

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Тульский государственный университет»

Материалы заданий
олимпиады школьников
«Наследники Левши» по физике
за 2020/21 учебный год

Тула 2021

Отборочный этап

7 класс

1. Поезд идёт со скоростью $V_1 = 60 \text{ км/час}$. Мотоциклист едет по параллельной железнодорожным путям дороге навстречу поезду и, поравнявшись с локомотивом, засекает время a , поравнявшись с “хвостом” поезда, разворачивается обратно и догоняет локомотив. На весь путь у мотоциклиста уходит время $T = 36 \text{ с}$. За какое время мотоциклист проедет от “головой до хвоста” поезда и обратно, если поезд остановится? Скорость мотоциклиста $V_1 = 100 \text{ км/час}$.

Ответ: 23 с

2. Два автомобиля движутся по прямому шоссе и одновременно проезжают мимо автозаправки. Скорость первого автомобиля $V_1 = 15 \text{ м/с}$, второго $V_2 = 20 \text{ м/с}$. Каким станет расстояние между ними через 0,5 часа?

Ответ: 63 км, 9 км

3. В таблице приведены координаты двух тел, движущихся вдоль одной прямой, в различные моменты времени. Чему было равно расстояние между телами в начальный момент?

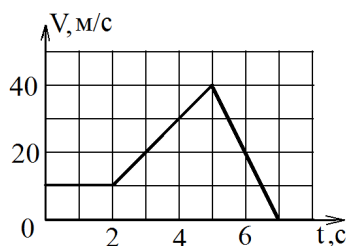
$t, \text{ с}$	1	3
$X_1, \text{ м}$	7	11
$X_2, \text{ м}$	7	1

Ответ: 5 м

4. Ученик налил в сосуд 200 мл воды и бросил в него несколько кусочков сахара. Тщательно растворив сахар, ученик измерил плотность полученного раствора, она оказалась равной $\rho = 1160 \text{ кг/м}^3$. Сколько было кусочков сахара?

Размер рёбер кусочка сахара $a = 15 \text{ мм}$, $b = 16 \text{ мм}$, $c = 20 \text{ мм}$. Плотность воды $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$, сахара $\rho_2 = 1600 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: 15 штук



5. Тело движется по оси X, зависимость его скорости от времени представлена на графике. Определите среднюю скорость тела в интервале от 0 до 7 с.

Ответ: 19,3 м/с

8 класс

1. Катающихся на лодке подростков попросили доставить груз из пункта **A**, находящегося на берегу реки, в пункт **B** на том же берегу. Они отвезли груз и, не задерживаясь, вернулись обратно. За это же время плот проплыл половину расстояния от **A** до **B**. Чему равна скорость течения реки, если средняя скорость лодки оказалась равной 20 км/час?

Ответ: 5 км/час

2. Сплошное однородное тело, погруженное в жидкость с плотностью ρ_1 , весит P_1 , а в жидкость с плотностью ρ_2 – весит P_2 . Найти плотность материала тела. Задачу решить в общем виде.

Ответ:
$$\rho = \frac{P_1\rho_2 - P_2\rho_1}{P_1 - P_2}$$

3. В калориметр, содержащий 1 литр воды при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$, вливают $m_2 = 1,6\text{кг}$ расплавленного цинка при температуре плавления $t_2 = 420^\circ\text{C}$. Определить, на сколько градусов изменится температура воды.

Удельная теплоёмкость воды $c_1 = 4200\text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$, цинка $c_2 = 400\text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$,

удельная теплота плавления цинка $\lambda_2 = 120\text{кДж/кг}$, удельная теплота парообразования

воды $L = 22,6 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$, удельная теплота плавления льда $\lambda_1 = 330\text{кДж/кг}$.

Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Ответ: на 80 градусов

4. Из пункта **A** в пункт **B** вышли 2 автомобиля с одинаковыми скоростями с интервалом $T = 10\text{ мин}$. Мотоциклист, ехавший в пункт **A** повстречал эти автомобили через $t = 4\text{ мин}$ один после другого. Чему равна скорость автомобилей, если мотоциклист ехал со скоростью $V_2 = 120\text{ км/ч}$.

Ответ:
$$V_1 = \frac{V_2 t}{T - t} = 80\text{ км/ч}$$

5. С высоты $H = 20\text{ м}$ без начальной скорости падает маленький стальной шарик массы 100г и после удара о горизонтальную стальную плиту поднимается до высоты h . При ударе 20% кинетической энергии переходит в тепло? На какую высоту h поднимается шарик после удара?

Ответ: 16 м

9 класс

1. Камень брошен с поверхности земли со скоростью V_0 под углом к горизонту $\alpha = 37^\circ$. Минимальная скорость камня во время полёта $V = 16 \text{ м/с}$. Камень попадает в находящуюся на расстоянии S от точки броска стену на высоте $h = 4 \text{ м}$. Найти расстояние S .

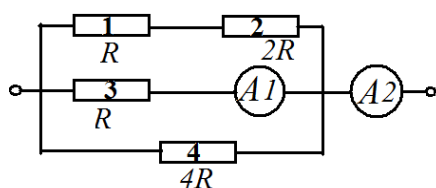
Ответ: 32 м

2. Из одной точки, находящейся на высоте $H = 300 \text{ м}$ над поверхностью земли, в горизонтальном направлении выпускают две сигнальные ракеты со скоростями $U_1 = 60 \text{ м/с}$, $U_2 = 80 \text{ м/с}$. Угол между направлением начальных скоростей был равен $\alpha = 90^\circ$.

а) Найти расстояние между ракетами в момент их вспышки, если время горения запала $t = 5 \text{ с}$.

б) На какой высоте над поверхностью земли будет находиться каждая из ракет в момент вспышки?

Ответ: S = 500 м, h = 175 м



3. В приведённой на рисунке схеме второй амперметр показывает силу тока $I = 1,9 \text{ А}$. Сопротивления резисторов приведены на схеме, где $R = 14,5 \text{ Ом}$. Определить: 1) показания первого амперметра; 2) общее сопротивление цепи;

3) количество теплоты, выделившейся на четвёртом резисторе за $t = 20 \text{ мин}$.

Ответ: 1,2 А; 9,16 Ом; 6264 Дж

4. В стакане содержится 250 г воды. Погружённый в стакан термометр показал температуру $t_2 = 78^\circ \text{ C}$. Какой была температура воды до погружения в неё термометра?

Теплоёмкость термометра $C = 20 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ и до погружения в воду он показывал температуру

$t_1 = 20^\circ \text{ C}$. Удельная теплоёмкость воды $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$. Теплоёмкостью сосуда пренебречь.

Ответ: $t = t_2 + \frac{C}{mc}(t_2 - t_1) = 79,1^\circ \text{ C}$

5. Некоторая планета массы $M = 6 \cdot 10^{23} \text{ кг}$ имеет радиус $R = 4000 \text{ км}$. Какова должна быть продолжительность суток на этой планете, чтобы тела на экваторе испытывали невесомость? Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$.

Ответ: 7940 с = 132 м = 2,2 часа

10 класс

1. Из одной точки, находящейся на высоте $H = 300\text{ м}$ над поверхностью земли, в горизонтальном направлении выпускают две сигнальные ракеты со скоростями $U_1 = 100\text{ м/с}$, $U_2 = 80\text{ м/с}$. Угол между направлением начальных скоростей был равен $\alpha = 60^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$.

а) Найдите расстояние между ракетами в момент их вспышки, если время горения запала $t = 5\text{ с}$.

б) На какой высоте над поверхностью земли будет находиться каждая из ракет в момент вспышки?

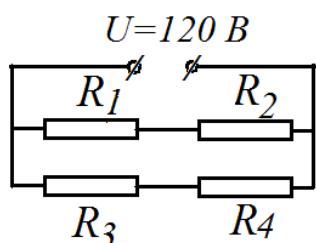
Ответ: $S = 458\text{ м}$, $h = 175\text{ м}$

2. Стальной шарик падает с высоты $H = 20\text{ м}$ и отскакивает от стальной плиты, лежащей на поверхности земли. Через $t = 2\text{ с}$ после первого из той же точки падает второй шарик. На какой высоте над поверхностью шарики столкнутся? Удар считать абсолютно упругим, ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$.

Ответ: 15 м

3. Небольшой диск массой 100 г , летящий под углом $\alpha = 53^\circ$ к горизонту, ударяется о поверхность льда и отскакивает под углом $\beta = 37^\circ$ к горизонту, потеряв при ударе 75% своей кинетической энергии. Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$. Скорость диска перед ударом $V_1 = 5\text{ м/с}$, продолжительность удара $t = 0,2\text{ с}$. Определить силу удара.

Ответ: $3,75\text{ Н}$



4. На приведённой схеме сопротивления резисторов $R_1 = 20\text{ Ом}$, $R_3 = 10\text{ Ом}$. Напряжения на втором и четвёртом резисторах, изготовленных из стальной проволоки диаметра d , равны $U_2 = 20\text{ В}$, $U_4 = 40\text{ В}$. На изготовление второго и четвёртого резисторов ушло $L = 9,42\text{ м}$ стальной проволоки. Определить диаметр проволоки, если её удельное

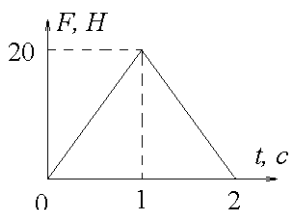
сопротивление $\rho = 0,12 \cdot 10^{-6}\text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Ответ: $0,4\text{ мм}$

5. На дне сосуда с жидкостью находится источник, дающий узкий луч света. Направление луча можно менять. Показатель преломления жидкости $n = 1,25$, глубина слоя жидкости $H = 1,8\text{ м}$. Определите минимальное и максимальное время, за которое луч света проходит слой жидкости. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8\text{ м/с}$.

Ответ: $0,75 \cdot 10^{-8}\text{ с}$; $1,25 \cdot 10^{-8}\text{ с}$

11 класс

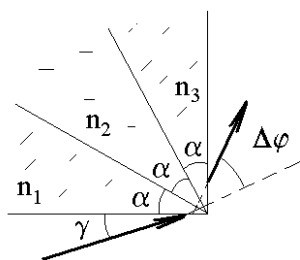


1. По горизонтальному гладкому льду скользит шайба массы $m = 20$ г со скоростью v_0 перпендикулярной вертикальной плоской стене, и отскакивает от нее по той же траектории. Сила давления стены на шайбу изменяется со временем так, как показано на графике. Найти величину скорости налетающей шайбы v_0 .

Ответ: 500 м/с

2. На горизонтальную шероховатую поверхность падает маленький упругий мячик под углом α к горизонту и практически мгновенно отскакивает от нее под углом β . Найти $\operatorname{tg} \beta$, если $\operatorname{tg} \alpha = 4$, а коэффициент трения скольжения о поверхность $\mu = 0,1$. Во время удара силой тяжести пренебречь.

Ответ: 20



3. Три клина с одинаковым углом $\alpha = 30^\circ$ из стекла разного сорта склеены своими плоскими поверхностями так, что угол поперечного сечения получившейся детали равен 90° . Их показатели преломления равны $n_1 = 1,3$, $n_2 = 1,4$, $n_3 = 1,5$. В плоскости поперечного сечения под углом $\gamma = 10^\circ$ к нижней поверхности падает луч и выходит из боковой поверхности, отклонившись от первоначального направления на $\Delta\varphi$. Найти $\Delta\varphi$,

если толщиной клея можно пренебречь.

Ответ: $72,3^\circ$

4. Тонкая пластмассовая мишень массой $M = 100$ г летит горизонтально. В некоторый момент в нее снизу попадает пуля массой $m = 18$ г, летящая вверх со скоростью $v_1 = 30$ м/с, и пробивает ее насквозь, после чего пуля взлетает на высоту $h = 1,25$ м. На какую высоту H подпрыгнет тарелочка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: 4,50 см

5. В гладкостенном цилиндрическом сосуде под поршнем находится 2 л водяного пара при 100°C и нормальном атмосферном давлении. Поршень опускают, и объем пара изобарно уменьшается вдвое. Какое количество теплоты отдаёт этот пар, если при этом его температура не изменяется? Удельная теплота парообразования $\lambda = 2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг, молярная масса воды $\mu = 0,018$ кг/моль.

Ответ: 1,44 кДж

Критерии оценивания

Все задачи максимально оцениваются, если приведено полное решение и получен ответ.

При частичном решении возможно начисление баллов за

- наличие необходимых законов;
- правильное изображение необходимых схем с пояснениями к введенным обозначениям;
- есть верные преобразования, но не доведенные до конца.

Сумма баллов при частичном решении не более 50 % от максимальной оценки.

За допущенные ошибки в вычислениях снимается от 2 до 5 баллов.

- ошибки в итоговой формуле (округление до целого числа допускается) – снимается 2 балла.

- ошибки в промежуточных вычислениях, приведшие к неверному ответу – снимается до 5 баллов.

Заключительный этап

7 класс

1. Из города **А** в город **В** поезд отходит в **7.30** и идёт со средней скоростью $V_1 = 60 \text{ км/час}$. Из города **В** в город **А** поезд отходит в **7.45** и идёт со скоростью $V_2 = 80 \text{ км/час}$. Расстояние между городами $S = 160 \text{ км}$. Во сколько произойдёт встреча этих поездов и на каком расстоянии от города **А**?

Решение

Время движения первого поезда до встречи найдём из условия $S = V_1 t + V_2 (t - 0,25)$. Подставляя числовые данные, получаем $t = 1,29 \text{ часа} = 1 \text{ час } 17 \text{ мин}$. Следовательно, встреча произойдёт в **8 час 47 мин**.

Поезд, вышедший из пункта **А** пройдёт расстояние $L = V_1 t = 77,4 \text{ км}$

Ответ: 8 часов 47 минут; 77,4 км.

2. Для кошек породы донской сфинкс характерна повышенная по сравнению с кошками других пород температура тела. В норме их температура $40 - 42^\circ \text{C}$. Если бы вы хотели рассказать о такой кошке другу, живущему в Америке, то надо перевести температуру из шкалы Цельсия в шкалу Фаренгейта, чтобы он вас понял. Для определённости возьмём температуру кошки равной 41°C . Переведите эту температуру в шкалу Фаренгейта.

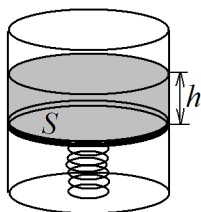
Температура таяния льда на шкале Фаренгейта равна $+32^\circ \text{F}$ (0°C на шкале Цельсия), а температура кипения воды на шкале Фаренгейта $+212^\circ \text{F}$ (100°C на шкале Цельсия).

Решение

Интервалу 100°C (по шкале Цельсия) соответствует $212 - 32 = 180^\circ \text{F}$ (по шкале Фаренгейта). Следовательно, $1^\circ \text{C} = \frac{180}{100} = \frac{9}{5} \text{F}$. Помним, что 0°C на шкале Цельсия

соответствует $+32^\circ \text{F}$. Тогда искомая температура $t_F = \frac{9}{5} t_C + 32 = 105,8$

Ответ: 105,8



3. В сосуде находится лёгкий поршень, связанный с дном сосуда пружиной. Поршень может скользить в сосуде без трения. Если в сосуд налить 1 литр воды, то пружина сожмётся до длины $L_1 = 10 \text{ см}$. Если налить столб керосина такой же высоты, то длина пружины станет равной $L_2 = 13 \text{ см}$. Определить жёсткость пружины. Плотность воды $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность керосина $\rho_2 = 700 \text{ кг/м}^3$.

Решение

На поршень действуют сила давления жидкости (направлена вниз) и сила упругости пружины (направлена вверх). Запишем равенство этих сил для двух жидкостей

$$\rho_1 g h S = k(L_0 - L_1),$$

$$\rho_2 g h S = k(L_0 - L_2).$$

После вычитания получаем $k = \frac{(\rho_2 - \rho_3)gV}{L_2 - L_1} = 100 \text{ Н/м}$.

Ответ: 100 Н/м

4. В сосуд поместили 16 золотников первого вещества плотности $\rho_1 = 1,5 \text{ г/см}^3$, 0,25 фунта второго вещества плотности $\rho_2 = 2,6 \text{ г/см}^3$ и добавили $m = 80 \text{ г}$ воды плотности $\rho_3 = 1,0 \text{ г/см}^3$. Определить плотность получившегося раствора.
Справочные материалы: 1 фунт = 96 золотников = 409,5 г

Решение

Масса первого вещества: **16 золотников = $\frac{1}{6}$ фунта = 68,25 г = m_1** .

Его объём $\frac{V_1}{\rho_1} = 5,5 \text{ см}^3$.

Масса второго вещества: **$m_2 = \frac{1}{4}$ фунта = 102,375 г. $V_2 = 39,375 \text{ см}^3$** .

Масса третьего (воды) вещества: **$m_3 = 80 \text{ г}$. $V_3 = 80 \text{ см}^3$** .

Плотность смеси $\frac{m_1 + m_2 + m_3}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{250,625}{164,875} = 1,52 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Ответ: 1,52 г/см³

5. В сосуд положили 30 кусочков сахара и 50 кубиков льда. Сосуд оставили в тёплом помещении ($t = 20^\circ \text{C}$), а на другой день замеры плотности полученного раствора. Чему она оказалась равна?
Размер рёбер кусочка сахара равен $a = 15 \text{ мм}$, $b = 16 \text{ мм}$, $c = 20 \text{ мм}$, ребро кубика льда $d = 20 \text{ мм}$. Плотность воды $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$, сахара $\rho_2 = 1600 \text{ кг/м}^3$, льда $\rho_3 = 900 \text{ кг/м}^3$.
Ответ дать в г/см^3 с точностью до сотых.

Решение

Объём сахара **$V_c = 30abc = 144 \text{ см}^3$** , масса сахара **$m_c = \rho_2 V_c = 230 \text{ г}$** .

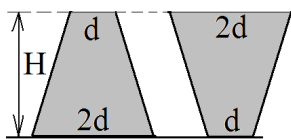
Масса льда **$m_d = 50a^3 \rho_3 = 360 \text{ г}$** .

Объём воды, полученной после таяния льда **$V_e = \frac{m_d}{\rho_1} = 36 \text{ см}^3$** , масса воды 360 г.

Плотность получившегося раствора **$\rho = \frac{m_c + m_d}{V_c + V_e} = \frac{230 + 360}{144 + 360} = 1,17 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$** .

Ответ: 1,17 г/см³

8 класс



1. Два сосуда одинакового объёма заполнены водой до высоты $H = 0,8\text{ м}$. Определить, на сколько H различаются силы давления воды на дно первого и второго сосудов, если $d = 20\text{ см}$. Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$, а плотность воды $\rho_1 = 1000\text{ кг/м}^3$. Что надо сделать, чтобы давления на дно сосудов стали одинаковыми?

Решение

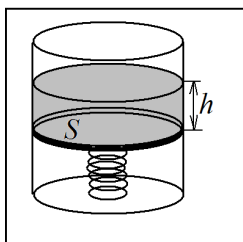
Сила давления воды на дно сосуда $F = PS$.

Тогда для первого сосуда $F_1 = \rho g H \pi d^2$

Для второго $F_2 = \rho g H \pi d^2 \frac{1}{4}$.

Разность сил $\Delta F = \frac{1}{3} \rho g H \pi d^2 = 754\text{ Н}$.

Ответ: 754 Н



2. В сосуде находится лёгкий поршень, связанный с дном сосуда пружиной. Поршень может скользить в сосуде без трения. Если в сосуд налить воду до высоты h , то пружина сожмётся до длины $L_1 = 10\text{ см}$. Если до той же высоты налить керосин, то длина пружины станет равной $L_2 = 13\text{ см}$. Определить длину пружины в недеформированном состоянии. Плотность воды $\rho_1 = 1000\text{ кг/м}^3$, плотность керосина $\rho_2 = 700\text{ кг/м}^3$.

Решение

На поршень действуют сила давления жидкости (направлена вниз) и сила упругости пружины (направлена вверх). Запишем равенство этих сил для двух жидкостей.

$$\rho_1 g h S = k(L_0 - L_1),$$

$$\rho_2 g h S = k(L_0 - L_2).$$

После деления получаем $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{L_0 - L_1}{L_0 - L_2} = \frac{10}{7}$. Отсюда получаем $L_0 = 20\text{ см}$.

Ответ: 20 см

3. В калориметре находилось $m_1 = 400\text{ г}$ воды при температуре $t_1 = 5^\circ\text{ C}$. К ней добавили ещё $m_2 = 200\text{ г}$ воды при температуре $t_2 = 10^\circ\text{ C}$ и положили $m_3 = 400\text{ г}$ льда при температуре $t_3 = -60^\circ\text{ C}$. Определить конечную температуру содержимого и состав.

Удельная теплоёмкость воды $c_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, удельная теплоёмкость льда $c_2 = 2120 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$,

удельная теплота плавления льда $\lambda = 330\text{ кДж/кг}$. Теплоёмкостью калориметра можно пренебречь.

Решение

При остывании воды до 0°C выделится теплота:

$$Q_1 = c_1(m_1(0 - t_1) + m_2(90 - t_2)) = -16,8 \text{ кДж}$$

Для нагревания льда до 0°C необходимо $Q_2 = c_2 m_3(0 - t_3) = 50,88 \text{ кДж}$.

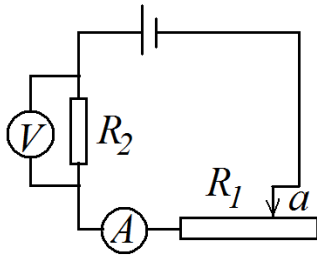
Следовательно, таяния льда происходить не будет, а вода будет кристаллизоваться

$Q_2 - Q_1 = \Delta m \lambda$. В лёд превратится $\Delta m = 0,1 \text{ кг}$ воды.

Следовательно, масса льда $m_{\text{льда}} = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ кг}$,

масса воды $m_{\text{воды}} = 0,4 + 0,2 - 0,1 = 0,5 \text{ кг}$.

Ответ: 500 г воды, 500 г льда при 0°C



4. На приведённой схеме напряжение на источнике равно $8,6 \text{ В}$, движок реостата находится на расстоянии $a = L/4$ от правого края. Реостат изготовлен из проволоки с удельным сопротивлением $\rho = 0,15 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, навитой на цилиндрический каркас радиуса $r = 2 \text{ см}$. Длина получившейся катушки $L = 40 \text{ см}$, витки прилегают вплотную друг к другу, их количество $N = 400$. Определить показания амперметра и вольтметра.

Решение

Сопротивление проволоки, из которой изготовлен реостат $R_1 = \frac{\rho L_1}{S_1}$.

Длина проволоки $L_1 = 2\pi r N$, площадь поперечного сечения проволоки $S_1 = \frac{\pi d^2}{4}$, где

$d = \frac{L}{N} = 1 \text{ мм}$ - диаметр проволоки. После подстановки $R_1 = \frac{8\rho N r}{d^2} = 9,6 \text{ Ом}$.

По условию задачи задействовано $\frac{3}{4}R_1 = 7,2 \text{ Ом}$.

Тогда сила тока $I = \frac{8,6}{R_2 + 7,2}$, напряжение $U = I \cdot R_2$

Ответ: $I = \frac{8,6}{R_2 + 7,2}$

5. У Рэя Брэдбери есть фантастический роман «451 градус по Фаренгейту». Сколько это будет в градусах Цельсия?

Температура таяния льда на шкале Фаренгейта равна $+32^{\circ}\text{F}$ (0°C на шкале Цельсия), а температура кипения воды $+212^{\circ}\text{F}$ (100°C на шкале Цельсия) (при нормальном атмосферном давлении).

Решение

Интервалу 100°C (по шкале Цельсия) соответствует $212 - 32 = 180^{\circ}\text{F}$ (по шкале Фаренгейта).

Следовательно, $1^{\circ}\text{C} = \frac{180}{100} = \frac{9}{5}^{\circ}\text{F}$, а $1^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9}^{\circ}\text{C}$. Тогда $t_{\text{C}} = \frac{5}{9}(t_{\text{F}} - 32) = 233^{\circ}\text{F}$.

Ответ: 233°

9 класс

1. На тело, покоящееся в начале координат, начинает действовать постоянная сила F . Спустя $t_1 = 20\text{ с}$ направление силы мгновенно меняется на противоположное. Через некоторое время после этого тело возвращается в начало координат. Найти отношение скорости тела в момент прохождения начала координат к скорости, которой обладало тело в момент $t_1 = 20\text{ с}$.

Решение

Действующая на тело сила сообщает ему ускорение a . Пусть направление силы и направление оси X совпадают. Координата тела через 20 с будет $x_1 = \frac{at_1^2}{2}$, а скорость $V_1 = at_1$.

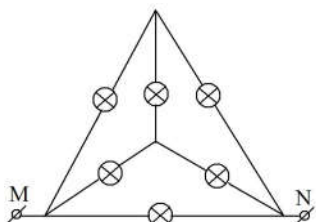
Когда направление силы сменится на противоположное, то направление ускорения тоже изменится на противоположное и тогда $V_2 = V_1 - at_2 = at_1 - at_2$.

Координата $0 = x_1 + V_1 t_2 - \frac{at_2^2}{2}$.

После подстановки получаем квадратное уравнение $t_2^2 - 2t_1 t_2 - t_1^2 = 0$.

Решение даёт $t_2 = 48,3\text{ с}$. Отношение скоростей $\frac{V_2}{V_1} = \frac{a(t_2 - t_1)}{at_1} = 1,415$.

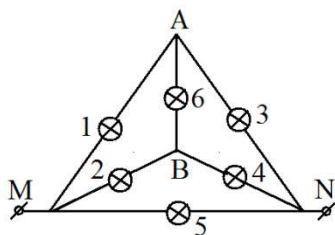
Ответ: 1,415 раз



2. Шесть одинаковых лампочек соединены, как указано на схеме. Определить сопротивление между точками M и N , если сопротивление каждой лампочки $r = 10\text{ Ом}$. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь.

Решение

Потенциал точки A равен потенциалу точки B , то есть через лампочку 6 ток не течёт.



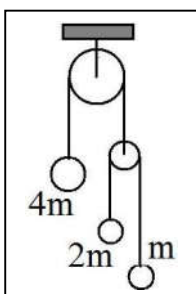
Тогда сопротивление $R_{12} = \frac{r}{2} = R_{34}$. Сопротивление

$$R_{1-4} = R_{12} + R_{34} = r.$$

Общее сопротивление найдём из условия $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{1-4}} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r}$.

Отсюда $R = \frac{r}{2} = 5\text{ Ом}$.

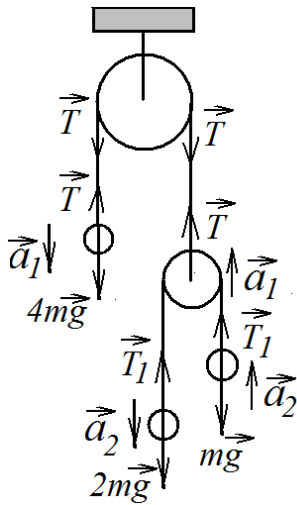
Ответ: 5 Ом



3. Определите ускорение груза массы 4 т на приведённой схеме. Все нити считать невесомыми и нерастяжимыми, блоки невесомыми. Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$.

Решение

На рисунке указаны действующие силы и ускорения. Запишем II закон Ньютона для всех грузов



$$\begin{aligned} 4mg - T &= 4ma_1 \\ 2mg - T_1 &= 2m(-a_1 + a_2) \\ mg - T_1 &= -m(a_1 + a_2) \end{aligned}$$

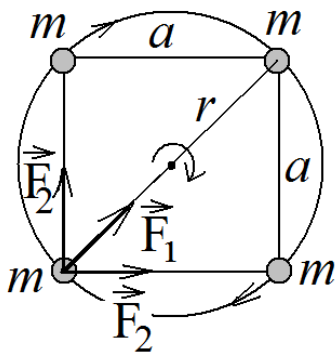
Решая эту систему уравнений с учётом, что $T_1 = \frac{T}{2}$, получаем

$$a = 2\text{ м/с}^2.$$

Ответ: 2 м/с²

4. В четырёх вершинах квадрата со стороной $a = 5 \text{ км}$ находятся 4 астероида с одинаковой массой $m = 4 \cdot 10^{15} \text{ кг}$, которые вращаются вокруг общего центра масс. Система находится вдали от других звёздных тел. Определите линейную скорость вращения астероидов. Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$.

Решение



На каждый астероид действуют три силы со стороны других. Сумма этих сил направлена по диагонали квадрата и равна $F = 2F_2 \cos\alpha + F_1$. (1)

Сила $F_1 = \frac{Gmm}{r^2} = \frac{Gm^2}{2a^2}$, силы $F_2 = \frac{Gm^2}{a^2}$.

Подставляя в (1), получим $2 \frac{Gm^2}{a^2} \cos\alpha + \frac{Gm^2}{2a^2} = \frac{mV^2}{r}$,

Подставляя $r = \frac{a\sqrt{2}}{2}$ и $\cos 45^\circ$, получим $2 \frac{Gm^2 \sqrt{2}}{a^2} + \frac{Gm^2}{2a^2} = \frac{mV^2 2}{a\sqrt{2}}$.

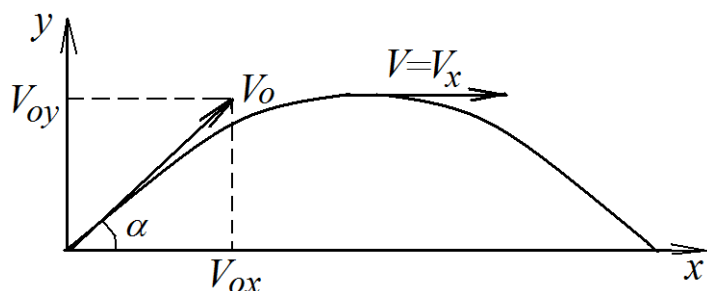
Скорость равна $V = \sqrt{\frac{Gm}{a} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)} = 8,5 \text{ м/с}$.

Ответ: 8,5 м/с

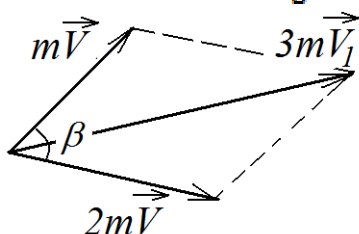
5. Два пластилиновых шара массами m и $2m$ брошены под углом $\alpha = 60^\circ$ с одинаковыми скоростями $V_0 = 12 \text{ м/с}$. Угол между плоскостями, в которых лежит траектория полёта каждого тела $\beta = 53^\circ$. В верхней точке траектории шары сталкиваются и слипаются. С какой скоростью они упадут на землю? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Ответ дать в м/с точностью до десятых

Решение



Скорость каждого тела в верхней точке траектории $V = V_0 \cos \alpha = 6 \text{ м/с}$. Высота подъёма каждого тела $h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 5,4 \text{ м}$.



Далее используем закон сохранения импульса. На рисунке показаны направления импульсов (вид сверху).

$$m\vec{V} + 2m\vec{V} = 3m\vec{V}_1$$

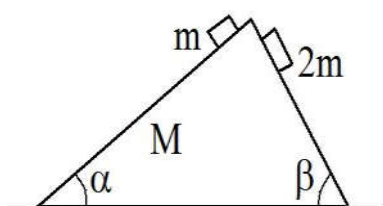
Используя теорему косинусов, найдём скорость после удара $V_1 = \frac{\sqrt{V^2 + 4V^2 + 4V^2 \cos \beta}}{3} = 5,44 \text{ м/с}$.

Чтобы найти скорость в момент падения на землю, воспользуемся законом сохранения энергии: $\frac{3mV_1^2}{2} + 3mgh = \frac{3mV_2^2}{2}$.

Скорость $V_2 = \sqrt{2gh + V_1^2} = 11,7 \text{ м/с}$.

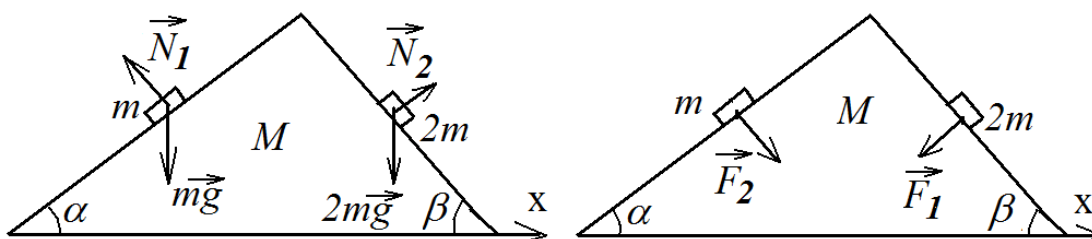
Ответ: 11,7 м/с

10 класс



1. Клин, у которого все поверхности гладкие, находится на гладком столе. Бруски массой m и $2m$ одновременно начинают скользить с вершины клина. Определите ускорение клина. Углы при основании клина $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$, масса клина $M = m\sqrt{3}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение



На рисунке отдельно показаны силы, действующие на бруски и на клин.

Силы, действующие на клин $|F_1| = N_1 = mg \cos \alpha$; $|F_2| = N_2 = 2mg \cos \beta$.

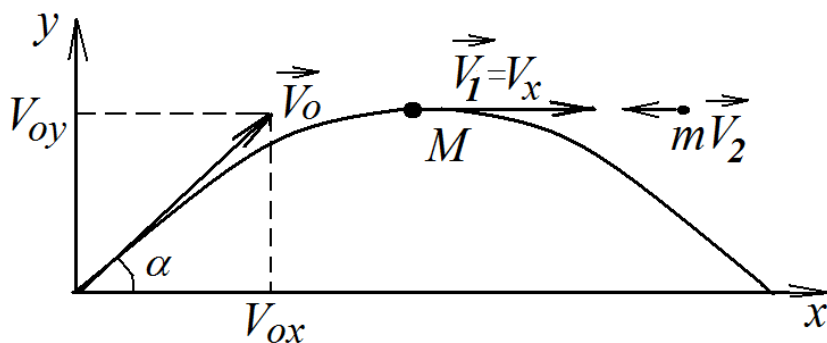
По II закону Ньютона для клина $F_2 \sin \beta - F_1 \sin \alpha = Ma$.

Подставляем силы и выражаем ускорение $a = \frac{mg}{M} (2 \sin \beta \cos \beta - \sin \alpha \cos \alpha) = \frac{g}{4} = 2,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: $2,5 \text{ м/с}^2$

2. С поверхности земли под углом $\alpha = 60^\circ$ со скоростью $V_0 = 40 \text{ м/с}$ брошено тело массой $M = 8m$. Когда это тело находится в верхней точке траектории, в него попадает пуля массой m , летящая горизонтально навстречу ему со скоростью $V_2 = 200 \text{ м/с}$. Тело раскалывается на две одинаковые части. Одна часть падает через $t = 2 \text{ с}$ точно под местом столкновения. С какой скоростью упадёт на землю вторая часть с застрявшей в ней пулей?

Решение



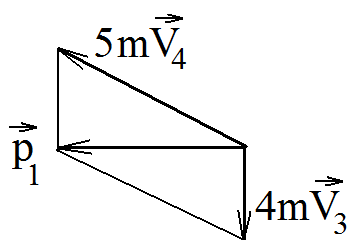
Скорость тела в верхней точке траектории $V = V_0 \cos \alpha = 20 \text{ м/с}$. Высота подъёма тела

$$h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 60 \text{ м.}$$

Импульс системы перед взаимодействием $mV_2 - 8mV_1 = p_1$.

Направления импульсов после взаимодействия см. на рисунке.

Скорость первой части найдём, зная время падения $h = V_3 t + \frac{gt^2}{2}$, отсюда $V_3 = 20 \text{ м/с}$.



Из рисунка $p_1^2 + (4mV_3)^2 = (5mV_4)^2$. Подставляя импульс перед ударом, получаем $V_4^2 = 320 \text{ м}^2/\text{с}^2$.

Запишем для второго осколка закон сохранения энергии $\frac{5mV_4^2}{2} + 5mgh = \frac{5mV_5^2}{2}$.

Тогда $V_5 = \sqrt{2gh + V_4^2} = 39 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 39 м/с²

3. Горизонтальный теплоизолированный сосуд разделён подвижным теплопроводящим поршнем на две части. В левой части объёмом V находится гелий при температуре $t_1 = -73^\circ \text{C}$, а в правой, объёмом $2V$ аргон при температуре $t_2 = 327^\circ \text{C}$.

1) Определить во сколько раз изменится объём гелия при установлении теплового равновесия?

2) Чему равна конечная температура?

Длина сосуда $L = 0,6 \text{ м}$, поршень движется без трения.

Решение

V	$2V$
$T_1 = 200 \text{ K}$	$T_2 = 600 \text{ K}$

Запишем уравнение состояния для первой и второй части, учитывая, что давление одинаковое $\nu_1 RT_1 = pV$; $\nu_2 RT_2 = p2V$. Отсюда получаем $\nu_1 = 1,5\nu_2$.

Температуру после установления теплового равновесия найдём, приравняв внутреннюю энергию системы в начальном и конечном состояниях:

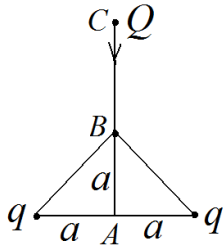
$$\frac{3}{2}\nu_1 RT_1 + \frac{3}{2}\nu_2 RT_2 = \frac{3}{2}(\nu_1 + \nu_2)RT, \text{ отсюда } T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = 360 \text{ K}.$$

В конечном состоянии $\nu_1 RT = p(V + \Delta V)$; $\nu_2 RT = p(2V - \Delta V)$.

После деления получаем $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{V + \Delta V}{2V - \Delta V}$. Получаем изменение объёма $\Delta V = \frac{4V}{5}$.

Объём гелия $V_F = V + \frac{4}{5}V = \frac{9}{5}V$. Следовательно, объём увеличился в 1,8 раза.

Ответ: 1,8 раза; 360 K



4. Два одинаковых заряда $q = \sqrt{20} \text{ мкКл}$ закреплены на расстоянии $2a$ друг от друга. Заряд $Q = -2 \text{ нКл}$ массы 1 мг начинает движение с нулевой начальной скоростью из точки С. Чему будет равна его скорость в точке В? Расстояние $CA = 3a$. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$, $a = 0,5 \text{ м}$.

Решение

Потенциал в точке С: $\varphi_1 = 2 \frac{kq}{r_1}$, где $r_1 = \sqrt{a^2 + 9a^2} = a\sqrt{10}$.

Потенциал в точке В: $\varphi_2 = 2 \frac{kq}{r_2}$, где $r_2 = a\sqrt{2}$.

Работа электрического поля по перемещению заряда переходит в кинетическую энергию $\frac{mv^2}{2} = Q(\varphi_1 - \varphi_2)$.

Подставляя потенциалы, получаем скорость $V = \sqrt{\frac{4kQq(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{10}})}{am}} = 15,9 \text{ м/с}$.

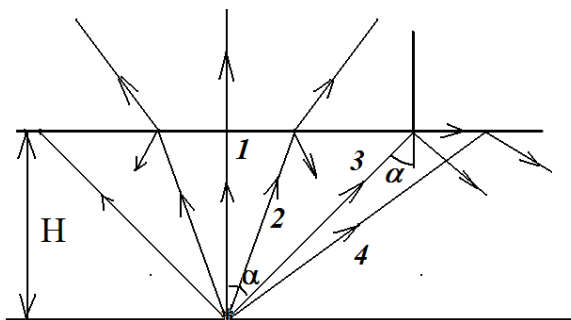
Ответ: 15,9 м/с

5. На дне сосуда с жидкостью находится источник, дающий узкий луч света. Направление луча можно менять. Показатель преломления жидкости $n = 1,25$, глубина слоя жидкости $H = 1,8 \text{ м}$. Определите, на сколько нс различаются минимальное и максимальное время, за которое луч света проходит слой жидкости. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

Решение

От точечного источника на дне лучи распространяются под разными углами. Меньшее время до выхода из воды затратит луч 1. Скорость света в воде $v = \frac{c}{n}$.

Минимальное время $t_1 = \frac{H}{v} = \frac{Hn}{c} = \frac{1,8 \cdot 1,25}{3 \cdot 10^8} = 0,75 \cdot 10^{-8} \text{ с} = 7,5 \text{ нс}$.



Для всех лучей кроме 4, наблюдаются как преломленные, так и отражённые лучи. Для третьего луча угол α является предельным, преломленный луч для него идёт по границе раздела, для лучей у которых угол падения больше предельного (например 4) будет наблюдаться явление полного внутреннего отражения, то есть они не выйдут из воды. Следовательно,

наибольшее время будет наблюдаться для луча 3.

По закону преломления для 3 луча $\frac{\sin \alpha}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n}$, $\sin \alpha = \frac{1}{1,25} = 0,8$

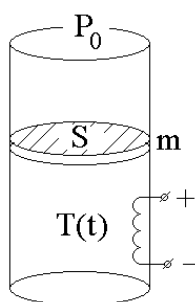
Путь 3 луча $S = \frac{H}{\cos \alpha} = \frac{H}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} = \frac{1,8}{0,6} = 3 \text{ м.}$

Максимальное время $t_2 = \frac{Sn}{c} = \frac{3 \cdot 1,25}{3 \cdot 10^8} = 1,25 \cdot 10^{-8} \text{ с} = 12,5 \text{ нс}$

Разница времен $12,5 \text{ нс} - 7,5 \text{ нс} = 5 \text{ нс.}$

Ответ: 5 нс

11 класс



1. В вертикальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде с гладкими стенками горизонтальный поршень массы $m = 3$ кг и площадью $S = 30 \text{ см}^2$ удерживается в равновесии криптоном в количестве 2 моль при температуре $T_0 = 300$ К. Газ начали медленно нагревать так, что его температура стала линейно изменяться во времени по закону $T = T_0 + b \cdot t$, где постоянная $b = 0,02$ К/сек. Найти мощность нагревателя. Атмосферное внешнее давление $P_0 = 10^5$ Па; $g = 10 \text{ м/с}^2$; газ считать

идеальным

Решение

В каждый момент времени поршень будет находиться в равновесии, что означает изобарический процесс. При изобарическом нагревании газ совершает работу, равную

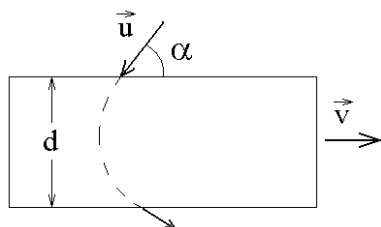
$A = p\Delta V = \nu R\Delta T$, а его внутренняя энергия изменяется по формуле $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$, так как

криптон - одноатомный газ. Таким образом, тепло, полученное газом, равно

$$\Delta Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\Delta T, \quad \text{а мощность нагревателя}$$

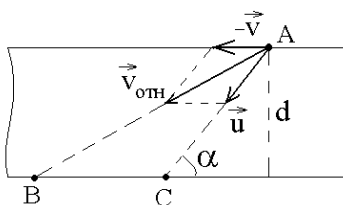
$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{5}{2}\nu R \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{5}{2}\nu R \cdot b = \frac{5}{2} \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 0,02 = 0,831 \text{ Вт.}$$

Ответ: 0,831 Вт



2. Длинная горизонтальная лента шириной 12 см движется с постоянной продольной скоростью $v = 15$ см/с. Под углом $\alpha = 30^\circ$ к краю ленты в той же плоскости на нее въезжает маленькая шайба со скоростью $u = 50$ см/с и оставляет за собой след. Из за трения шайба меняет свою скорость и направление движения и в конце концов покидает полосу с некоторой скоростью. Сколько времени находилась шайба на ленте? Коэффициент трения скольжения шайбы о ленту $\mu = 0,02$; $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение



Перейдем в инерциальную систему отсчета, связанную с лентой. В этой системе у шайбы будет относительная скорость

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + u^2 + 2 \cdot v \cdot u \cdot \cos \alpha} = \sqrt{0,15^2 + 0,5^2 + 2 \cdot 0,15 \cdot 0,5 \cdot \cos 30^\circ} = 0,634 \text{ м/с}$$

Сила трения создает тормозящее ускорение $a = \mu g = 0,2 \text{ м/с}^2$.

Путь, пройденный шайбой по ленте найдем из пропорции

$$\frac{AB}{v_{\text{отн}}} = \frac{AC}{u} = \frac{d}{u \cdot \sin \alpha} \Rightarrow AB = \frac{v_{\text{отн}} d}{u \cdot \sin \alpha} = \frac{0,634 \cdot 0,12}{0,5 \cdot 0,5} = 0,304 \text{ м}$$

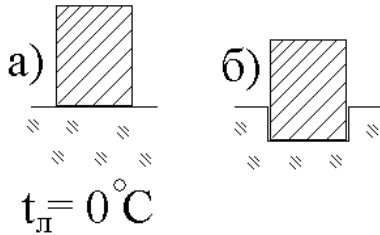
Составим уравнение кинематики равнозамедленного движения $AB = v_0 t - \frac{at^2}{2}$

или $0,1t^2 - 0,634 \cdot t + 0,304 = 0$. Решим уравнение: $D = 0,634^2 - 4 \cdot 0,1 \cdot 0,304 = 0,280$;

$$t_1 = \frac{0,634 - \sqrt{0,28}}{0,2} = 0,524 \text{ с}, \quad t_2 = \frac{0,634 + \sqrt{0,28}}{0,2} = 5,82 \text{ с}.$$

Второй ответ не подходит (это время возврата назад в точку В).

Ответ: 0,524 с



3. Цилиндр из легкого сплава массы $m = 600$ г нагрели до температуры $t_0 = 850$ °С и поставили на горизонтальную поверхность толстого слоя льда, температура которого $t_{\text{л}} = 0^\circ\text{C}$ (см. рис. а). При плавлении льда в нем образуется цилиндрическая лунка с чуть большим радиусом, чем у цилиндра (рис. б), вода вытесняется на поверхность в виде тонкого слоя, а цилиндр погружается в лунку, при этом он

окружен снизу и с боков тонким слоем воды, объемом которого можно пренебречь. Какой объем воды выльется через края лунки к моменту достижения теплового равновесия? Считать, что теплообмен происходит только между цилиндром, слоем льда и водой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Справочные данные: теплоемкости: сплава 2000 Дж/кг·К; воды 4200 Дж/кг·К;

теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг;

плотности: сплава 800 кг/м³; воды 1000 кг/м³; льда 900 кг/м³

Решение

Вода из лунки будет вытесняться до тех пор, пока цилиндр не начнет плавать или он успеет охладиться до 0°C , но его дно все еще будет касаться льда. При плавании сила Архимеда будет компенсировать силу тяжести:

$$F_A = mg \quad \Rightarrow \quad \rho_{\text{воды}} g V_{\text{погр}} = mg \quad \Rightarrow \quad V_{\text{погр}} = \frac{m}{\rho_{\text{воды}}} = \frac{0,6}{1000} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3. \text{ - объем погруженной части равен}$$

объему расплавленного льда и вытекшей воды. Тогда масса этого льда равна

$$m_{\text{л}} = \rho_{\text{льда}} V_{\text{погр}} = 900 \cdot 6 \cdot 10^{-4} = 0,54 \text{ кг}.$$

Найдем изменение температуры цилиндра:

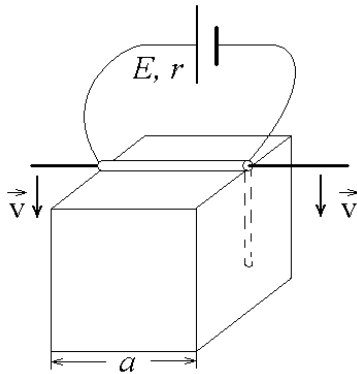
$$m C_{\text{сплава}} \Delta T = m_{\text{льда}} \lambda \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \frac{m_{\text{льда}} \lambda}{m C_{\text{сплава}}} = \frac{0,54 \cdot 3,3 \cdot 10^5}{0,6 \cdot 2000} = 148,5^\circ\text{C}.$$

Цилиндр охладится до $t_1 = 850 - 148,5 = 701,5^\circ\text{C}$. До 0°C еще очень далеко, лед продолжит таять, но из лунки не выльется, при этом вода будет находиться под цилиндром.

Таким образом, к моменту начала плавания из лунки вытекло

$$V_{\text{погр}} = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{воды}}} = \frac{0,54}{1000} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 0,54 \text{ литра}$$

Ответ: 0,54 литра



4. На горизонтальный стол положили кубик из льда с ребром $a = 10$ см, который необходимо разрезать, используя тонкую нагревательную стальную нить, длиной равной длине ребра куба и площадью поперечного сечения $S = 1$ мм². Нить подключена к источнику тока с ЭДС 1,5 В и внутренним сопротивлением $r = 0,041$ Ом. При плавлении льда эта нить удерживается в горизонтальном положении и опускается со скоростью v вертикально вниз. Найти эту скорость, если температура ледяного куба равна 0°C. Считать, что все тепло, выделившееся в нити, идет только на плавление льда, а

удельное сопротивление стали слабо зависит от температуры.

Справочные данные:

удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг;

плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³.

удельное сопротивление стали $\rho_{\text{ст}} = 9 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Решение

Найдем сопротивление стальной нити: $R = \frac{\rho_{\text{ст}} l}{S_{\text{сеч}}} = \frac{9 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1}{10^{-6}} = 0,009$ Ом.

Из закона Ома для замкнутой цепи найдем силу тока: $I = \frac{E}{R + r} = \frac{1,5}{0,009 + 0,041} = 30$ А.

Тепловая мощность в нити $P = I^2 R = 30^2 \cdot 0,009 = 8,1$ Вт.

За одну секунду выделится $Q = 8,1$ Дж тепла, которое пойдет на плавление льда массы

$m = \frac{Q}{\lambda} = \frac{8,1}{3,3 \cdot 10^5} = 2,45 \cdot 10^{-5}$ кг, объем такого количества льда

$V = \frac{m}{\rho_{\text{л}}} = \frac{2,45 \cdot 10^{-5}}{900} = 2,73 \cdot 10^{-8}$ м³. Нить оставляет за собой прорезь, толщина которой

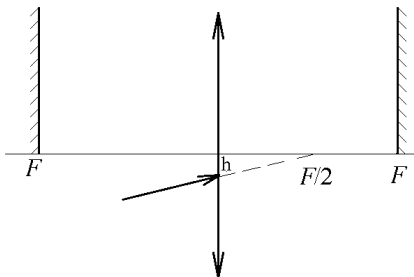
равна диаметру нити $d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 1,13 \cdot 10^{-3}$ м, а ширина равна длине ребра.

Таким образом, можно найти глубину проникновения нити за одну секунду

$h = \frac{V}{d \cdot a} = \frac{2,73 \cdot 10^{-8}}{1,13 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1} = 2,42 \cdot 10^{-4}$ м или 0,242 мм. Итак, скорость продвижения нити

равна 0,242 мм/с

Ответ: 0,242 мм/с

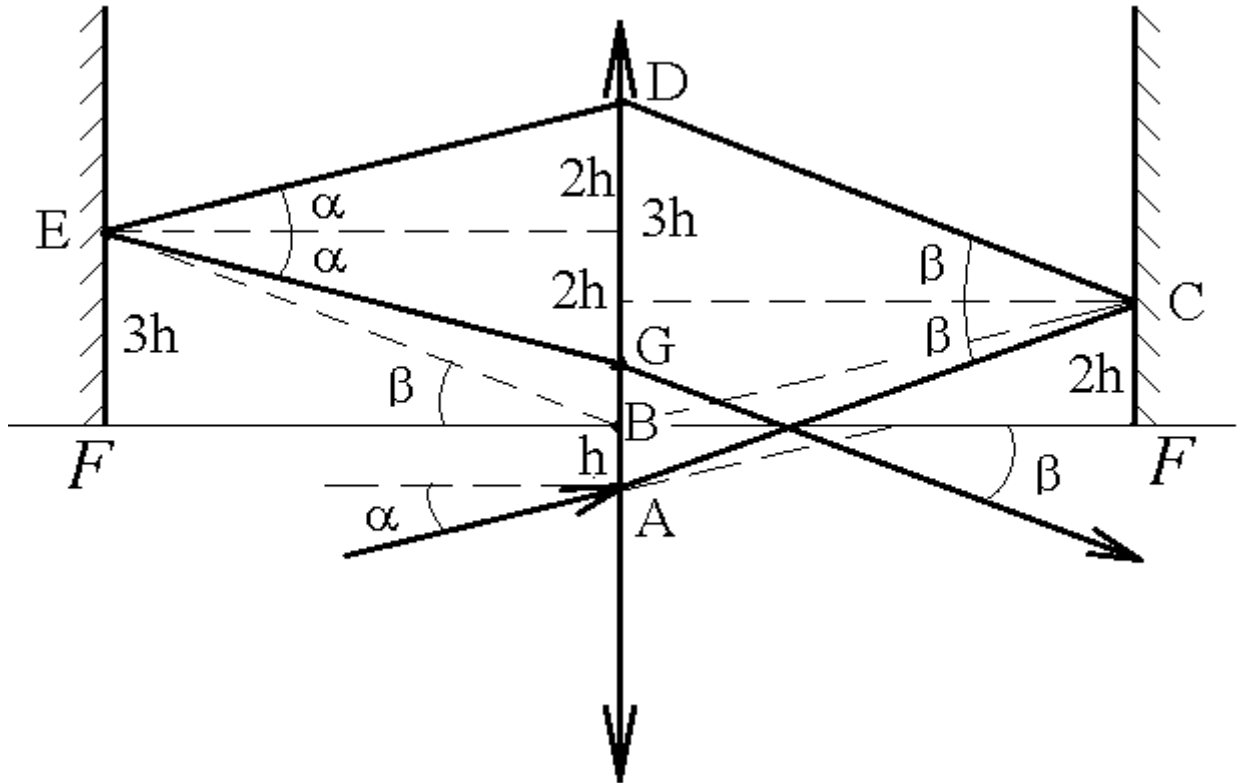


5. В фокальных плоскостях собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены плоские зеркала, как показано на рисунке. На линзу падает луч света, продолжение

которого пересекает главную оптическую ось в фокусе F , а саму линзу на расстоянии h от центра линзы, причем $\frac{h}{F} = 2 \cdot 10^{-3}$. На какой угол (в градусах) отклонится луч, прошедший через такую оптическую систему?

Для малых углов принять $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$ (рад).

Решение



Преломленный в линзе луч должен пройти через точку C , которая является пересечением правой фокальной плоскости и дополнительной оптической оси BC , параллельной падающему лучу. Из подобия треугольников можно сделать вывод, что $CF = 2AB = 2h$.

Так как $AB + FC = 3h$, то $AD = 6h$.

Луч CD преломится в линзе и попадет в точку E , которая является пересечением левой фокальной плоскости и дополнительной оптической оси BE , параллельной лучу CD . Как видно из рисунка луч DE падает на левое зеркало под углом α и отразится под тем же углом, а значит попадет в точку G на расстоянии h от центра линзы B . После преломления луч выйдет из оптической системы под углом β относительно главной оптической оси, т.е. отклонится от первоначального луча на угол

$$\alpha + \beta \approx \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta = \frac{h}{F/2} + \frac{3h}{F} = \frac{5h}{F} = 10^{-2} \text{ рад или } 0,573^\circ$$

Ответ: 0,573°

КРИТЕРИИ
определения победителей и призёров
олимпиады школьников «Наследники Левши»
по физике 2020/21 учебного года

Определение победителей и призёров олимпиады школьников «Наследники Левши» по физике осуществляется по результатам заключительного этапа, проведённого в очной форме в Тульском государственном университете и на региональных площадках: Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г.Столетовых, Орловского государственного университета имени И.С.Тургенева, Псковского государственного университета, Тамбовского государственного университета им. Г.Р.Державина, Тверского государственного университета, Юго-Западного государственного университета (г.Курск), Воронежского государственного технического университета, Липецкого государственного технического университета.

Отборочный этап рассматривается жюри олимпиады как квалификационный, набранные на нём баллы используются только для определения участников, вышедших в заключительный этап, и не суммируются с итоговыми баллами заключительного этапа.

Для всех заданий заключительного этапа оценивание проводилось по следующей методике:

Максимальное значение баллов (20 баллов) за решение задачи выставляется при условии, что:

Приведено полное решение задачи, включающее следующие элементы:

а) кратко записано условие задачи, записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом, в случае необходимости приведены грамотные рисунки и пояснения к ним;

б) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений используемых в условии задачи и основных констант) с пояснениями; описания физических величин, встречающихся в задачах, может производиться с помощью математических соотношений, текстуально или с помощью рисунков;

в) проведены все необходимые математические преобразования (допускаются пояснения на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу;

г) представлен правильный ответ в общем виде и в численном значении с указанием единиц измерения искомой величины.

Снижение оценки на 1 - 5 баллов при условии, что:

Решение задачи удовлетворяет пунктам а, б, в, г, но имеются незначительные неточности, помарки, плохо читаемые символы и отдельные слова, которые могут трактоваться в пользу участника олимпиады.

Снижение оценки на 6 - 9 баллов при условии, что:

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и приведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки:

Записи, соответствующие пункту б), представлены не в полном объеме или отсутствуют.

Или

В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно неверные), не отделены от решения, (не зачеркнуты, не заключены в скобки и т.д.).

Или

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.

Или

Отсутствует пункт г), или в нем допущена ошибка

Снижение оценки на 10 - 15 баллов при условии, что:

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:

а) Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием и без пояснений преобразований, направленных на решение задачи, и ответа.

Или

б) В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения задачи), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

Или

в) В решении отсутствует необходимый грамотный рисунок и пояснения к нему.

Или

г) **В ОДНОЙ** из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

Снижение оценки на 13 - 18 баллов при условии, что:

Доказаны вспомогательные утверждения, помогающие в решении задачи. Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения (или при ошибочном решении). Сделан грамотный рисунок, и приведен правильный ответ без полноценного решения.

Правильно записано краткое условие, но решение отсутствует - **0 баллов**

Правильный ответ при полном отсутствии текста решения - **0 баллов**

Результат участника определяется суммой баллов, полученных за каждую задачу:

	III место	II место	I место
7 класс	60-74	75-89	90-100
8 класс	60-70	71-79	80-100
9 класс	50-59	60-69	70-100
10 класс	50-60	61-69	70-100
11 класс	50-64	65-69	70-100