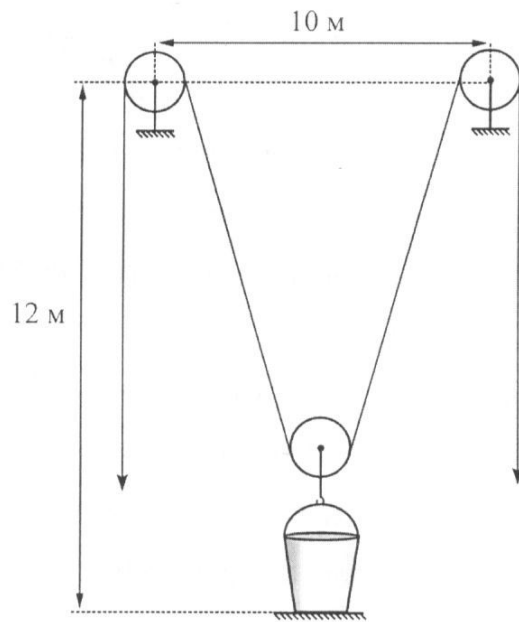


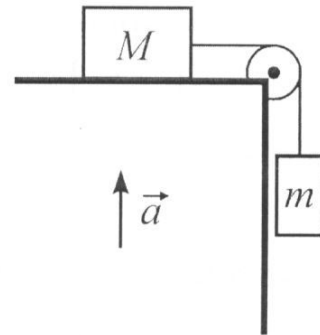
Условия 2 тура, 10 класс

1. Два небольших блока с неподвижными осями установлены на одной высоте 12 м от земли на краю крыши школы на расстоянии 10 м друг от друга. Через эти блоки перекинута веревка, вертикальные концы которой держат стоящие на земле десятиклассники Вася и Петя. На веревке посередине между этими двумя блоками вставлен еще один блок с подвижной осью. К оси этого третьего блока прикреплен крюк, на который повесили ведро с краской. Когда веревку натянули, ее участки между блоками

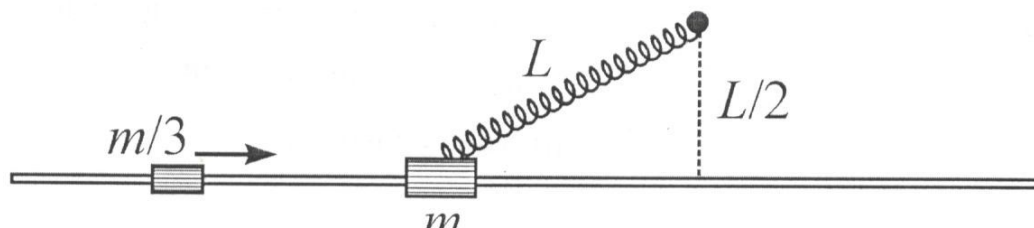


выпрямились и образовали с вертикалью одинаковые углы. Ведро при этом стояло на земле. Вася, стоя на месте, начинает выбирать веревку со скоростью 0,3 м/с, а Петя, тоже стоя на месте, со скоростью 0,2 м/с. Какой будет скорость ведра через 12 секунд?

2. Изображённая на рисунке система грузов расположена в лифте, поднимающемся с ускорением $a = g/10$. Трение отсутствует, блок невесом, нити невесомы и нерастяжимы. Оказалось, что ускорения груза m относительно земли и лифта равны по модулю. Найдите отношение масс грузов M/m .



3. Упругая легкая пружина жесткостью k с длиной в недеформированном состоянии L одним концом прикреплена к неподвижному шарниру, а другим концом – к небольшой муфте массой m , которая может без трения скользить по длинной прямой горизонтальной спице. Расстояние от шарнира до спицы равно $L/2$. В начальный момент муфта покоится, и пружина не деформирована. Вдоль той же спицы к первой муфте приближается вторая, имеющая массу $m/3$. Происходит абсолютно упругий удар. При какой скорости второй муфты за мгновение до удара первая будет после удара совершать колебания со средним положением, соответствующим минимально возможному расстоянию от неё до шарнира?



4. Вася достал из морозильника пластину льда с размерами $10 \text{ см} \times 10 \text{ см} \times 1 \text{ см}$. Взяв щипцы, он расколол пластину на небольшие кубики с размером ребра 1 см , совершив при этом работу 27 Дж . Оцените минимальную работу, совершения которой было бы достаточно для получения желаемого результата. Чему примерно равен КПД Васи при раскалывании пластины? Энергия молекул, находящихся на поверхности льда, пропорциональна площади поверхности; эта энергия больше энергии молекул, находящихся в объеме. Коэффициент пропорциональности $\sigma \approx 0,076 \text{ Дж/м}^2$.
5. Коробку с большим количеством маленьких лампочек накаливания с рабочими параметрами 2 В , $0,5 \text{ Вт}$ выбросили за ненадобностью, а Вася подобрал и принес в школу, чтобы с их помощью подключить к сети 220 В электрический паяльник, на корпусе которого написано 40 В , 40 Вт . Помогите Васе придумать электрическую схему включения. Желательно, чтобы все лампочки и паяльник работали в «номинальном» режиме.
6. Биметаллическая пластинка склепана при температуре 0°C из двух прямых полосок одинакового размера – латунной и стальной, толщиной $h = 0,2 \text{ мм}$ каждая. Какой радиус кривизны будет иметь пластинка при 100°C ? Коэффициенты линейного расширения латуни и стали равны $18 \cdot 10^{-6}$ и $12 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$ соответственно.

N1.

Дано:

$$h = 12 \text{ м}$$

$$l = 10 \text{ м}$$

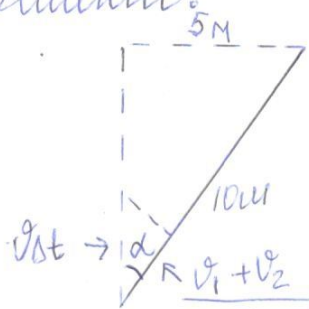
$$v_1 = 0,3 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 0,2 \text{ м/с}$$

$$t = 12 \text{ с}$$

$$v = ?$$

Решение:



В исходном положении длина участка веревки, расположенного между неподвижным и подвижным блоками, равна:

$$\sqrt{12^2 + 5^2} = 13.$$

За 12 с. Вова выберет $0,3 \text{ м/с} \cdot 12 \text{ с} = 3,6 \text{ м}$ веревки, а Петя: $0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ м}$ веревки.

Следовательно, суммарная длина участка веревки между неподвижным блоками сократится на 6 м и станет равной 20 м, а расстояние между неподвижным и подвижным блоками станет равным 10 м. За промежуток времени Δt ведро, движась со скоростью v , сместится вертикально вверх на расстояние $v \Delta t$.

При этом длина участка веревки между неподвижным и подвижным блоками уменьшится на $\frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t$.

Из рисунка видно, что $v \Delta t \cos \alpha = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t$. Отсюда, учитывая, что $\alpha = 30^\circ$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{v_1 + v_2}{\sqrt{3}} = \frac{0,3 \text{ м/с} + 0,2 \text{ м/с}}{\sqrt{3}} \approx 0,29 \text{ м/с}$$

Ответ: 0,29 м/с.

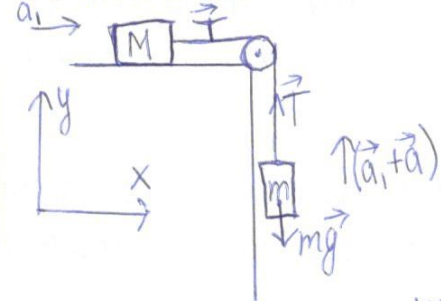
N2.

Дано:

$$a = \frac{g}{10}$$

$$\frac{M}{m} = ?$$

Решение:



$$Ox: T = Ma_1$$

$$Oy: T - mg = m(a - a_1)$$

$$Ma_1 - mg = ma - ma_1$$

$$a_1(M + m) - mg - ma = 0$$

$$a_1 = \frac{m(g + a)}{M + m}$$

$a' = a - a_1$ - ускорение груза m.

Согласно условию задачи, $a' = a_1 = a - a_1 \Rightarrow$

$$a_1 = \frac{a}{2} = \frac{m(g+a)}{M+m} = \frac{g+a}{1+\frac{M}{m}}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{2g}{a} + 1 = \frac{2 \cdot 10}{1} + 1 = 21$$

Ответ: $\frac{M}{m} = 21$

(N4.)

Решение:

$S_0 = 240 \text{ см}^2$ — площадь поверхности вынутой из холодильника пластины.

Общая площадь поверхности погруженных кубиков льда: $S_1 = 600 \text{ см}^2$

$$Q_E = \epsilon(S_1 - S_0)$$

$$Q_E = A \min$$

$$A \min = 0,076 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2} \cdot (0,06 \text{ м}^2 - 0,024 \text{ м}^2) \approx 0,0027 \text{ Дж} = 2,7 \text{ мДж}$$

(Ответ) $\eta = \frac{2,7 \text{ мДж}}{27 \text{ Дж}} \approx 0,01\%$

Ответ: $A \min \approx 2,7 \text{ мДж}; \eta \approx 0,01\%$

(N5.) Дано: Решение

$$U = 220 \text{ В}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

$$P_1 = 0,5 \text{ Вт}$$

$$U_2 = 40 \text{ В}$$

$$P_2 = 40 \text{ Вт}$$

$$I = \frac{P}{U}$$

Номинальная сила тока в лампочке: $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{0,5 \text{ Вт}}{2 \text{ В}} = 0,25 \text{ А}$

Номинальная сила тока паяльника:

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{40 \text{ Вт}}{40 \text{ В}} = 1 \text{ А}$$

Чтобы паяльник работал в номинальном режиме необходимо чтобы на нем было $U_2 = 40 \text{ В}$, а остальные $220 \text{ В} - 40 \text{ В} = 180 \text{ В}$ падали на лампочки.

$I_2 = 4I_1 \Rightarrow$ с паяльником нужно подключить 4 одинаковых параллельно соединенных цепочки лампочек. В каждой из этих цепочек должно быть: $\frac{180 \text{ В}}{2 \text{ В}} = 90$ последовательно соединенных лампочек.

Ответ: надо последовательно с паяльником включить параллельно 4 цепочки по 90 последовательно соединенных лампочек в каждой.

№6. Дано:

$$\Delta t = 100^\circ\text{C}$$

$$h = 0,2 \text{ мм}$$

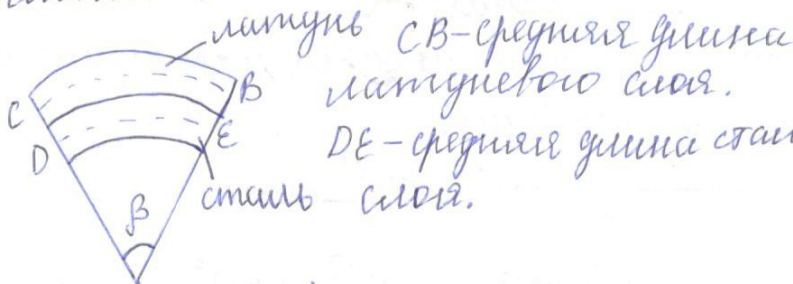
$$\alpha_1 = 18 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$$

$$\alpha_2 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$$

$r = ?$

$$0,0002 \text{ м}$$

Решение:



$$\text{Погда: } \beta \left(r + \frac{h}{2} \right) = CB$$

$$\beta \left(r - \frac{h}{2} \right) = DE$$

Если первоначальную длину пластинок обозначим через l_0 , то:

$$CB = l_0 (1 + \alpha_1 \Delta t)$$

$$DE = l_0 (1 + \alpha_2 \Delta t)$$

Разность длин дуг CB и DE составляет:

$$\Delta l = CB - DE = \beta r + \frac{\beta h}{2} - \beta r + \frac{\beta h}{2} = \frac{2\beta h}{2} = \beta h, \text{ или:}$$

$$\Delta l = l_0 + l_0 \alpha_1 \Delta t - l_0 - l_0 \alpha_2 \Delta t = l_0 (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta t, \text{ отсюда:}$$

$$l_0 (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta t = \beta h$$

$$\text{Из первого уравнения: } \beta = \frac{CB}{r + \frac{h}{2}}$$

Подставив сюда значение CB, получим:

$$\beta = \frac{l_0 (1 + \alpha_1 \Delta t)}{r + \frac{h}{2}}$$

Полученное значение подставим в уравнение $l_0 (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta t = \beta h$

$$l_0 (\alpha_1 - \alpha_2) \Delta t = \frac{l_0 (1 + \alpha_1 \Delta t)}{r + \frac{h}{2}} \cdot h$$

$$(\alpha_1 - \alpha_2) \Delta t \cdot \left(r + \frac{h}{2} \right) = (1 + \alpha_1 \Delta t) \cdot h$$

$$r + \frac{h}{2} = \frac{h (1 + \alpha_1 \Delta t)}{\Delta t (\alpha_1 - \alpha_2)}$$

$$r = \frac{h (1 + \alpha_1 \Delta t)}{\Delta t (\alpha_1 - \alpha_2)} - \frac{h}{2}$$

$$r = \frac{0,0002 (1 + 0,000018 \cdot 100)}{100 (0,000018 - 0,000012)} - \frac{0,0002}{2} \approx 0,334 \text{ м}$$

Ответ: 0,334 м.

№3. Дано:

$K, L, m,$

$$\frac{m}{3} > \frac{L}{2}$$

$v = ?$

Решение:

Запишем закон сохранения импульса и механической энергии:

$$\begin{cases} \frac{mv}{3} = \frac{mv'}{3} + mv_0 \\ \frac{mv^2}{6} = \frac{mv'^2}{6} + \frac{mv_0^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} mv = mv' + 3mv_0 \\ mv^2 = mv'^2 + 3mv_0^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v = v' + 3v_0 \\ v^2 = v'^2 + 3v_0^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v - v' = 3v_0 \\ (v - v')(v + v') = 3v_0^2 \end{cases} \Rightarrow v + v' = v_0.$$

Отсюда $v' = -v_0$, и $v_0 = \frac{v}{2}$

v и v' — скорости налетающей муфты до соударения и после соударения, v_0 — скорость муфты m после соударения.

Из закона сохранения механической энергии следует неравенство:

$$\frac{mv_0^2}{2} > \frac{K \left(\frac{L}{2} \right)^2}{2}, \Rightarrow$$

$$v > L \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Ответ: $v > L \sqrt{\frac{K}{m}}$