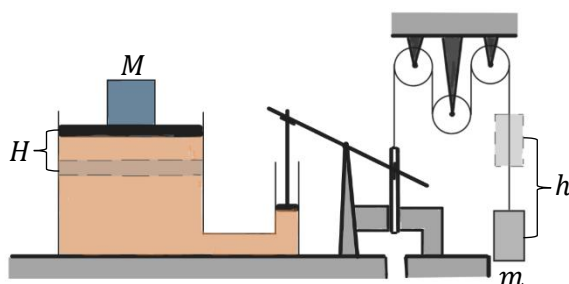


Отборочный этап Олимпиады школьников по профилю «Физика»

9 класс

Вариант 1



1. На левый поршень гидравлического пресса, являющегося частью составного простого механизма, положили груз массой $M = 500$ кг. В результате он медленно равномерно опустился вниз на расстояние $H = 35$ см. На какое расстояние h поднялся

при этом груз массой $m = 120$ кг? Ответ выразить в метрах и округлить до сотых. Массой всех частей механизма и трением пренебречь.

Решение

По закону сохранения энергии

$$MgH = mgh.$$

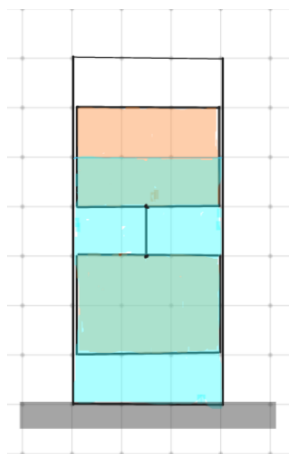
Отсюда

$$h = \frac{M}{m}H \cong 1,46 \text{ м.}$$

Ответ: 1,46 м.

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	7
Задание решено неверно.	0



2. Два одинаковых цилиндрических бруска, соединенные тонким жестким невесомым стержнем, опущены в сосуд с водой, точно подогнанный к ним по размерам (см. рис.). Оказалось, что верхний брусок погрузился наполовину. Масса каждого бруска $m = 500$ г. Определить силу упругости стержня. Ответ выразить в ньютонах и округлить до сотых. Трение отсутствует. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение

Условие равновесия всей конструкции:

$$\rho_6 \cdot 2V = \rho \cdot \frac{3}{4} \cdot 2V,$$

где ρ_6 и ρ — соответственно, плотности бруска и воды, V — объем бруска. Отсюда

$$\rho_6 = \frac{3}{4}\rho.$$

Отборочный этап Олимпиады школьников по профилю «Физика»

9 класс

Вариант 1

Условие равновесия верхнего бруска:

$$\rho \frac{V}{2} g + T = \rho_6 V g,$$

где T — сила упругости стержня. Отсюда, с учетом предыдущего равенства,

$$T = \rho V g \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{4} \rho V g.$$

В свою очередь

$$V = \frac{m}{\rho_6} = \frac{4m}{3\rho}.$$

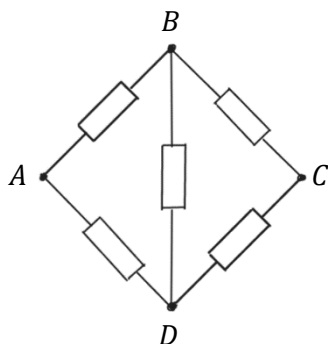
Тогда окончательно

$$T = \frac{mg}{3} \cong 1,67 \text{ Н.}$$

Ответ: 1,67 Н.

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	7
Задание решено неверно.	0



3. Дана схема, состоящая из пяти одинаковых резисторов. При подключении полюсов источника к точкам B и D сопротивление цепи равно 100 Ом. Определить сопротивление цепи при подключении источника к точкам A и D. Ответ выразить в омах.

Решение

При подключении к точкам B и D сопротивление цепи

$$R_{BD} = \frac{R}{2}.$$

Следовательно

$$R = 2R_{BD} = 200 \text{ Ом}$$

При подключении к точкам A и D сопротивление цепи

$$R_{AD} = \frac{5}{8} R = 125 \text{ Ом.}$$

Ответ: 125 Ом.

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	7
Задание решено неверно.	0

Отборочный этап Олимпиады школьников по профилю «Физика»

9 класс

Вариант 1

4. Расстояние от поселка до деревни 10 км. Первую половину пути Вася двигался со скоростью v_1 , а вторую прошел следующим образом: первые тридцать минут он двигался со скоростью $v_2 = \frac{3}{2}v_1$, затем столько же времени — со скоростью $v_3 = v_1$. Определить среднюю скорость Васи на всем пути. Ответ выразить в км/ч и округлить до десятых.

Решение

Средняя скорость Васи на втором и третьем участках

$$v_{23} = \frac{v_2 + v_1}{2} = \frac{5}{4}v_1 = \frac{5 \text{ км}}{2 \cdot 30 \text{ мин}} = 5 \text{ км/ч.}$$
$$\Rightarrow v_1 = \frac{4}{5} \cdot 5 = 4 \text{ (км/ч).}$$

Средняя скорость Васи на всем пути

$$\langle v \rangle = \frac{2v_1v_{23}}{v_1 + v_{23}} = \frac{40}{9} \cong 4,4 \text{ (км/ч).}$$

Ответ: 4,4 км/ч.

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	11
Задание решено неверно.	0

5. За последнюю секунду камешек, брошенный без начальной скорости с крыши многоэтажного дома, пролетел половину всего пути до земли. Чему равна высота дома? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 . Ответ выразить в метрах и округлить до целых.

Решение

Весь путь

$$h = \frac{v_k^2}{2g}$$

Половина пути

$$\frac{h}{2} = \frac{v_c^2}{2g}$$

Здесь v_k и v_c — скорости камешка, соответственно, в конце и середине пути. Тогда

$$v_k = v_c\sqrt{2}.$$

С другой стороны

$$\frac{h}{2} = \frac{v_c t}{2} = \frac{v_c \tau}{2} (1 + \sqrt{2}).$$

Отборочный этап Олимпиады школьников по профилю «Физика»

9 класс

Вариант 1

Здесь $\tau = 1$ с, t — время половины пути. Отсюда

$$t = \tau(1 + \sqrt{2}).$$

И, наконец,

$$\frac{h}{2} = \frac{gt^2}{2}.$$

Тогда искомая высота

$$h = g\tau^2(3 + 2\sqrt{2}) \cong 58 \text{ м.}$$

Ответ: 58 м.

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	11
Задание решено неверно.	0

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
14	1,60	12,1
15	1,71	12,8
16	1,81	13,6
17	1,94	14,5
18	2,07	15,4
19	2,20	16,3
20	2,33	17,3
21	2,49	18,3
25	3,17	23,0
50	12,3	83,0
60	19,9	129,4
70	31,0	195,7
80	47,3	290,2
90	70,0	417,6
100	101,3	588,3

6. В достаточно высоком теплоизолированном цилиндрическом сосуде площадью основания 100 см^2 содержится 2 л воды при температуре 0°C . В воду быстро опускают железный цилиндр массой 1 кг, близко (но не вплотную) подогнанный под размеры основания сосуда и нагретый до температуры 1100°C , после чего содержимое сосуда сразу накрывают легким поршнем, так что под ним почти не оказывается воздуха. Поршень плотно прилегает к стенкам сосуда, тем не менее способен скользить вдоль них практически без трения. На какой высоте над

первоначальным уровнем воды установится поршень? Атмосферное давление $101,3 \text{ кПа}$. Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Удельная теплоемкость железа $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Плотность воды 1000 кг/м^3 . Плотность железа 7874 кг/м^3 . Удельная теплота парообразования воды $2,3 \text{ МДж/кг}$. Таблица зависимости давления и плотности насыщенных водяных паров от температуры прилагается. Теплоемкостью поршня и сосуда пренебречь. Ответ выразить в миллиметрах и округлить до десятых.

Отборочный этап Олимпиады школьников по профилю «Физика»

9 класс

Вариант 1

Решение

Предположив, что в конечном состоянии температура содержимого 100°C , найдем массу пара m . Уравнение теплового баланса:

$$c_{\text{в}}m_{\text{в}}t_{\text{к}} + rm = c_{\text{ж}}m_{\text{ж}}(t_{\text{ж}} - t_{\text{к}}).$$

Отсюда

$$rm = c_{\text{ж}}m_{\text{ж}}(t_{\text{ж}} - t_{\text{к}}) - c_{\text{в}}m_{\text{в}}t_{\text{к}} = -340\text{кДж} < 0.$$

Это говорит о том, что весь первоначально образовавшийся пар сконденсируется, и подъем поршня произойдет лишь из-за вытеснения воды железом. Объем железа

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

$$h = \frac{m}{\rho S} \cong 12,7 \text{ мм.}$$

Ответ: 12,7 мм.

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	11
Задание решено неверно.	0

7. В фокусе тонкой собирающей линзы фокусным расстоянием 1 м и радиусом 10 см расположена лампочка накаливания. Сопротивление нити накаливания 40 Ом. На лампочку подается напряжение 200 В. Линза пропускает 60% энергии падающего на нее излучения. За линзой расположен черный диск диаметра 10 см. Ось диска совпадает с главной оптической осью линзы, а плоскости диска и линзы параллельны друг другу. Удельная теплоемкость материала диска $1200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$. За 1 мин работы лампочки диск нагрелся на 1°C . Определить массу диска. Ответ выразить в граммах. Считать, что диск полностью поглощает падающее на него излучение, а сам не излучает.

Для справки. Площадь сферы радиуса R вычисляется по формуле $S = 4\pi R^2$.

Решение

Тепло, отдаваемое нитью накаливания в форме излучения за время $\tau = 1 \text{ мин}$

$$Q = \frac{U^2}{R_{\text{л}}} \tau.$$

Доля излучения лампочки, проходящая через линзу

$$\eta_1 = \frac{\pi r^2}{4\pi F^2} \eta,$$

Отборочный этап Олимпиады школьников по профилю «Физика»

9 класс

Вариант 1

где $\eta = 60\%$. Доля из этого, получаемая диском

$$\eta_2 = \frac{\pi d^2/4}{\pi r^2}.$$

В итоге до диска доходит тепло

$$Q_{\text{п}} = Q\eta_1\eta_2.$$

Подставив все в уравнение теплового баланса, имеем:

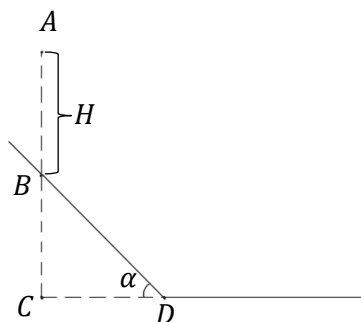
$$\eta \frac{U^2}{R_{\text{л}}} \tau \cdot \frac{\pi r^2}{4\pi F^2} \cdot \frac{\pi d^2}{4\pi r^2} = cm\Delta t$$

$$m = \frac{\eta\tau U^2 d^2}{16R_{\text{л}}F^2 c\Delta t} = 18,75 \text{ г.}$$

Ответ: 18,75 г.

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	15
Задание решено неверно.	0



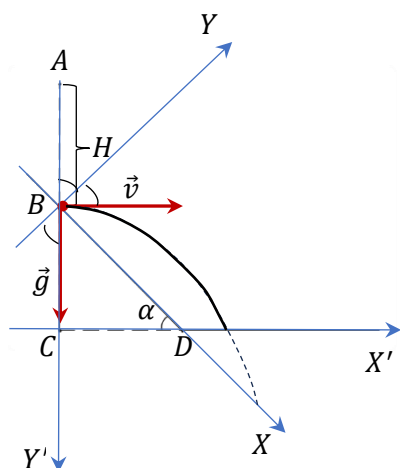
- 8.** Стальной шарик падает без начальной скорости из точки A на стальную плоскости, наклоненную под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Точка первого удара шарика о плоскость (точка B) расположена на расстоянии $H = 78$ см от точки A. Шарик упруго ударяется о плоскость и отскакивает от нее. В точке D наклонная плоскость переходит в горизонтальную плоскость (прямая пересечения плоскостей перпендикулярна плоскости рисунка). На каком расстоянии L от точки C произойдет следующий удар? $BC = AB$, $\angle C = 90^\circ$. Ответ выразить в метрах.

Отборочный этап Олимпиады школьников по профилю «Физика»

9 класс

Вариант 1

Решение



Скорость шарика перед ударом

$$v = \sqrt{2gH}.$$

Уравнение движения (ось Y):

$$y = vT \cos \alpha - \frac{gT^2}{2} \cos \alpha = 0.$$

Здесь предполагаем, что шарик упадет на наклонный участок. Тогда предполагаемое время движения до второго удара

$$T = \frac{2v}{g}.$$

Уравнение движения (ось X'):

$$x' = vT \sin 2\alpha.$$

Тогда расстояние, которое в этом случае шарик прошел бы до второго удара, по горизонтали

$$L' = \frac{x'}{\cos \alpha} = \frac{4v^2 \sin \alpha}{g} = 8H \sin \alpha = 4H\sqrt{2} > BD = H\sqrt{2} > H.$$

Это значит, что второй удар в действительности будет о горизонтальную поверхность.

Уравнение движения (ось Y'):

$$H = \frac{g\tau^2}{2}$$

Отсюда время движения до второго удара

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

Отсюда искомое расстояние

$$L = v\tau = 2H = 1,56 \text{ м.}$$

Ответ: 1,56 м.

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	15
Задание решено неверно.	0

9. Ходовая часть дальнемагистрального автомобиля, предназначенного для перевозки жидкого топлива (цистерновоза), снабжена пятью осями. На каждую ось насажено по 2 колеса, в свою очередь, каждое колесо снабжено двумя тормозными колодками. Непосредственно тормозящее воздействие на диск колеса оказывают фрикционные накладки колодок. Масса одной накладки 1 кг, а удельная теплоемкость 600 Дж/(кг · °С).

Отборочный этап Олимпиады школьников по профилю «Физика»

9 класс

Вариант 1

Масса пустого цистерновоза, снабженного всем необходимым для перевозки оборудованием (снаряженная масса) 8 т. В цистерну автомобиля залили 11 т топлива. Двигаясь со скоростью 72 км/ч, цистерновоз начинает торможение и, не переходя на юз, замедляется до полной остановки. На сколько при этом повысится средняя температура фрикционных накладок, если к ним перешло 70% выделившегося при трении о диски тепла? Считать все остальные твердые детали автомобиля абсолютно твердыми и абсолютно упругими. Ответ выразить в °С и округлить до целых.

Решение

Закон сохранения энергии

$$\frac{(M + M_T)}{2} v^2 = Q_{ц} + Q_{к}.$$

Здесь M — снаряженная масса, M_T — масса топлива, $Q_{ц}$ — тепло, выделившееся в цистерне, $Q_{к}$ — тепло, выделившееся в тормозных колодках, v — скорость цистерновоза перед началом торможения. В свою очередь

$$Q_{ц} = \frac{M_T v^2}{2}.$$

Отсюда

$$Q_{к} = \frac{M v^2}{2}.$$

Тепло, пошедшее на нагрев накладок

$$Q_n = \eta Q_{к} = cNm\Delta t,$$

где $N = 20$ — общее количество накладок. Отсюда искомое повышение температуры накладок

$$\Delta t = \frac{\eta M v^2}{2cNm} \cong 93^\circ\text{C}.$$

Ответ: 93°С

Критерии оценивания

Дан верный ответ.	16
Задание решено неверно.	0