

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского
XI Брянская корпоративная региональная олимпиада учащейся молодежи

ФИЗИКА

Заочный тур

2018 - 2019 г.

Решения задач

9класс

Задача1. По движущемуся эскалатору вниз бегут два человека: один со скоростью V , другой со скоростью $2V$. Первый насчитал n_1 ступенек, второй – n_2 . Найдите число ступенек и скорость эскалатора.

Решение Пусть длина пути равна L , тогда число ступенек эскалатора на единицу длины будет равно n/L , скорость эскалатора $-U$.

Время пробега первого человека будет равно $L/(V+U)$, второго – $L/(2V+U)$.

Расстояние, пройденное первым $n_1 = VL/(V+U)$, вторым – $n_2 = 2VL/(2V+U)$. Первый человек насчитает ступенек

$$n_1 = (n/L) \cdot (VL/(V+U)), \quad (1)$$

второй

$$n_2 = (n/L) \cdot (2VL/(2V+U)). \quad (2)$$

Разделив уравнение (1) на (2) имеем

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{VL(2V+U)}{2VL(V+U)}, \quad (3)$$

откуда следует

$$U = \frac{2V(n_2 - n_1)}{2n_1 - n_2}. \quad (4)$$

Подставляя (3) в уравнения (1) и (2) получим

$$n = n_1 n_2 / (2n_1 - n_2).$$

Ответ: $U = \frac{2V(n_2 - n_1)}{2n_1 - n_2}, \quad n = n_1 n_2 / (2n_1 - n_2)$

Задача2. Автомобиль проехал половину пути со скоростью 60 км/ч. Следующий отрезок пути он ехал со скоростью 15 км/ч, а последний отрезок пути – со скоростью 45 км/ч. Какова средняя скорость автомобиля, если второй и третий отрезки пройдены за одинаковое время?

Решение По определению средняя скорость = весь путь/все время движения. $V_{cp} = \frac{s}{t} = \frac{s}{t_1+t_2+t_3} = \frac{s}{t_1+2t}$

По условию $t_2=t_3=t$. Найдем t . Из условия $S_1=0,5S$ и $S_2+S_3=0,5S$.

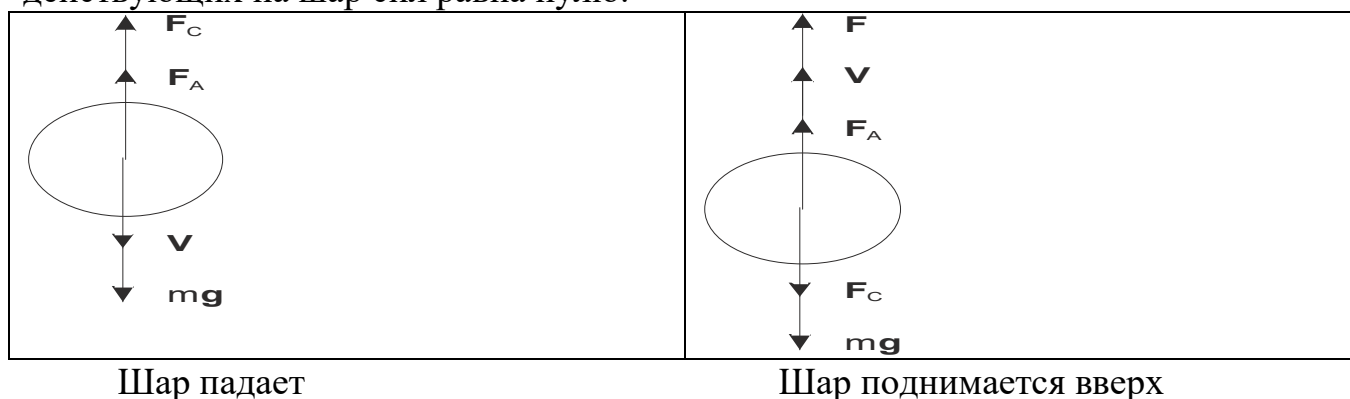
Тогда $(V_2+V_3)t=0,5S$. $\Rightarrow t_1=0,5S/60$ $t=0,5S/(15+45)=0,5S/60$

$V_{cp}=(120 \cdot 60)/(120+60) = 40 \text{ км/ч}$.

Ответ $V_{cp}=40 \text{ км/ч}$.

Задача 3. Шар массой m и объемом V падает в жидкости с постоянной скоростью U . С какой скоростью нужно тянуть вверх этот шар, чтобы он поднимался в той же жидкости со скоростью $U_1=4U$? Сопротивление вязкой жидкости движению шара пропорционально его скорости.

Решение На рисунке указаны силы, действующие на шар при его падении и подъеме. По условию движение шара равномерное. Это значит, что сумма действующих на шар сил равна нулю.



Запишем уравнения движения шара для первого и второго случая в векторной форме (жирный шрифт соответствует вектору)

$$\begin{cases} \mathbf{mg} + \mathbf{F}_c + \mathbf{F}_a = 0 \\ \mathbf{mg} + \mathbf{F}_c + \mathbf{F}_a + \mathbf{F} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

В проекциях на ось Y , направленную вертикально вниз, система уравнений (1) принимает вид:

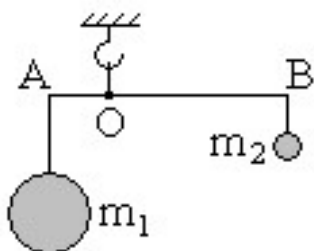
$$\begin{cases} mg - \rho gV - kU = 0 \\ mg - \rho gV + 4kU - F = 0. \end{cases}$$

Решая полученную систему, получим:

$$F = 5g(m - \rho V).$$

Ответ: $F = 5g(m - \rho V)$

Задача4. На невесомом рычаге уравновешены стальные шары. Нарушится ли равновесие рычага, если шары погрузить в воду? Объяснить почему.



Решение

Рычаг находится в равновесии \Rightarrow выполняется условие $m_1 g L_1 = m_2 g L_2 \Rightarrow m_1 L_1 = m_2 L_2$

При погружении в воду на шары будет действовать еще сила Архимеда.

$F_A = \rho g V$ – сила Архимеда. $F_A = \rho g m / \rho_{\text{стали}}$

Тогда $F_1 = m_1 g - \rho g m_1 / \rho_{\text{стали}} = m_1 g (1 - \rho / \rho_{\text{стали}})$

$F_2 = m_2 g - \rho g m_2 / \rho_{\text{стали}} = m_2 g (1 - \rho / \rho_{\text{стали}})$

В результате условие равновесия будет иметь вид $m_1 L_1 = m_2 L_2$

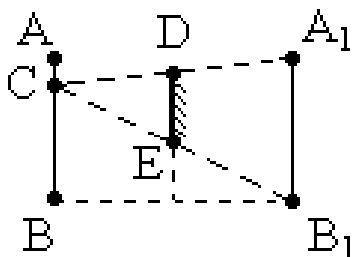
Значит рычаг будет находиться в равновесии.

Ответ равновесие не нарушится

Задача5. Какова должна быть минимальная высота вертикального зеркала, чтобы человек ростом H мог видеть в нем свое изображение во весь рост? На какой высоте должен находиться нижний край этого зеркала?

Решение На рисунке AB – человек, A_1B_1 – его изображение в зеркале, точка C – глаз человека.

Рассматривая подобные треугольники, делаем вывод: Минимальная высота зеркала должна быть $H/2$, высота его нижнего края должна быть вдвое меньше расстояния от глаз до пола. $OE = BC/2$



Ответ высота зеркала $H/2$, расстояния от пола - $OE = BC/2$.

Задача 6. Свинцовая пуля ударяется о стальную плиту и отскакивает от нее. На нагревание пули расходуется 60% потерянной ею механической энергии. Температура пули перед ударом 50°C, ее скорость 400 м/с, скорость пули после удара 100 м/с. Какая часть пули расплавилась?

Решение Воспользуемся законом сохранения энергии.

Изменение кинетической энергии связано с нагреванием и плавлением пули

$$Q_{\text{нагр.пули}} + Q_{\text{плавл.пули}} = \eta(E_{\text{кин1}} - E_{\text{кин2}})$$

$$\text{Тогда: } mc_{\text{св}}(t_{\text{плавл}} - t_0) + \lambda m_{\text{распл}} = \eta \left(\frac{mv_1^2}{2} - \frac{(m - m_{\text{распл}})v_2^2}{2} \right)$$

Отсюда выражаем $m_{\text{распл}}$ и находим отношение $m_{\text{распл}}/m$

$$\frac{m_{\text{распл}}}{m} = \frac{\eta(v_1^2 - v_2^2) - 2c(t_{\text{плавл}} - t_0)}{2\lambda - \eta v_2^2}$$

$$\frac{m_{\text{распл}}}{m} = 0,4$$

Ответ: расплавилось 40% массы пули.

Задача 6. Электрическая кастрюля и чайник, потребляющие мощности 600 и 300 Вт, включены в сеть параллельно, и вода в них закипает одновременно через 20 минут. На сколько минут позже закипит вода в кастрюле, чем в чайнике, если их включить последовательно? Сопротивление приборов не зависит от условий работы.

Решение

При параллельном включении приборов $U_1=U_2=U$:

$$\left. \begin{array}{l} P_1 t = Q_1 \quad P_2 t = Q_2 \\ P_1 = U^2/R_1 \\ P_2 = U^2/R_2 \end{array} \right\} \Rightarrow P_1 = 2P_2 \Rightarrow R_2 = 2R_1$$

При последовательном включении приборов $I_1=I_2=U/3R_1$:

$$Q_1 = I^2 R_1 t_1 = U^2 t_1 / 9R_1 = P_1 t_1 / 9$$

$$Q_2 = I^2 R_2 t_2 = 2U^2 t_2 / 9R_1 = 2P_1 t_2 / 9$$

$$\Delta t = t_1 - t_2 = 9t - 9t/4 = 180 - 45 = 135 \text{ мин}$$

Ответ: 135 мин