

**Побег мартышки**

1) (10 баллов) Мальчик, пытаясь поймать мартышку, сбежавшую из клетки, прижал к стене портфель массой 2,5 кг, но не попал. С какой силой ему пришлось прижимать портфель к стене, если мартышка уселась на портфель сверху? Коэффициент трения портфеля о стену равен 0,3, масса мартышки 12,5 кг.

**Решение:**

Изобразим портфель с мартышкой как один объект на рисунке и запишем второй закон Ньютона для этой системы:

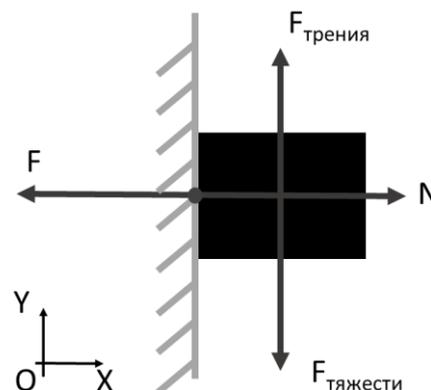
OX:  $F=N$

OY:  $F_{\text{трения}}= F_{\text{тяжести}}$

Где  $F_{\text{трения}}= \mu N$ , где  $\mu$  - коэффициент трения портфеля о стену,  $F$  – сила, с которой пришлось прижимать портфель к стене,  $N$  – сила реакции стены, как опоры.

$\mu N=mg$ , следовательно  $F_{\text{тяжести}}=\mu F$ ,  $F= F_{\text{тяжести}} / \mu = (2,5 \text{ кг} + 12,5 \text{ кг}) \times 10 \text{ м/с}^2 / 0,3=500 \text{ Н}$

**Ответ:** 500 Н.



2) (10 баллов) Мартышка прыгнула в стоящий на весах 20-ти литровый бак с какой-то жидкостью, и бак оказался доверху заполнен. При этом весы показали 20,225 кг. Определите плотность этой жидкости, считая плотность мартышки равной плотности чистой воды. Масса мартышки 12,5 кг, плотность чистой воды равна 1000 кг/м<sup>3</sup>. Можете предположить, что это была за жидкость?

**Решение:**

$V_{\text{мартышки}} = m_{\text{мартышки}} / \rho_{\text{мартышки}}=0,0125 \text{ м}^3$

$V_{\text{жидкости}}= V_{\text{бака}} - V_{\text{мартышки}} =20 \times 10^{-3} - 0,125 =0,0075 \text{ м}^3$

$\rho_{\text{жидкости}}= m_{\text{жидкости}} / V_{\text{жидкости}}= (m_{\text{бака}} - m_{\text{мартышки}}) / V_{\text{жидкости}} = (20,225 \text{ кг}-12,5 \text{ кг})/0,0075 \text{ м}^3= 1030 \text{ кг/ м}^3$

**Ответ:** плотность этой жидкости 1030 кг/ м<sup>3</sup>, это была морская вода.

3) (10 баллов) Мартышка выскочила из бака и схватила пружинку. Когда она растянула пружинку с силой 8 Н, длина пружинки составила 14 см. Второй раз она сжала её с силой 8 Н, длина пружинки стала 10 см. Определите длину пружинки, когда мартышка в третий раз растянет её с силой 4 Н.

**Решение:**

$F_1=k(x_0+x_1)$ , где индекс 1 соответствует первому эксперименту мартышки, где пружинку растягивали.

$F_2=k(x_0-x_2)$ , где индекс 2 соответствует второму эксперименту мартышки, где пружинку сжимали.

Решая систему, получаем  $x_0= 0,12 \text{ м}$  и  $k=4 \text{ Н/м}$ , значит увеличение длины пружинки в третьем эксперименте  $x_3=F_3/k=1 \text{ см}$  и искомая длина  $l= x_0+x_3=13 \text{ см} = 0,13 \text{ м}$ .

**Ответ:** длина пружинки составит 0,13 м.

4) (10 баллов) Мартышка прыгнула на окно, деревянная рама которого была забита гвоздём и не открывалась. Посчитайте, хватит ли у мартышки сил выдернуть гвоздь, имеющий площадь острия 0,1 мм<sup>2</sup> и забитый под давлением 10<sup>5</sup> кПа?

**Решение:**

$P=F/S$ , значит  $F=P \times S=10^5 \times 10^3 \text{ Па} \times 0,1 \times 10^{-6} \text{ м}^2=10 \text{ Н}$ , а это очень небольшая сила (её может создать груз массой 1 кг), поэтому мартышка сможет открыть окно.

**Ответ:** у мартышки хватит силы выдернуть гвоздь и эта сила должна быть больше или равна 10 Н.

Вариант 1

5) (10 баллов) Под окном проходит подвесная канатная дорога, по которой в горизонтальном направлении со скоростью 1,8 км/ч движется кабинка с пассажиром. В каком направлении и с какой скоростью сиганула мартышка из окна в кабинку канатной дороги, если кабинка остановилась. Масса кабинки с удивленным пассажиром равна 200 кг, масса мартышки 12,5 кг.

**Решение:**

В этой системе должен сохраняться импульс между моментами, когда мартышка прыгнула в кабинку и моментом, когда она остановилась, а для этого скорости мартышки и кабинки должны быть направлены в противоположные стороны  $m_{\text{кабинки}} \times V_{\text{кабинки}} - m_{\text{мартышки}} \times V_{\text{мартышки}} = 0$ , то есть  $V_{\text{мартышки}} = (m_{\text{кабинки}} \times V_{\text{кабинки}}) / m_{\text{мартышки}} = (0,5 \text{ м/с} \times 200 \text{ кг}) / 12,5 \text{ кг} = 8 \text{ м/с}$ .

**Ответ:** мартышка прыгнула в кабинку в горизонтальном направлении, в сторону, противоположную направлению движения кабинки со скоростью 8 м/с.

6) (10 баллов) Мартышка упала вниз прямо на спину лыжника. Он бежал на лыжах длиной 1,95 м и шириной 8 см. Масса лыжника равна 78 кг. Сможет ли лыжник дальше двигаться по весенней лыжне, выдерживающей давление менее 3 кПа? Посчитайте, на сколько возрастёт давление лыжника с мартышкой на спине? Масса мартышки 12,5 кг.

**Решение:**

Площадь лыж (потому что лыжник ездил на двух лыжах)  $S = 1,95 \text{ м} \times 0,08 \text{ м} \times 2 = 0,312 \text{ м}^2$

Давление, оказываемое лыжником на весеннюю лыжню  $P = F_{\text{тяжести}} / S = 2500 \text{ Па}$ .

Давление, оказываемое лыжником с мартышкой на весеннюю лыжню  $P = F_{\text{тяжести}} / S = (m_{\text{лыжника}} + m_{\text{мартышки}}) \times g / S = (78 + 12,5) \text{ кг} \times 10 \text{ м/с}^2 / 0,312 \text{ м}^2 = 2900 \text{ Па}$ , что меньше, чем  $3 \times 10^3 \text{ Па}$ , которые выдержит лыжня и  $\Delta P = 2900 \text{ Па} - 2500 \text{ Па} = 400 \text{ Па}$ .

**Ответ:** лыжник сможет двигаться дальше и его давление возрастет на 400 Па.

7) (10 баллов) Лыжник половину времени всего движения пробежал по обычной лыжне со скоростью 20 км/ч, половину оставшегося пути проехал со скоростью 15 км/ч, последний участок прошел со скоростью 6 км/ч с мартышкой на шее. Какова средняя скорость лыжника на всём пути?

**Решение:**

Средняя скорость, с которой лыжник двигался на участках пути, где его скорость равнялась  $v_2 = 15 \text{ км/ч}$  и  $v_3 = 6 \text{ км/ч}$ , равна  $v_{23} = \frac{S}{\frac{S}{2v_2} + \frac{S}{2v_3}} = \frac{2v_2v_3}{v_2 + v_3}$ .

Тогда средняя скорость на всем пути равна  $v_{\text{средняя}} = \frac{v_1}{2} + \frac{2v_2v_3}{v_2 + v_3} = 14,3 \text{ км/ч}$

**Ответ:**  $v_{\text{средняя}} = 14,3 \text{ км/ч}$ .

8) (10 баллов) Лыжник посадил уже известную нам мартышку на сани массой 400 кг. Сила трения составляет 0,03 веса саней. С какой силой придётся тащить сани по снегу?

**Решение:**

Чтобы тащить сани, нужно преодолеть силу трения  $F = F_{\text{трения}} = 0,03 \times P_{\text{объекта}} = 0,03 \times (m_{\text{саней}} + m_{\text{мартышки}}) \times g = 0,03 \times (400 \text{ кг} + 12,5 \text{ кг}) \times 10 \text{ м/с}^2 = 123,75 \text{ Н}$

**Ответ:** придётся прикладывать силу 123,75 Н.

9) (10 баллов) Лодка привязана к берегу реки верёвкой длиной 13 м. От берега дует ветер и сдувает лодку с силой 100 Н, река сносит лодку с силой 240 Н. На каком расстоянии от берега находится лодка?

**Решение:**

Сила ветра и сила течения образуют прямоугольный треугольник, по гипотенузе которого располагается лодка. Нам известна длина верёвки, которая натянута по гипотенузе.

Решим систему 
$$\begin{cases} x^2 + y^2 = 13^2 \\ \frac{240}{x} = \frac{100}{y} \end{cases},$$

## Вариант 1

где  $x$  - расстояние вдоль берега будет равно 12 м,  $y$  – расстояние от берега будет равно 5 м.

**Ответ:** лодка будет находиться в 5 м от берега.

**10)** (10 баллов) Мартышка схватила и бросила два болта, железный и алюминиевый, имеющие одинаковый объём. Масса железного оказалась на 12,75 г больше массы алюминиевого. Найдите массу каждого болта. Плотность железа равна  $7800 \text{ кг/м}^3$ , плотность алюминия  $2,7 \text{ г/см}^3$ .

**Решение:**

$V = \frac{m}{\rho}$  и  $V_{\text{железного болта}} = V_{\text{алюминиевого болта}}$ , тогда составим систему:

$$\begin{cases} m_{\text{железного болта}} = 0,01275 \text{ кг} + m_{\text{алюминиевого болта}} \\ \frac{m_{\text{железного болта}}}{\rho_{\text{железного болта}}} = \frac{m_{\text{алюминиевого болта}}}{\rho_{\text{алюминиевого болта}}} \end{cases},$$

Причем  $\rho_{\text{алюминиевого болта}} = 2,7 \times \frac{10^6}{1000} \text{ кг/м}^3$ .

**Ответ:**  $m_{\text{железного болта}} = 19,5 \text{ г}$ ,  $m_{\text{алюминиевого болта}} = 6,75 \text{ г}$ .

1) (9 баллов) Сколько бензина нужно сжечь, чтобы 1 л воды, взятой при температуре 20° С, довести до кипения и позволить ей наполовину испариться?

**Решение:**

$Q_1 = cm_{\text{воды}} \Delta t$  – теплота, которая нужна на нагрев воды (причем 1 кг воды равен 1 л воды),

$Q_2 = Lm_{\text{воды}}/2$  – теплота, которая нужна на превращение в пар половины этой воды

$Q_3 = qm_{\text{бензина}}$  – теплота, которая выделится при горении бензина.

Уравнение теплового баланса  $Q_1 + Q_2 = Q_3$

$m_{\text{бензина}} = (cm_{\text{воды}} \Delta t + Lm_{\text{воды}}/2) / q = (4200 \text{ Дж/кг} \times \text{°C} \times 1 \text{ кг} \times 80 \text{ °C} + 2,3 \times 10^6 \text{ Дж/кг} \times 1 \text{ кг} / 2) / 4,6 \times 10^7 \text{ Дж/кг} = 32,3 \text{ г.}$

**Ответ:** потребуется  $m_{\text{бензина}} = 32,3 \text{ г.}$

2) (9 баллов) Сколько кубометров берёзовых дров нужно сжечь в печке, имеющей КПД 40%, чтобы получить из 150 кг снега, взятого при температуре -10° С, воду при температуре 40° С?

**Решение:**

Теплоёмкость снега = теплоёмкости льда.

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \times 100\% = \frac{Q_{\text{нагрев снега}} + Q_{\text{плавление снега}} + Q_{\text{нагрев воды}}}{Q_{\text{сгорание дров}}} = \frac{c_{\text{снега}} \times m_{\text{снега}} \times \Delta T_{\text{снега}} + \lambda_{\text{снега}} \times m_{\text{снега}} + c_{\text{вода}} \times m_{\text{снега}} \times \Delta T_{\text{воды}}}{\rho \times V \times q}$$

Отсюда

$$V = \frac{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \times \text{°C}} \times 1 \text{ кг} \times 10 \text{ °C} + 330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \times 1 \text{ кг} + 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \times \text{°C}} \times 1 \text{ кг} \times 40 \text{ °C}}{450 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \times 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \times 0,4} = 43,26 \times 10^{-3} \text{ м}^3$$

**Ответ:**  $V = 43,26 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ .

3) (9 баллов) Рассчитайте, с какой высоты должна упасть капля воды, чтобы закипеть после удара? Начальная температура капли 20° С, сопротивлением среды и другими потерями энергии пренебречь.

**Решение:**

Согласно условию, для капли  $W_{\text{потенциальная}} = Q_{\text{нагрев до температуры кипения}}$ ,  $mgh = c_v m \Delta t$ , поэтому  $h = c_v \Delta t / g = 4200 \text{ Дж/кг} \times \text{°C} \times 80 \text{ °C} / 10 \text{ м/с}^2 = 33,6 \text{ км.}$

**Ответ:** капля должна упасть с 33,6 км.

4) (9 баллов) Одна из первых моделей гусеничных тракторов имела паровой двигатель и расходовала за 2 часа 10 кг топлива с удельной теплотой сгорания 30 МДж/кг. Чему равнялся КПД этой модели, если мощность этого трактора достигала 1,5 кВт.

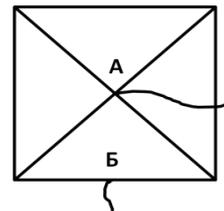
**Решение:**

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \times 100\% = \frac{N \times t}{q \times m} \times 100\% = \frac{1,5 \times 10^3 \text{ Вт} \times 2 \times 60 \times 60 \text{ с}}{30 \times 10^6 \text{ Дж/кг} \times 10 \text{ кг}} \times 100\% = 3,6 \%$$

**Ответ:** КПД двигателя этого трактора равнялся 3,6 %.

Вариант 1

5) (9 баллов) Через первую электрическую лампочку учащийся, который сидит на 1 варианте, пропускает 450 Кл электричества каждые 5 минут. Через лампочку в другой электрической схеме учащийся, который сидит на 2 варианте пропускает 30 Кл каждые 10 с. В лампе какого учащегося проходит больше и на сколько больше электронов?



**Решение:**

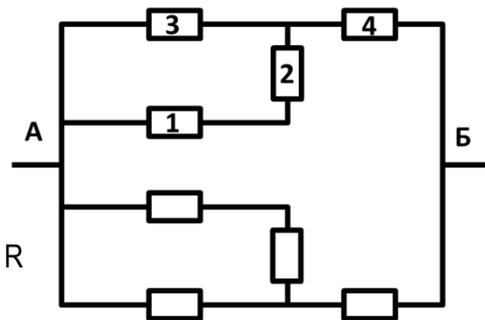
У первого учащегося  $I_1 = q_1 / t_1 = 450 \text{ Кл} / (5 \times 60 \text{ с}) = 1,5 \text{ А}$ .

У второго учащегося  $I_2 = q_2 / t_2 = 30 \text{ Кл} / 5 \text{ с} = 3 \text{ А}$ .

Значит через лампочку в схеме второго учащегося за 1 секунду проходит больше электронов на  $\Delta n = Q / q_{\text{электрона}} = t \times (I_2 - I_1) / q_{\text{электрона}} = 9,375 \times 10^{18}$ .

**Ответ:** через лампочку в схеме второго учащегося проходит на  $9,375 \times 10^{18}$  больше электронов.

6) (19 баллов) Из цельного куска тонкой проволоки спаяли каркас в форме квадрата. Сопротивление между указанными на рисунке точками А и Б равно 4 Ом. Чему равно сопротивление одной боковой стороны этого каркаса? Ответ должен быть дан в Омах и округлен до целых.



**Решение:**

По верхней стороне квадрата ток не будет течь, поэтому этот участок исключаем.

Составим альтернативную электрическую схему, где каждый участок проволоки обозначен как резистор:

Рассмотрим участок цепи, который содержит резисторы 1 и 2, обозначив за R

сопротивление одного (любого) резистора:  $R_{12} = \frac{R\sqrt{2}}{2} + R$ .

Подставим предыдущее выражение в значение сопротивления для участка, которые содержит резисторы 1, 2 и 3:

$$R_{123} = \frac{R_3 \times R_{12}}{R_3 + R_{12}} = \frac{R\sqrt{2}(\sqrt{2}+2)}{4 \times (\sqrt{2}+1)}$$

Тогда  $R_{1234} = R_{123} + R_4 = R$ .

Как видно их схемы, мы имеем два параллельно соединенных участка типа  $R_{1234}$ . Значит  $R_{A-B} = \frac{R_{1234} \times R_{1234}}{R_{1234} + R_{1234}} =$

$$\frac{R_{1234}}{2} \text{ и } R_{1234} = R_{A-B} \times 2 = 8 \text{ Ом.}$$

**Ответ:**  $R_{\text{боковой стороны}} = 8 \text{ Ом}$ .

7) (9 баллов) Электрическая лампочка и резистор последовательно включены в сеть. Сопротивление нити накала лампочки равно 18 Ом, а резистора 480 Ом. Напряжение на лампочке 4,5 В. Найдите напряжение на резисторе.

**Решение:**

Ток через лампочку равен  $I_n = U_n / R_n = 4,5 \text{ В} / 18 \text{ Ом} = 0,25 \text{ А}$ .

Так как соединение последовательное, то ток в цепи  $I = I_n = I_p$ .

Значит напряжение на резисторе будет равно  $U_p = I \times R_p = 0,25 \text{ А} \times 480 \text{ Ом} = 120 \text{ В}$ .

**Ответ:** Напряжение на резисторе равно 120 В.

8) (9 баллов) Какой резистор должен быть параллельно соединен с резистором в 300 Ом, чтобы общее сопротивление такой цепи составило 80 Ом?

**Решение:**

При параллельном соединении проводников  $\frac{1}{R_{\text{общее}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ , значит  $1/R_1 = \frac{300 \text{ Ом} - 80 \text{ Ом}}{80 \text{ Ом} \times 300 \text{ Ом}}$ ,  $R_1 = 109,1 \text{ Ом}$ .

**Ответ:** Это должен быть резистор с сопротивлением 109,1 Ом.

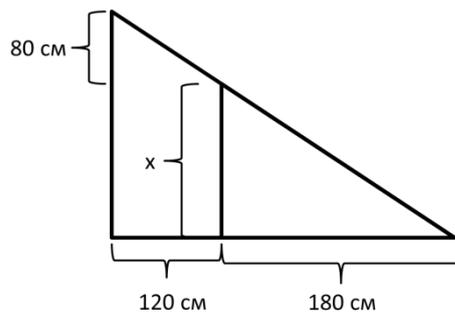
9) (9 баллов) Отец выше сына на 80 см, тень отца длиннее тени сына на 120 см. Чему равен рост сына, если длина его тени 180 см?

**Решение:**

Построим рисунок:

Так как треугольники подобны, то соотношение сторон  $80/120=x/180$ , значит  $x=80 \times 180/120=120$  см.

**Ответ:** Рост сына 1,20 м.



10) (9 баллов) Луч света переходит из воздуха в стекло с показателем преломления 1,4. При каком угле падения преломленный луч образует с отражённым лучом угол  $90^\circ$ ?

**Решение:**

Построим рисунок:

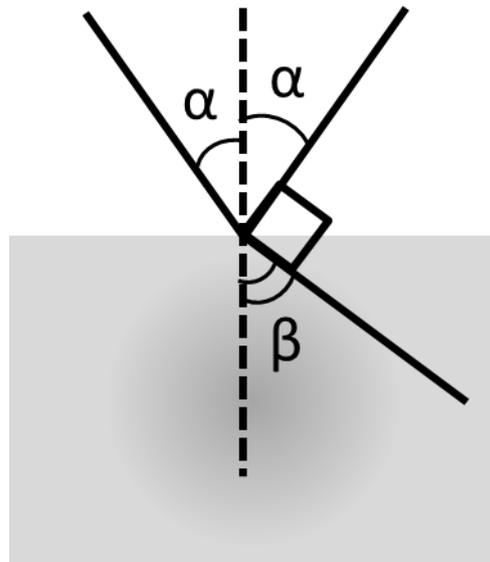
По условию  $\alpha + 90^\circ + \beta = 180^\circ$  или  $\alpha + \beta = 90^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ - \alpha$ .

С другой стороны, с учетом коэффициента преломления  $n$ ,  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ .

Тогда  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$ .

Согласно таблице Брадиса,  $\alpha = 54^\circ 28'$ .

**Ответ:** угол падения должен составлять  $54^\circ 28'$ .



Вариант 1  
10-11 класс

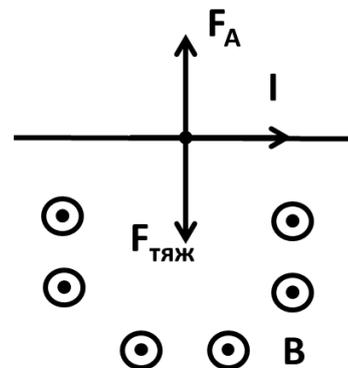
Время выполнения заданий - 120 минут  
Максимальное количество баллов – 100

1) (10 баллов) По горизонтально расположенному проводнику пропускают ток 10 А. Геометрические параметры проводника – длина 15 см, масса 6 г. Определите индукцию (модуль и направление) магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы он висел в воздухе, не касаясь опоры.

**Решение:**

Для того, чтобы проводник висел в воздухе, силе тяжести может противодействовать сила Ампера. В таком случае второй закон Ньютона примет вид  $F_A = F_{тяж}$  или  $IBl =$

$$mg, B = \frac{mg}{Il} = \frac{0,006 \text{ кг} \times 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{(10 \text{ А} \times 0,15 \text{ м})} = 0,04 \text{ Тл.}$$



**Ответ:** магнитное поле с индукцией 0,04 Тл должно действовать так, как показано на рисунке (согласно правилу левой руки).

2) (10 баллов) Сборщик апельсинов решил немного отдохнуть и стал жонглировать апельсинами. Сначала он подбросил вертикально вверх апельсин с начальной скоростью 10 м/с. Через 0,5 с такой же скоростью следом за первым вверх был подброшен второй апельсин. На какой высоте от точки бросания апельсины «встретятся»?

**Решение:**

Составим уравнение движения для первого апельсина  $y_1 = 0 + 10t - \frac{gt^2}{2}$

и для второго апельсина  $y_2 = 0 + 10(t - 0,5) - \frac{g(t-0,5)^2}{2}$ .

Решая данную пару уравнений как систему, получим, что момент встречи  $t=1,25$  с, а расстояние от земли  $y=4,7$  м.

**Ответ:** апельсины «встретятся» на высоте 4,7 м.

3) (10 баллов) Автомобиль буксирует квадроцикл, который имеет массу 0,4 т. Двигаясь равноускорено, автомобиль за 40 с проехал путь 500 м. На сколько удлинился во время движения трос, соединяющий автомобили, если его жёсткость равна  $2 \times 10^5$  Н/м? Трение не учитывайте.

**Решение:**

Уравнение движения автомобиля  $S = at^2/2$ , откуда  $a = 2 \times 500 \text{ м} / 40^2 \text{ с} = 0,625 \text{ м/с}^2$ .

Растяжение троса вдоль горизонтальной прямой будет удовлетворять второму закону Ньютона  $F_{упругости} = ma$ .

Известно, что  $F_{упругости} = k\Delta x$ . Отсюда  $k\Delta x = ma$ ,  $\Delta x = ma / k = 400 \text{ кг} \times 0,625 \text{ м/с}^2 / 2 \times 10^5 \text{ Н/м} = 0,00125 \text{ м}$ .

**Ответ:** трос растянется на 0,00125 м.

4) (10 баллов) С какой скоростью должны лететь навстречу друг другу две песчинки, чтобы при столкновении на околоземной орбите они сплывались в одну? Температура в космосе на околоземной орбите из-за излучения Солнца составляет  $+4^0 \text{ С}$ .

**Решение:**

Вся кинетическая энергия песчинки пойдет на нагрев до температуры плавления песка

$$E_{кин} = Q_{нагрев} \text{ или } \frac{mv^2}{2} = cm\Delta t$$

$$\text{Отсюда } v = \sqrt{2c\Delta t} = \sqrt{2 \times 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \times 0 \text{ С}} \times 1706^0 \text{ С}} = 1732,28 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

**Ответ:**  $v = 1732,28 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Вариант 1

5) (10 баллов) Бензин действует на квадратную крышку, одна сторона которой равна 5 см. С какой именно силой бензин действует на эту большую крышку, если расстояние между уровнем жидкости и верхней частью крышки составляет 350 мм.

**Решение:**

Давление, столба жидкости  $P = \rho gh$ , где  $h = 35 + 5/2$  см (отсчёт идет от центра крышки, крышка находится на боковой стенке ёмкости).

Давление, оказываемое на некоторую площадь  $P = F/S$ , значит  $F = \rho ghS = 710 \text{ кг/м}^3 \times 10 \text{ м/с}^2 \times 0,375 \text{ м} \times 25 \times 10^{-4} \text{ м}^2 = 6,7 \text{ Н}$ .

**Ответ:** бензин действует на крышку с силой 6,7 Н.

6) (10 баллов) Насос горнодобывающего комплекса имеет мощность 50 кВт. В разрабатываемой шахте на глубине 130 м находится подземное озеро объёмом 200 м<sup>3</sup>. Сколько времени должен работать насос, чтобы освободить шахту от воды, если КПД насоса равно 70%?

**Решение:**

$$m_{\text{воды}} = \rho V,$$

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \times 100\% = \frac{mgh}{Nt} \times 100\%, \text{ отсюда } t = \frac{mgh \times 100\%}{N\eta} = \frac{200 \times 10^3 \text{ кг} \times 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \times 130 \text{ м}}{50 \times 10^3 \text{ Вт} \times 0,7} = 7,43 \times 10^3 \text{ с}.$$

**Ответ:** потребуется  $7,43 \times 10^3$  с.

7) (10 баллов) Без трения с наклонной плоскости соскальзывает тело массой 1,5 кг и попадает на «мертвую петлю». Для того чтобы преодолеть эту фигуру радиусом 0,8 м, тело должно предварительно находиться на некоторой высоте. Определите эту высоту.

**Решение:**

В верхней точке «мертвой петли» по второму закону Ньютона  $mg = ma$ ,  $a = \frac{v^2}{R}$ ,  $g = \frac{v^2}{R}$ ,  $v^2 = gR$ .

По закону сохранения энергии:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + mg \times 2R, \quad h = \frac{v^2}{2g} + 2R = \frac{R}{2} + 2R = 2,5R = 2 \text{ м}.$$

**Ответ:** необходима начальная высота в 2 м, на которой будет находиться тело.

8) (10 баллов) Два математических маятника были подвергнуты исследованию в соседних классах одной школы. За одной и то же время первый маятник совершил 40 колебаний, второй – 20 колебаний. Один из маятников длиннее другого на 90 см. Найдите длины маятников.

**Решение:**

Составим систему, где индекс 1 соответствует первому маятнику, а индекс 2 – второму

$$\begin{cases} \frac{t}{N_1} = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \\ \frac{t}{N_2} = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \end{cases}$$

Поделим их друг на друга, подставим  $l_2 = l_1 + 0,9$  и получим  $\frac{20^2}{40^2} = \frac{l_1}{l_1 + 0,9}$ . Отсюда  $l_1 = 0,3 \text{ м}$ ,  $l_2 = 1,2 \text{ м}$ .

**Ответ:**  $l_1 = 0,3 \text{ м}$ ,  $l_2 = 1,2 \text{ м}$ .

## Физика

### Вариант 1

9) (10 баллов) Частота колебаний струны равна 1,4 кГц. На струне выбрана точка, амплитуда колебаний которой составляет 3 мм. Какой путь преодолела эта точка за 0,3 минуты?

**Решение:**

Количество колебаний  $N = t / T = t \times \nu$ .

Одно колебание сдвинет струну 4 раза с амплитудой 3 мм, т.е. на  $L_1 = 12$  мм.

Тогда путь выбранной точки  $S = t \times \nu \times L_1 = 0,3 \times 60 \text{ с} \times 1,4 \times 10^3 \text{ Гц} \times 12 \times 10^{-3} \text{ м} = 302 \text{ м}$ .

**Ответ:** точка проделает путь в 302 м.

10) (10 баллов) Система из двух подвижных и двух неподвижных блоков уравновешена грузиком. Найдите его массу. Трение и вес блоков не учитывайте.

**Решение:**

Пусть масса грузика  $m$ . Левый неподвижный блок уравновешен. На правый неподвижный блок слева действует сила  $m/2$ , следовательно и справа действующая сила должна быть  $m/2$ .

**Ответ:** Масса этого груза должна быть  $m/2$ .

