

**Разбор заданий областной олимпиады по физике
имени Н.Н. Семенова (2021-2022 учебный год)**

Отборочный тур 7-8 классы

В воскресенье Оля и Коля, учащиеся Самарского регионального центра для одаренных детей, решили поехать в зимний парк к стадиону Солидарность-Арена. Погода была прекрасная: синее небо, блестящий на солнце снег, легкий морозец. Ребята любовались природой, играли в разные игры и везде находили физические закономерности. Приглашаем и вас порешать физические задачи вместе с Колей и Олей. Задачи № 1-6 для учащихся 7 класса, а задачи № 5-10 для учащихся 8 класса.

1. *Оля и Коля решили пойти пешком до стадиона вдоль трамвайных путей. Время от времени Коля поглядывал на часы и отметил, что каждые $t_1 = 7$ минут их обгоняет трамвай, идущий на Солидарность-Арену, а каждые $t_2 = 5$ минут трамвай попадает к ним навстречу. «С каким интервалом t ходят трамваи?»-спросила Оля. И Коля смог ответить на этот вопрос. А вы сможете?*

Решение:

Пусть L -расстояние между трамваями, $v_{тр}$ -скорость трамвая, v -скорость детей. Тогда:

$$L = (v_{тр} - v)t_1$$

$$L = (v_{тр} + v)t_2$$

Из этой системы находим $\frac{L}{v_{тр}}$, это и есть интервал движения трамваев.

$$t = \frac{L}{v_{тр}} = \frac{2t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 350 \text{ (с)}$$

2. *Когда Коля и Оля вышли на аллею Последняя Миля, длина которой $L = 1$ км, то вдалеке они увидели одноклассника Вову, который гулял со своей собакой. И вот ребята пошли по Последней Миле навстречу друг другу, а собака бегала между ними со скоростью $v_c = 2$ м/с. Скорость Коли и Оли была $v_1 = 5,4$ км/ч, а скорость Вовы $v_2 = 5,6$ км/ч. Встретившись, мальчики поспорили, какой путь s пробежала собака, а умная Оля быстро нашла ответ. А вы какой ответ дадите?*

Решение:

$$s = v_c t = v_c \frac{L}{v_1 + v_2} = 0,654 \text{ (км)}$$

3. *Оля слепила снеговика, а Коля соорудил точную его копию, но в 2 раза большей высоты. Вы знаете, какова масса копии, если масса оригинала $m = 5$ кг?*

Решение:

$$M = 2^3 m = 40 \text{ (кг)}$$

4. Накануне снегопад длился $\tau=5$ часов, все вокруг засыпал снег. Коля и Оля увидели бак в форме куба с ребром $a=0,5$ м, который заполнился снегом наполовину. Вскоре пришел дворник, растопил этот снег и получил $V=75$ л воды. Любопытный Коля смог найти массу снега m , выпавшую в час на каждый квадратный метр земли. Повторите его расчеты. Плотность воды $\rho=1000$ кг/м³.

Решение:

$$M=\rho V=75(\text{кг})\text{-выпало снега за 5 часов на площадь } S=a^2=0,25 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$\text{За 1 час выпало } \frac{75}{5}=15 \text{ (кг) на } 0,25 \text{ м}^2, \text{ а на } 1 \text{ м}^2 \text{ выпало снега } m=15 \cdot 4=60 \text{ (кг)}$$

5. В парке Оля и Коля взяли напрокат коньки и стали соревноваться в беге по кругу. Скорость Оли была $v_1=4$ м/с, а Коли $v_2=6$ м/с. Их соревнование длилось $\tau=10$ мин, и Оля проиграла Коле 1 круг. Но она не стала расстраиваться, а быстро рассчитала длину круга L . Повторите вычисления Оли.

Решение:

$$L=\tau(v_2-v_1)=1200 \text{ (м)}$$

6. Коля и Оля торопились успеть на поезд метро, поэтому побежали вниз по движущемуся эскалатору. Коля сбегал вниз за $\tau_1=2$ мин, а Оля затратила на спуск на 30 с больше. Интересно, сколько времени τ_3 спускались бы ребята, стоя на эскалаторе? Скорость Оли в 2 раза меньше скорости Коли.

Решение:

$$s=(v_1+v_3)\tau_1$$

$$s=(v_2+v_3)\tau_2$$

$$s=v_3\tau_3,$$

где $v_2 = \frac{v_1}{2}$; v_1 - скорость Коли, v_2 - скорость Оли, v_3 - скорость эскалатора.

Решая систему уравнений, получаем: $\tau_3=3$ мин 20 с

7. Оля и Коля увидели, что сухая ветка, застрявшая в заборе, образовала неравноплечие весы. Когда с одной стороны на ветку сел снегирь, то его уравновесил маленький воробей. Но когда снегирь решил перелететь на место воробья, для сохранения равновесия потребовалось уже 4 воробышка. «Сколько воробьев составляет масса снегиря?» - подумала Оля. А вы сможете ответить на этот вопрос?

Решение:

Запишем условие равновесия рычага для двух ситуаций, описанных в задаче.

$$m_{\text{снегиря}}L_1g=m_{\text{воробья}}L_2g$$

$$4m_{\text{воробья}}L_1g = m_{\text{снегиря}}L_2g$$

Решая систему, получаем $\frac{m_{\text{снегиря}}}{m_{\text{воробья}}} = 2$ $m_{\text{снегиря}} = 2m_{\text{воробья}}$

8. Коля и Оля подошли к киоску, чтобы купить себе кофе. Продавец-большой любитель физики предложил им задачу. В стакан с водой он бросил брусочек льда площадью $S=5 \text{ см}^2$, который стал плавать, выступая над уровнем воды на $h=0,8 \text{ см}$. Продавец попросил ребят найти массу m брусочка льда, и они справились с этим заданием. А вы справитесь?

Решение:

Из условия плавания льда

$$mg = \rho_{\text{воды}}gS(H-h) \quad (1) \quad \text{где } H\text{-высота брусочка льда.}$$

$$m = \rho_{\text{льда}}SH \quad (2)$$

Решая систему (1)-(2), получаем: $H = \frac{\rho_{\text{воды}}h}{\rho_{\text{воды}} - \rho_{\text{льда}}}$ $m = \rho_{\text{льда}}SH = 36 \text{ (г)}$

9. Коля и Оля играли в снежки, и один снежок попал в стенку дома. Оля сказала, что интересно узнать, какая часть снежка может расплавиться при его скорости $v=20 \text{ м/с}$. А Коля знал, что температура воздуха была $t=0^\circ\text{C}$, и легко смог ответить на Олин вопрос.

Решение:

По закону сохранения энергии

$$\frac{mv^2}{2} = m_{\text{пл}}\lambda$$

$$\frac{m_{\text{пл}}}{m} = \frac{v^2}{2\lambda} = 6 \cdot 10^{-4}$$

10. Оля увидела сосульки, висящие на краю крыши. Ребята, живущие неподалеку, сказали ей, что самая маленькая сосулька длиной $\ell=10 \text{ см}$ после резкого потепления растаяла за $\tau_1=2 \text{ ч}$. А Коля догадался, через сколько времени τ_2 растает самая большая сосулька длиной $L=45 \text{ см}$. А вы сможете решить эту задачу?

Решение:

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{L}{\ell} \quad \tau_2 = 9 \text{ (ч)}$$

Теоретический тур 7 класс

1. Дим Димыч увлекся метеорологией и соорудил из цилиндрической банки осадкомер (прибор для измерения количества атмосферной воды, выпадающей в виде дождя, снега, града и пр. на определенную поверхность в течение известного промежутка времени). В силу своей занятости и природной безалаберности Дим Димыч вспомнил о приборе через 5 дней после дождя. На момент измерения в осадкомере было 22мл дождевой воды. Из-за испарения уровень воды в приборе понижается со скоростью 1,4 дюйма/неделю. Сколько выпало осадков первоначально? 1 дюйм = 2,54 см. Площадь дна банки равна 12,56 см².

Решение:

V_1 -?

$N=5$ дней

$V_2=22$ мл

$L/t=1,4$ дюйма/неделю

$S=12,56$ см³

Найдем с какой скоростью испаряется вода из осадкомера:

$$\frac{v}{t} = \frac{L}{t} S = \frac{1,4 \cdot 2,54 \cdot 12,56}{7} \text{ см}^3/\text{день} = 6,38 \text{ см}^3/\text{день}$$

Найдем объем воды, испарившийся на 5 дней:

$$\Delta V = \frac{v}{t} N = 6,38 \cdot 5 = 31,9 \text{ см}^3$$

Объем воды, первоначально находившийся в осадкомере:

$$V_1 = V_2 + \Delta V$$

$$V_1 = 31,9 + 22 = 53,9 \text{ см}^3$$

$$\text{Масса воды: } m_1 = \rho V_1 = 53,9 \text{ г}$$

Ответ: $m_1=53,9$ г

2. Емеля решил использовать свою печь по прямому назначению и испечь пирожки с картошкой. Для этого он взял 1 кг теста и 800 г очищенного картофеля плотностью 1168 кг/м³. Всего у Емели получилось 10 пирожков. Найдите среднюю плотность одного пирожка, если плотность теста равна 500 кг/м³.

Решение:

ρ -?

$m_T=1$ кг

$m_K=0,8$ кг

$\rho_K=1168$ кг/м³

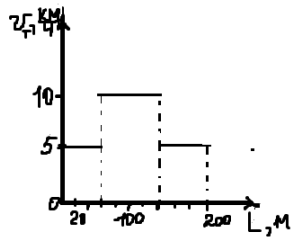
$\rho_T=500$ кг/м³

Решим задачу через сумму объемов: $V=V_T+V_K$

$$\frac{m_K+m_T}{\rho} = \frac{m_K}{\rho_K} + \frac{m_T}{\rho_T}$$

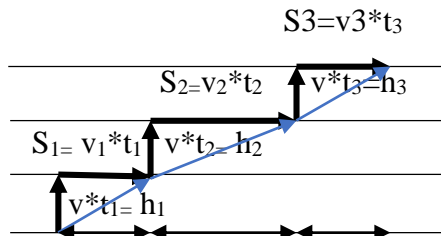
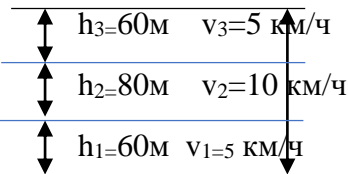
$$\frac{m_K+m_T}{\rho} = \frac{m_K \cdot \rho_T + m_T \cdot \rho_K}{\rho_T \cdot \rho_K}$$

$$\rho = \frac{(m_T+m_K) \cdot \rho_K \cdot \rho_T}{m_K \cdot \rho_T + m_T \cdot \rho_K} = \frac{1,8 \cdot 500 \cdot 1168}{0,8 \cdot 500 + 1168} = 670,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$



3. По пути в изумрудный город Элли с Тотошкой, Страшила, железный дровосек и трусливый лев решили переплыть реку шириной 200м на плоту, отталкиваясь от дна шестами. График зависимости скорости течения реки от расстояния до берега представлен на рисунке. Рассчитайте, насколько их снесет течением при переправе, если скорость плота относительно воды равна 3,6 км/ч.

Решение:



Для первого участка:

$v \cdot t_1 = h_1$, где v -собственная скорость плота. За то же самое время t_1 лодку снесло на $S_1 = v_1 \cdot t_1$

Для второго участка:

$v \cdot t_2 = h_2$, За то же самое время t_2 лодку снесло на $S_2 = v_2 \cdot t_2$

Для третьего участка:

$v \cdot t_3 = h_3$. За то же самое время t_3 лодку снесло на $S_3 = v_3 \cdot t_3$

За все время сплава по реке лодку снесло на расстояние: $S = S_1 + S_2 + S_3 = 389\text{ м}$.

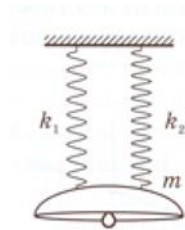
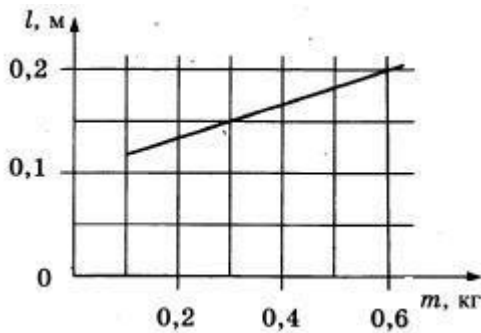
Ответ: $S = 389\text{ м}$

4. Пин решил осветить свою мастерскую. Для этого он взял пружину и разрезал ее в отношении 3:5 и повесил на них лампу массой 300г. Зависимость первоначальной длины пружины от массы подвешенного груза представлена на графике.

1) найдите длины получившихся пружин в нерастянутом состоянии;

2) Определите жесткость этих пружин учитывая, что жесткость обратно пропорциональна ее длине;

3) На сколько опустится лампа при подвешивании ее к пружинам так, как показано на рисунке.



Решение:

1) Для начала по графику определим первоначальную длину пружины по графику. Продлим его до пересечения с осью l ($l_0=0,1\text{м}$). Так пружину разрезали в отношении 3:5, то длины пружин стали $l_{01} = \frac{3}{8}l_0 = 3,75\text{ см}$ и $l_{02} = \frac{5}{8}l_0 = 6,25\text{ см}$

2) Согласно равенству сил тяжести и упругости и по данным графика:

$$mg=k(l-l_0) \rightarrow k = \frac{mg}{l-l_0} = 60 \text{ Н/м}$$

Т. к. жесткость пружины обратно пропорциональна длине пружины, то

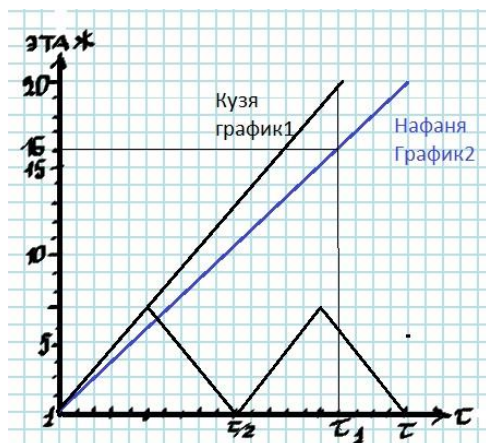
$$k_1 = \frac{8k}{3} = \frac{480}{3} = 160 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad \text{и} \quad k_2 = \frac{8k}{5} = \frac{480}{5} = 96 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

3) т.к. пружины соединены параллельно, то $k_{\text{общ}} = k_1 + k_2 = 160 + 96 = 256 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

$$mg = k_{\text{общ}} \cdot x \rightarrow x = \frac{mg}{k_{\text{общ}}} = \frac{0,3 \cdot 10}{256} = 0,012\text{м} = 1,2\text{см}$$

8 класс

1. Домовята Кузьма и Нафаня решили устроить бег наперегонки по лестнице 20-этажного дома. Пока Нафаня бежал на последний этаж, Кузя успел 2 раза побывать на 7 этаже и вернуться обратно. До какого этажа успеет добежать Нафаня за время, которое понадобится Кузьме чтобы с 1 этажа добежать до 20. Скорости домовят считать постоянными.



Решение:

1 способ: Решим задачу графически: за время τ с Нафания пробежит с 1 до 20 этажа (график 2). За то же время Кузьма 2 раза добежал до 7 этажа и вернулся обратно. Значит на путь с 1 до 7 этажа он затрачивает $\tau/4$ с. Т.к. скорости домовят постоянны, то углы наклона графиков так же остаются неизменными.

Продлим график 1 до 20 этажа. Отметим время, за которое Кузьма добрался до 20 этажа – τ_1 . За то же время Нафания (график 2) дойдет до 16 этажа.

2 способ: 4Скорость, с которой бежит Кузьма $v_{кузи} = \frac{19}{\tau}$ (с 1 по 20 этаж)

Скорость, с которой передвигается Нафания $v_{нафани} = \frac{6 \cdot 4}{\tau} = \frac{24}{\tau}$ (с 1 по 7 этаж – 4 раза)

Составим пропорцию, учитывая инвариантность времени:

$$\frac{19}{v_{кузи}} = \frac{24}{v_{нафани}} \rightarrow v_{кузи} = \frac{24 \cdot v_{нафани}}{19} \quad (1)$$

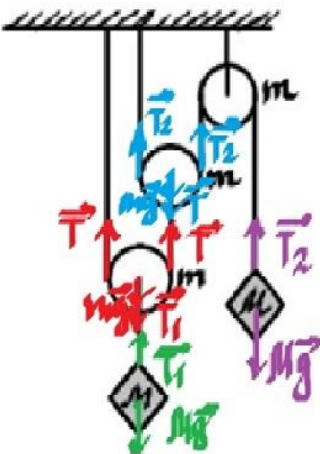
Найдем время, за которое Кузя поднимется на 20 этаж:

$$\tau_1 = \frac{19}{v_{кузи}} = \frac{x}{v_{нафани}} \rightarrow x = \frac{19 \cdot v_{нафани}}{v_{кузи}} \quad (2)$$

Подставим (1) во (2): $x = \frac{19 \cdot v_{нафани}}{\frac{24 \cdot v_{нафани}}{19}} = \frac{19 \cdot 19}{24} = 15$ (этажей). Так как Нафания стартовал с 1 этажа то, к моменту времени τ_1 он достигнет 16 этажа.

Ответ: 16 этаж

2. Симка и Нолик добрались до конструктора Дим Димыча и соорудили систему из грузов и блоков равной массы, представленную на рисунке. Найдите массу одного блока, если масса груза $M=400г$.



Решение:

1 условие равновесия для 1 подвижного блока: $2T=T_1 + mg$ (1)

1 условие равновесия для 2 подвижного блока: $2T_2=T + mg$ (2)

1 условие равновесия для 1 груза: $T_1=Mg$ (3)

1 условие равновесия для 2 груза: $T_2=Mg$ (4)

Подставим в (1) уравнение (3), а во (2) подставим (4):

$$2T=Mg+mg \quad (5)$$

$$2Mg =T+mg \quad (6)$$

Подставив (6) в (5): $4Mg-2mg=Mg+mg$

$$3Mg=3mg$$

$$M=m=400г$$

Ответ: $m=400$ г

3. При разливе реки дед Мазай, занимаясь спасательной операцией местной фауны, может посадить в свою лодку 20 зайцев одновременно. Какова будет грузоподъемность лодки деда Мазая (в зайцах) в морской воде? Масса одного зайца в среднем равна 3 кг. Масса лодки вместе с дедом 140 кг. Плотность морской воды 1030 кг/м³.

Решение:

$n_2 = ?$	В реке условие плавания тел: $(m_3 \cdot n_1 + M) \cdot g = \rho_1 \cdot g \cdot V$
$n_1 = 20$ зайцев	В море условие плавания тел: $(m_3 \cdot n_2 + M) \cdot g = \rho_2 \cdot g \cdot V$
$\rho_1 = 1000$ кг/м ³	разделим первое уравнение на второе:
$\rho_2 = 1030$ кг/м ³	$\frac{(m_3 \cdot n_1 + M) \cdot g}{(m_3 \cdot n_2 + M) \cdot g} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$
$M = 140$ кг	$(m_3 \cdot n_1 + M) \cdot g \cdot \rho_2 = (m_3 \cdot n_2 + M) \cdot g \cdot \rho_1$
$m_3 = 3$ кг	$n_2 = \frac{(m_3 \cdot n_1 + M) \cdot g \cdot \rho_2 - M \cdot \rho_1}{\rho_1 \cdot m_3} = 22 \text{ зайца}$

4. Ученый с мировым именем Иннокентий принес в свою лабораторию мокрый снежок $m = 100$ г и положил его в термос с водой ($m_{\text{воды}} = 150$ г) при температуре 20°C. После того, как снежок растаял, температура в термосе стала 5°C. Какой процент снега содержался в мокром снежке.

Решение:

$\Delta m / m = ?$	Согласно уравнению теплового равновесия:
$m = 100$ г	$c_B \cdot m_B \cdot (t_B - t) = \lambda \cdot \Delta m + c_B \cdot m \cdot (t - t_0)$
$m_B = 150$ г	$\Delta m = \frac{c_B \cdot m_B \cdot (t_B - t) - c_B \cdot m \cdot (t - t_0)}{\lambda}$
$t_B = 20^\circ\text{C}$	$\frac{\Delta m}{m} = \frac{c_B \cdot m_B \cdot (t_B - t) - c_B \cdot m \cdot (t - t_0)}{\lambda m}$
$t = 5^\circ\text{C}$	$\frac{\Delta m}{m} = 22\%$
$\lambda = 330\,000$ Дж/кг	Ответ: 22%
$c_B = 4200$ $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	