac{2}{3}h$$

$$S_2 = V_{20x} \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2} = \frac{1}{3}h$$

$$V_{20x} = g \cdot t_1 \rightarrow S_2 = g \cdot t_1 \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2} = \frac{1}{3}h$$

$$\text{т.е. } S_1 = 2 \cdot S_2 \rightarrow \frac{g \cdot t_1^2}{2} = 2 \cdot (g \cdot t_1 \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2})$$



$$\frac{g \cdot t_1^2}{2} = 2 \cdot g \cdot t_1 \cdot t_2 + g \cdot t_2^2 \rightarrow g \cdot t_1^2 = 4 \cdot g \cdot t_1 \cdot t_2 + 2 \cdot g \cdot t_2^2$$

$$t_1^2 = 4 \cdot t_1 \cdot t_2 + 2t_2^2 \rightarrow t_1^2 = 4 \cdot t_1 \cdot 1 + 2 \cdot 1^2;$$

$$t_1^2 = 4 \cdot t_1 + 2$$

$$t_1^2 - 4t_1 - 2 = 0 \rightarrow t_{1(1,2)} = \frac{4 \pm \sqrt{4^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-2)}}{2 \cdot 1} = \frac{4 \pm \sqrt{16 + 8}}{2} = \frac{4 \pm \sqrt{24}}{2} =$$

$$= \frac{4 \pm 4,899}{2}$$

$$t_{1(1)} = \frac{4 - 4,899}{2} = -\frac{0,899}{2} = -0,4495 \text{ (с)} \rightarrow \text{не подходит.}$$

$$t_{1(2)} = \frac{4 + 4,899}{2} = 4,4495 \text{ (с)} \rightarrow t = t_1 + t_2 = 5,4495 \text{ (с)}$$

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} = \frac{10 \cdot 5,4495^2}{2} = 5 \cdot 5,4495^2 = 148,49 \text{ (м)} \approx 148 \text{ (м)}, \text{ т.е. } h = 148 \text{ (м)}.$$

Ответ: 148

### Задание 2.

Дано:

$$m_1 = m_2 = 1 \text{ г}$$

$$l = 1 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кн}^2}$$

Найти:

$q$  - ?

СИ

Решение:

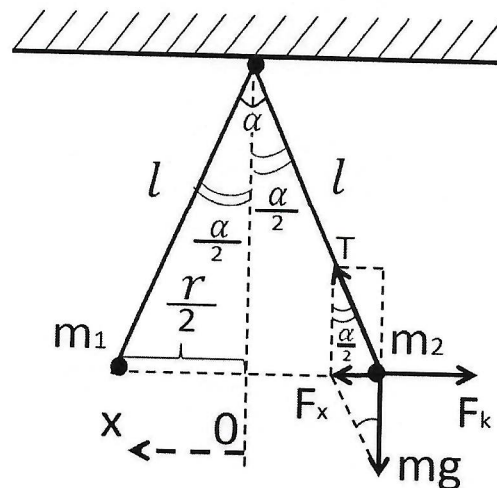
$$10^{-3} \text{ кг}$$

—

—

$$\frac{\pi}{3} \text{ рад}$$

—



$r$  – расстояние между шариками.

$q_1 = q_2 = \frac{1}{2} q$ , так как шарики одинаковы.

$F_k$  – сила Кулона.

$T$  – сила натяжения нити.

$$F_x = m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; F_k = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}; F_x = F_k$$

$$\frac{r}{2} = l \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \rightarrow r = 2 \cdot l \cdot \sin \frac{\alpha}{2}; \frac{\alpha}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$$

$$F_k = k \cdot \frac{\frac{1}{2}q \cdot \frac{1}{2}q}{(2 \cdot l \cdot \sin \frac{\alpha}{2})^2} = \frac{k \cdot q^2}{16 \cdot l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

$$F_x = F_k \rightarrow m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{k \cdot q^2}{16 \cdot l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}$$

$$q^2 = \frac{m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot 16 \cdot l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{k}$$

$$q = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot 16 \cdot l^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{k}}$$

$$q = \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot 10 \cdot 0,57735 \cdot 16 \cdot 1^2 \cdot 0,5^2}{9 \cdot 10^9}} \approx 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)} = 1,6 \text{ (мкКл)}, \text{ так как округлить нужно до целого числа мкКл, то } q = 2 \text{ мкКл.}$$

Ответ: 2

### Задание 3.

Дано:	СИ	Решение:
$N = 15000 \text{ Г}$	—	Условие главных <i>max</i> дифракционной решётки: $d = \sin \alpha = m \cdot \lambda \rightarrow d = \frac{m \cdot \lambda}{\sin \alpha};$ $l = d \cdot N = \frac{m \cdot \lambda \cdot N}{\sin \alpha};$ т.е. $l = \frac{m \cdot \lambda \cdot N}{\sin \alpha}$ $l = \frac{2 \cdot 6,4 \cdot 10^{-7} \cdot 15000}{0,5} = 3,84 \cdot 10^{-2} \text{ (м)} = 3,84 \text{ (см)}$ Так как округлить нужно до целого числа сантиметров, то $l = 4 \text{ см}$
$m = 2 \text{ м}$	—	
$\lambda = 640 \text{ нм}$	$6,4 \cdot 10^{-7} \text{ м}$	
$\alpha = 30^\circ$	$\frac{\pi}{6} \text{ рад}$	
Найти:		
$l - ?$		

Ответ: 4

#### Задание 4.

Дано:	СИ	Решение:
$t_1 = 24^\circ$	297 К	Так как $\Delta\rho = \frac{\rho \cdot V^{-2}}{2}$ , то:
$t_2 = 80^\circ$	353 К	
$\rho_1 = 100000 \text{ Па}$	—	Уравнение Менделеева-Клапейрона:
$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	—	
Найти:		$V = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$
$V - ?$		$\rho \cdot V = \frac{m}{M} RT$
		$\rho_1 \cdot V = \frac{m}{M} RT_1 \text{ и } \rho_2 \cdot V = \frac{m}{M} RT_2 \rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{T_2}{T_1} \rightarrow \rho_2 = \rho_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$
		$\rho_2 = 100000 \frac{353}{297} = 118860 \text{ (Па)}$
		$\Delta\rho = 118860 - 100000 = 18860 \text{ (Па)}$

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 18860}{1000}} = 6,14 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

Так как округлить нужно до целого числа, то  $V = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: 6

#### Задание 5.

Пусть  $T$  – это температура на Земле,  $T_1$  – температура на Луне,  $g$  – это ускорение свободного падения на Земле,  $g_1$  – ускорение свободного падения на Луне, 5% - это 0,05. Экспонента, описывающая барометрическую формулу, в показателе имеет  $-\frac{\mu g h}{2RT}$ . В начале эта величина была равна  $\ln\left(\frac{1}{5}\right)$ , потом  $\ln(0,95)$ .

Поэтому  $\frac{\frac{g}{T}}{\frac{g_1}{T_1}} = \frac{\ln\left(\frac{1}{5}\right)}{\ln(0,95)}$ ;

Откуда  $\frac{T_1}{T} = \frac{g_1}{g} \cdot \frac{\ln\left(\frac{1}{5}\right)}{\ln(0,95)}$ .

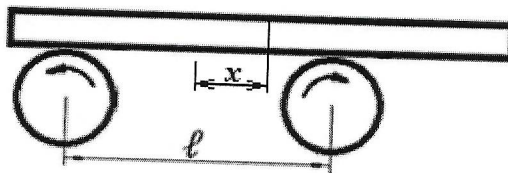
$$\frac{T_1}{T} = \left(\frac{1}{6}\right) \cdot \left(\frac{-1,6094}{-0,051293}\right) = \left(\frac{1}{6}\right) \cdot 31,377 = 5,2294$$

Т.к. окончательный результат необходимо округлить до целого числа, то  $\frac{T_1}{T} = 5$ .

Ответ: 5

### Задание 6.

Рассмотрим динамику доски, у которой центр тяжести сдвинут на  $x$  относительно центра системы. Полная сила трения равна  $\mu mg$  при  $x = \frac{\ell}{2}$  и равна 0 при  $x = 0$ .



Следовательно, горизонтальная сила равна  $\frac{2\mu mgx}{\ell}$ .

Ускорение, с которым движется доска, равна  $a = \frac{2\mu gx}{\ell}$ .

Поскольку начальной скорости нет, то общее решение для движения описывается формулой  $x = x_0 ch(wt)$ ,

где  $w = \left(\frac{2\mu g}{\ell}\right)^{\frac{1}{2}}$ . Время движения до потери одной из опор равно  $\frac{1}{w} \ln\left(\frac{\ell}{x_0}\right)$ .

Среднее время движения описывается по формуле:

$\langle t \rangle = \left(\frac{1}{\delta w}\right) \int \ln\left(\frac{\ell}{x_0}\right) dx_0 = \left(\frac{1}{w}\right) \ln\left(\frac{\ell e}{\delta}\right)$ , где  $e = 2,7$  и  $w = 3$ . Подставив исходные данные получим:  $\langle t \rangle = 1,1$  с. Т.к. округлить следует до целого числа, то  $\langle t \rangle = 1$  с.

Ответ: 1