

Физика 9 класс

1. Во время тренировки бегун и велосипедист независимо многократно преодолевают расстояние между пунктами А и В в прямом и обратном направлении. Каждый из них движется равномерно. После одновременного старта в пункте А они в первый раз встретились в точке, делящей расстояние между А и В в отношении 2:3. Где они встретятся во второй раз?

Решение:

Т.к. скорость велосипедиста v_b больше скорости бегуна $v_б$, то их первая встреча состоится тогда, когда велосипедист будет первый раз возвращаться из пункта В. Тогда

$$\begin{aligned} \frac{2}{5}l &= v_б t_1, \\ 2l - \frac{2}{5}l &= v_b t_1, \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad v_b = 4v_б. \quad (1)$$

Здесь l — расстояние между пунктами А и В, t_1 — время первой встречи бегуна и велосипедиста.

Согласно (1) велосипедист сумеет доехать до пункта А и догнать бегуна на пути к пункту В еще до того, как бегун доберется туда. Пусть t_2 и $x \cdot l$ — время и расстояние от пункта А до места второй встречи. Тогда

$$\begin{aligned} x \cdot l &= v_б t_2, \\ 3l - (1 - x)l &= v_b t_2. \end{aligned}$$

Отсюда с учетом (1) получим $x = 2/3$, и

$$\text{ответ: } x : (1 - x) = 2 : 1$$

2. Три школьника перебрасывают друг другу мяч, сообщая ему одну и ту же скорость. Первый бросает с вертикальной башни высотой H в горизонтальном направлении. Второй ловит мяч, стоя на земле, и бросает третьему, который стоит у подножия башни. Третий бросает мяч вертикально вверх, чтобы первый школьник этот мяч поймал. За какое время мяч возвращается на башню, если школьники сообщают мячу минимально возможную для этого процесса скорость? Влиянием воздуха и размерами школьников пренебречь. Ускорение свободного падения g .

Решение:

Минимальная скорость v мяча определяется третьим вертикальным броском: она соответствует нулевой конечной скорости на высоте H :

$$v = \sqrt{2gH}. \quad (1)$$

При таком равноускоренном движении время

$$t_3 = \sqrt{2 \frac{H}{g}}.$$

Вертикальная проекция перемещения мяча в первом броске такая же, как в третьем, только обращенная по времени. Поэтому, время полета мяча с высоты H при первом броске

$$t_1 = t_3 = \sqrt{2 \frac{H}{g}},$$

вертикальная проекция конечной скорости равна v , а средняя вертикальная скорость — $v/2$. Поскольку, горизонтальная скорость постоянна и равна v , то есть вдвое больше средней вертикальной, горизонтальное перемещение мяча равно

$$L = 2H. \quad (2)$$

Второй бросок, очевидно, осуществляется под некоторым углом θ к горизонту, а его дальность выражается известной формулой:

$$L = \frac{v^2}{g} \sin 2\theta.$$

Подставив сюда v из (1), $L = 2H$ из (2) и сократив, найдём

$$\sin 2\theta = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ.$$

Значит, горизонтальная скорость в $\sqrt{2}$ раз меньше, чем при первом броске, а время соответственно в $\sqrt{2}$ раз больше:

$$t_2 = \sqrt{2}t_1 = \sqrt{2} \sqrt{2 \frac{H}{g}}.$$

Сложив все три промежутка времени, получим

$$\text{ответ: } t = t_1 + t_2 + t_3 = 2 \left(1 + \sqrt{2} \right) \sqrt{\frac{H}{g}}.$$

3. К концу легкого резинового шнура длиной L прикрепили груз массой M . Свободный конец шнура протянули снизу вверх через небольшое отверстие в крышке стола и предоставили систему самой себе. Из-за проскальзывания шнура в отверстии груз стал опускаться с небольшой постоянной скоростью V , а длина шнура на столе стала уменьшаться со скоростью $U = V/4$. Чему равен коэффициент жесткости всего шнура? Ускорение свободного падения g .

Решение:

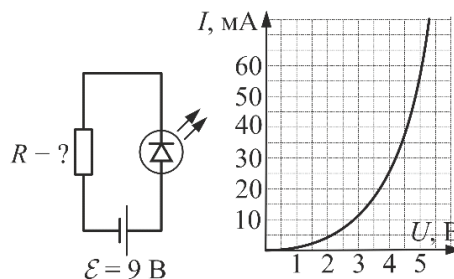
Для простоты предположим, что шнур вытянули на стол практически полностью, тогда собственная длина отрезка шнура, который уже проскользнул в отверстие, равна Ut , где t - время движения. Эффективный коэффициент жесткости этого отрезка kL/Ut . Значит, длина растянутого шнура после отверстия равна

$$Ut + \frac{Mg}{kL/Ut} = Ut \left(1 + \frac{Mg}{kL} \right) = Vt.$$

Отсюда следует, что $Mg/kL = 3$, т.е. искомая жесткость $k = Mg/3L$.

Ответ: $k = Mg/3L$.

4. Светодиод, имеющий вольтамперную характеристику, показанную на рисунке, подключают к идеальному источнику ЭДС величиной $\mathcal{E} = 9 \text{ В}$ через токоограничивающий резистор. Известно, что, если мощность, потребляемая светодиодом, превысит $P = 100 \text{ мВт}$, он перегорит. Какое минимальное сопротивление R должен иметь токоограничивающий резистор, чтобы светодиод не перегорел?



Решение:

По закону Кирхгофа

$$\mathcal{E} = U_{\text{св}} + I_{\text{св}} R \Rightarrow R = \frac{\mathcal{E} - U_{\text{св}}}{I_{\text{св}}}. \quad (1)$$

Здесь $I_{\text{св}}$ и $U_{\text{св}}$ — ток и напряжение на светодиоде. Как видно из графика, мощность $P = 100 \text{ мВт}$ на светодиоде достигается при $I_{\text{св}} = 25 \text{ мА}$ и $U_{\text{св}} = 4 \text{ В}$. Поэтому, минимальное сопротивление R токоограничивающего резистора равно:

$$R = \frac{\mathcal{E} - U_{\text{св}}}{I_{\text{св}}} = \frac{9 - 4}{0.025} = 200 \text{ Ом}. \quad (1)$$

Ответ: $R = 200 \text{ Ом}$.

5. Концы тонкого резинового шнура длины L , массы m и с коэффициентом жесткости k соединили. Получившееся кольцо надели на конус с массой M . При этом кольцо находится на середине высоты конуса. Конусу ударом сообщают скорость v вдоль оси. При каком значении этой скорости конус проскочит через кольцо? Трения нет, влиянием силы тяжести пренебречь.



Решение:

В момент наибольшего растяжения кольца оно должно удвоить свою длину, т.е. сила натяжения будет равна kL , а энергия упругой деформации $kL^2/2$. В пограничной ситуации кольцо и конус движутся с одной и той же скоростью $U = Mv/(M+m)$.

Записывая закон сохранения энергии (пренебрегая начальным растяжением, которое пропорционально g), получаем

$$\frac{kL^2}{2} = \frac{Mm}{M+m} \frac{v^2}{2}.$$

Отсюда получим

$$\text{ответ: } v = L \sqrt{\frac{k(M+m)}{Mm}}.$$