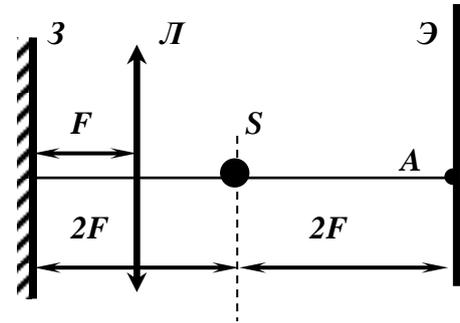


ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27101 для 10-го класса

1. Точечный источник света S , плоское зеркало $З$, собирающая тонкая линза $Л$ и экран $Э$ расположены так, как показано на рисунке. Как изменится освещенность в точке A экрана, если плоское зеркало подвинуть параллельно самому себе вправо на расстояние d (меньше фокусного расстояния линзы F)?



Решение: Поскольку источник располагается в фокусе линзы, то вышедшие из него лучи после преломления в линзе выйдут из неё параллельно главной оптической оси. Они отразятся от зеркала и останутся параллельными г.о.о. Следовательно, после прохождения линзы снова соберутся в главном фокусе, т.е. в источнике. Перемещение зеркала влево никак не отразится на этом ходе лучей.

Освещенность в центре экрана (точка A) определяется суммой освещенностей от источника и от его изображения. Поскольку изображение источника – это он сам, то смещение зеркала никак не повлияет на освещённость в центре экрана.

2. Ветрогенератор вырабатывает электроэнергию при любой скорости вращения лопастей. Мощность такого устройства пропорциональна квадрату скорости ветра. Один ветрогенератор развивает мощность 1 МВт при скорости ветра 12 м/с. Какую суммарную мощность будут развивать 10 параллельно соединенных генераторов при скорости ветра 2 м/с?

Решение:

Ветрогенераторы отличаются от остальных электрогенерирующих систем тем, что механическая нагрузка на генератор может изменяться случайным образом. Поэтому электрическую систему генератора проектируют таким образом, чтобы поддерживать выходное напряжение на постоянном уровне. Мощность генератора, включенного в сеть в этом случае определяется как

$N_1 = IU$, где U – выходное напряжение генератора, I – сила тока в цепи. При изменении скорости ветра меняется сила тока в цепи.

При параллельном включении генераторов напряжение остается прежним, а силы токов через все генераторы суммируются: $I_{\text{общ}} = 10I$. Здесь учтена одинаковость всех генераторов. Следовательно, мощность 10 параллельно соединенных генераторов будет составлять $N_{10} = 10IU = 10N_1$.

По условию $N \sim V^2$. Таким образом, при уменьшении скорости ветра в 6 раз мощность одного генератора падает в 36 раз.

$$N_{10} = 10IU = 10N_1/36 = 280 \text{ кВт.}$$

Ответ: $N_{10} = 280$ кВт.

3. На конце нерастянутой пружины закрепили груз массой m и отпустили. В процессе колебаний в некоторый момент времени потенциальная энергия упругой деформации пружины равна W_1 , а модуль ускорения груза равен a_1 . Через некоторое время энергия пружины стала равна W_2 , а модуль ускорения груза равен a_2 . Известно, что $W_2 = 25W_1$, а $a_2 = a_1/2$. Определите модуль и направление ускорений \vec{a}_1 и \vec{a}_2 . Затухание колебаний не учитывать.

Решение:

$W = \frac{F^2}{2k} \rightarrow F = \sqrt{2kW} \rightarrow F_2 = 5F_1 = 5F$. Так как колебания происходят из нерастянутого положения, то пружина всегда деформирована, а модуль ускорения груза меньше g . Обозначим $a_2 = a > 0$.

1) Оба ускорения – вверх.

$$\begin{cases} F - mg = 2ma \\ 5F - mg = ma \end{cases}$$

$$4mg = -9ma \rightarrow a < 0 \text{ посторонний корень.}$$

2) Оба ускорения – вниз.

$$\begin{cases} mg - F = 2ma \\ mg - 5F = ma \end{cases}$$

$$4mg = 9ma \rightarrow \text{Первое решение: } a = a_{2\downarrow} = \frac{4}{9}g, a_{1\downarrow} = \frac{8}{9}g$$

3) Первое – вверх, второе – вниз.

$$\begin{cases} F - mg = 2ma \\ mg - 5F = ma \end{cases}$$

$$-4mg = 11ma \rightarrow a < 0 \text{ посторонний корень}$$

4) Первое – вниз, второе – вверх

$$\begin{cases} mg - F = 2ma \\ 5F - mg = ma \end{cases}$$

$$4mg = 11ma \rightarrow \text{Второе решение: } a = a_{2\uparrow} = \frac{4}{11}g, a_{1\downarrow} = \frac{8}{11}g$$

Ответ: либо оба ускорения направлены вниз, причем $a_{2\downarrow} = \frac{4}{9}g, a_{1\downarrow} = \frac{8}{9}g$;

либо a_1 направлено вниз, a_2 направлено вверх, причем $a_{2\uparrow} = \frac{4}{11}g, a_{1\downarrow} = \frac{8}{11}g$

4. Скоростной поезд «Ласточка» проходит расстояние 30 км от станции «Крюково» до станции «Подсолнечная» за 20 минут. Поезд набирает ход с постоянным ускорением, потом некоторое время едет с постоянной скоростью 120 км/час, затем движется равнозамедленно до остановки. Определите, какое расстояние проходит поезд с максимальной скоростью, если ускорения разгона и торможения различны.

Решение:

Обозначим 30 км = S , 20 минут = $1/3$ часа = t , 120 км/час = v , t_1 – время движения с максимальной скоростью, S_1 – путь с максимальной скоростью. Так как пути разгона и торможения поезд проходит со средней скоростью $v/2$, имеем:

$$S = \frac{v}{2}(t - t_1) + vt_1 = \frac{vt}{2} + \frac{vt_1}{2} = \frac{vt}{2} + \frac{S_1}{2}$$

$$S_1 = 2S - vt = 2 \cdot 30 - 120 \cdot \frac{1}{3} = 20 \text{ км.}$$

Ответ: 20 км.

5. В начале февраля в НИУ «МЭИ» проходила инженерная конференция школьников «Потенциал». В секции «Экспериментальные методы исследования физических явлений» первое место заняла работа, посвященная гидроудару. Это опасное явление возникает, например, при резкой остановке водяного потока в трубе. Повышение давления жидкости может привести к разрушению трубы. Предположим, что небольшой камешек случайно оказался в трубе и неожиданно застрял в ней, полностью перекрыв течение воды. При какой наибольшей скорости водяного потока труба, рассчитанная на максимальное давление $p_{\max} = 25$ атмосфер, может выдержать гидроудар? Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, скорость звука в воде $v_{зв} = 1250$ м/с.

Решение:

При резком перекрывании трубы мгновенно останавливается не вся вода в трубе, а только ближайший к месту перекрытия слой воды, массу которого можно определить по второму закону Ньютона в импульсной форме:

$$mV = F\Delta t,$$

где m – масса остановившегося слоя воды, V – его скорость перед остановкой, т. е. скорость потока, F – сила, действующая на слой воды, Δt – время до полной остановки.

После остановки первого слоя воды останавливается второй, третий и т. д. слой воды. Таким образом, граница между уже покоящейся водой и еще движущейся перемещается со скоростью, равной скорости звука в воде (самая наглядная аналогия – остановка потока машин перед светофором). Очевидно, что в трубе длиной L вода остановится за время

$$\Delta t = \frac{L}{v_{зв}}.$$

Подставим это время во второй закон Ньютона, где масса теперь будет обозначать всю массу воды в трубе длиной L и площадью поперечного сечения S :

$$\rho SLV = F \frac{L}{v_{зв}}.$$

Преобразовав данное уравнение с учетом того, что отношение силы к площади поперечного сечения есть давление, получим:

$$P = \rho V v_{зв},$$

откуда следует ответ

$$V = \frac{P_{\max}}{\rho v_{зв}} = \frac{25 \cdot 10^5}{1000 \cdot 1250} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ответ: $V = 2$ м/с.