

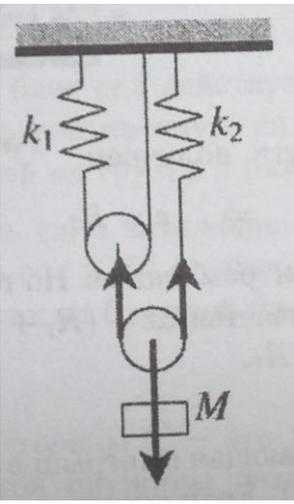
1 Обозначим время движения первого танка t . Тогда второй и третий танк двигаются в течение времени $t + \Delta t$ и $t + 2\Delta t$ соответственно, где $\Delta t = 1$ час. Все танки прошли один и тот же путь, то есть

$$V_1 t = V_2(t + \Delta t) = V_3(t + 2\Delta t).$$

Из первого равенства найдем $t = V_2 \Delta t / (V_1 - V_2) = 2$ часа. Из второго равенства $V_3 = V_2(t + \Delta t) / (t + 2\Delta t) = 15$ км/час.
Ответ: Скорость третьего танка равна 15 км/ч.

2 Рассмотрим положение равновесия (см.рис.)
 На нижний блок действует вес груза Mg , направленный вниз, и две силы натяжения нити T , направленные вверх. Поскольку блок находится в равновесии, $T = Mg/2$. Следовательно, пружина 2 растянута на $x_2 = Mg/(2k_2)$.

Верхний блок висит на двух нитях с натяжением T' , а вниз его тянет нить с натяжением T , поэтому $T' = T/2 = Mg/4$. Значит, пружина 1 растянута с силой $Mg/4$, и ее удлинение равно $x_1 = Mg/(4k_1)$.
 Поскольку пружина 1 удлинилась на x_1 , верхний блок опустился на $x_1/2$. Далее, поскольку верхний блок опустился на $x_1/2$, а пружина 2 удлинилась на x_2 , нижний блок опустился на $(x_1/2 + x_2)/2 = x_1/4 + x_2/2$. Подставляя значения x_1 и x_2 , получаем искомую величину $h = Mg/(16k_1) + Mg/(4k_2)$.
Ответ: Блок опустится на $h = 15$ см.



3

Вода будет перетекать туда, где давление на уровне отверстия меньше. Рассмотрим условия равновесия сосудов.

Отметим, что подвес не действует непосредственно на сосуд, он скреплен только с поршнем. Поршень, в свою очередь, также не действует на сосуд (трения нет), он лишь оказывает воздействие на воду. Именно через воду, посредством ее давления, происходит взаимодействие подвеса и сосуда. Каждый сосуд, рассматриваемый отдельно от находящейся в нем воды, находится в равновесии под действием трех сил (см.рис.): силы тяжести сосуда mg , силы давления воды pS (действует на дно сверху) и силы давления воздуха $p_a S$ (действует на дно снизу):

$$mg + pS = p_a S,$$

где m – масса сосуда, p – давление воды на уровне дна, p_a – атмосферное давление, S – площадь дна. Отметим, что давление воздуха сверху действует не на сосуд, а на поршень, и поэтому не дает вклад.

Первое и третье слагаемое в этом равенстве одинаковы для обоих сосудов, поэтому давление воды на уровне дна в сосудах одинаково. Поскольку расстояние от отверстия до дна больше в правом сосуде, в нем давление на уровне отверстия будет меньше, и вода потечет в его сторону.

Ответ: Вода будет перетекать в правый сосуд.

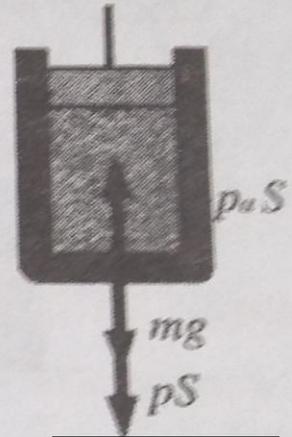


Рис.

4

Обозначим: q – удельная теплота сгорания топлива, m – вся масса потребленного топлива. Тогда $m' = 0.95m$ – масса невытекшего топлива. Пока неисправность не устранена, КПД равен $\eta = A/(mq)$, где A – работа, совершенная двигателем. Пусть мы устранили неисправность и

заставили двигатель совершить ту же самую работу. На это понадобится масса m' топлива, а КПД будет

$$\eta_1 = \frac{A}{m'q} = \frac{A}{mq} \frac{m}{m'} = \frac{\eta}{0.95} \approx 21\%.$$

Ответ: КПД составит 21%.

5 Обозначим искомую силу трения скольжения $F_{\text{тр}}$. Сила трения всегда направлена в сторону, противоположную движению. Кроме силы трения, на брусок действуют силы тяжести и реакции опоры, которые вместе создают скатывающую силу F , направленную вниз вдоль плоскости. Поскольку брусок может покоиться на наклонной плоскости, $F \leq F_{\text{тр}}$.

Когда брусок тащат вверх, сила трения и проекция силы тяжести направлены в одну сторону, когда вниз – в противоположные. Поэтому $F_1 = F_{\text{тр}} + F$, $F_2 = F_{\text{тр}} - F$. Из последних двух уравнений выражаем силу трения.

Ответ: Искомая сила трения равна $(F_1 + F_2)/2$.

6 Перейдем во вращающуюся систему отсчета. Это неинерциальная система отсчета, в ней появляется специфическая инерциальная сила – центробежная.

Итак, на жучка действует центробежная сила $F_{\text{цб}} = m\omega^2 r$ (здесь $\omega = 2\pi n/60$ – угловая скорость вращения диска в радианах в секунду, r – расстояние от жучка до центра диска). Чтобы жучок в этой системе отсчета двигался равномерно по прямой, $F_{\text{цб}}$ должна быть скомпенсирована силой трения. Максимальное значение $F_{\text{цб}}$ достигается при $r = R$. Это значение и соответствует минимальной силе трения, которая удержит жучка на краю диска.

Ответ: Величина силы трения в Ньютонах равна $4\pi^2 m R n^2 / 60^2$.

7 Начертим схему, эквивалентную данной в условии (см.рис.)

Лампочка 3 горит ярче остальных, поскольку напряжение на ней равно напряжению источника. Лампочки 1 и 4 горят одинаково ярко, так как напряжение на них одинаково. Лампочка 2 горит ярче лампы 1, поскольку через лампочку 2 течет вдвое больший ток.

Ответ: Лампочки 1 и 4; 2; 3.

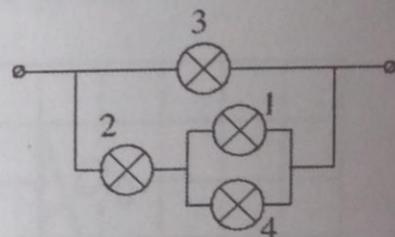


Рис.