

ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27091 для 9-го класса

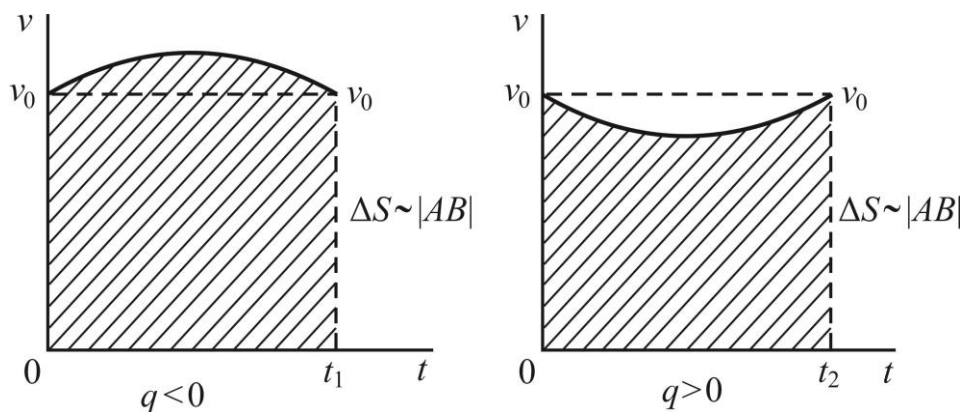
1. Каждый год в НИУ МЭИ проходит «Ночь техники», на которую приезжают старшеклассники. В этом году в учебной лаборатории кафедры физики они наблюдали траекторию движения электронного пучка в электровакуумном приборе под действием электрического и магнитного полей. Школьники поняли, что действие электрического поля приводит к изменению скорости заряженной частицы. После опытов преподаватель предложил им решить следующую задачу: «Тонкое закреплённое металлическое кольцо радиусом R заряжено положительным зарядом. На оси кольца на одинаковых расстояниях R от плоскости кольца располагаются точки A и B . Из точки A в точку B начинает двигаться со скоростью v_A отрицательно заряженная частица. Как изменится время движения частицы из точки A в точку B , если заряд частицы изменить на противоположный?» Ответьте на вопрос задачи и объясните ответ.

Решение.

Поскольку заряд кольца положительный, то отрицательно заряженная частица на этапе AO ускоряется и в центре кольца её скорость становится больше начальной, а потом начинает убывать. Примерный график зависимости пути от времени приведен на рисунке.

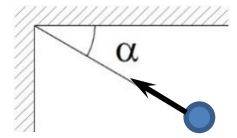
Для положительно заряженной частицы ситуация обратная.

Поскольку площади под кривыми должны быть одинаковы и равны пути, пройденному частицей, то очевидно, что время движения первой частицы меньше времени движения второй.



Если заряд кольца $Q > 0$, то $t_1 < t_2$.

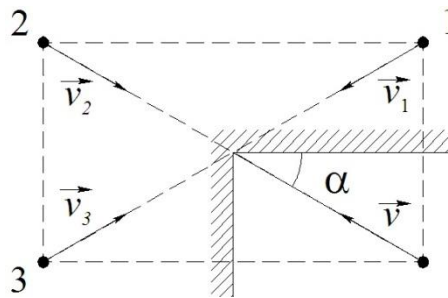
2. Два плоских зеркала, расположенных вертикально, образуют прямой угол. Муха летит горизонтально так, что ее скорость v направлена в ребро угла и образует угол $\alpha = 30^\circ$ с одним из зеркал. Сколько своих отражений видит муха и с какими скоростями относительно неё они движутся?



Решение.

На рисунке показаны изображения мухи и скорости изображений. Нетрудно увидеть, что навстречу мухе движутся три её изображения со скоростями:

$$v_1 = 2v \sin \alpha = v; \quad v_2 = 2v; \quad v_3 = 2v \cos \alpha = \sqrt{3}v.$$



3. На какую максимальную высоту можно с помощью тепловой машины поднять груз массой 10 кг, если охладить его на $\Delta T = 0,1$ К и использовать отданное им тепло для нагревания рабочего тела этой машины? Количество теплоты, отданное рабочим телом машины окружающей среде, составляет $\frac{3}{4}$ от количества теплоты, полученного им от нагревателя. Теплоемкость груза $C = 4000 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$.

Решение.

Тепловая машина получит количество тепла

$$Q = C\Delta T.$$

Максимальную механическую работу тепловой машины найдем, умножив Q на коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{1}{Q} \left(Q - \frac{3}{4}Q \right) = \frac{1}{4}.$$

В результате получим

$$A = \frac{1}{4}Q = \frac{1}{4}C\Delta T = mgh,$$

то есть

$$h = \frac{c\Delta T}{4mg} = 1 \text{ метр}.$$

4. Два мячика брошены из одной точки так, что их импульсы \vec{p}_1 и \vec{p}_2 перпендикулярны друг другу. В некоторый момент времени импульс первого мячика становится равным $\vec{p}'_1 = -\vec{p}_1$, а модуль импульса второго становится равным $p'_2 = 5p_1$. Определите отношение модулей начальных импульсов, если масса второго мячика в два раза больше массы первого. Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

Решение:

Из условия понятно, что первый мячик брошен вертикально вверх, а второй — горизонтально. В течение одинакового времени на оба мячика действовала сила тяжести.

Из закона изменения импульса $\overline{\Delta P}_i = m_i \vec{g} \Delta t$ следует, что

поскольку $|\Delta P_2| = 2|\Delta P_1| = 4P_1$, то $P_2' = 5P_1 = \sqrt{16P_1^2 + P_2^2}$.

Получаем, что $P_2 = 3P_1$

Ответ: 3.

5. Дядюшка Поджер (персонаж юмористической повести Дж. К. Джерома «Трое в лодке, не считая собаки») забил гвоздь в стену и собрался вешать картину. У него есть моток прекрасного шелкового шнура, кусок которого он закрепил в специальных защелках в двух верхних углах картины и накинул шнурок на гвоздь. Однако картина никак не желала висеть ровно – она постоянно сползала то в одну, то в другую сторону. Очевидно трение между шнурком и гвоздем было слишком мало. Определите, какой длины должен быть шнурок, чтобы дядюшка Поджер смог всё же ровно подвесить прямоугольную картину с размерами $a = 3$ фута по горизонтали и $b = 2$ фута по вертикали, если полностью пренебречь трением между шнурком и гвоздем. Считать также, что защелки в углах картины не требуют дополнительной длины шнура для его фиксации, а их массой, как и массой самого шнура, можно пренебречь.

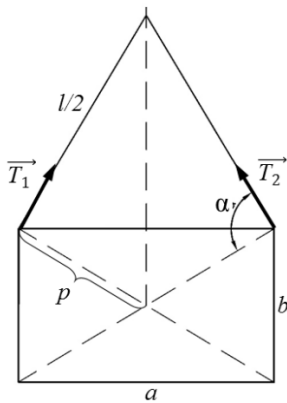


Рис.1

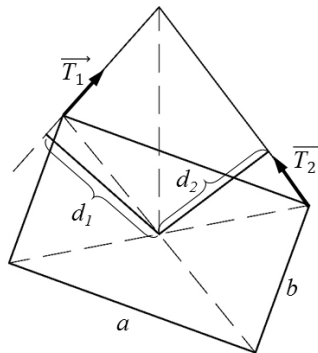


Рис. 2

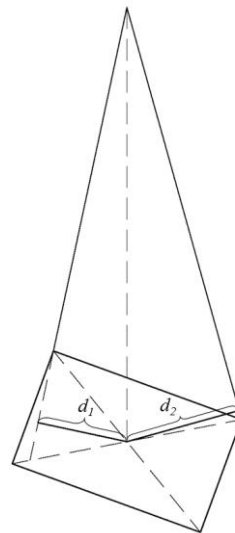


Рис. 3

Рис.1 картина находится в равновесии – моменты сил натяжения нити равны, т.к. $T_1 = T_2$ и $d_1 = d_2$.

Рис.2, 3 картину вывели из положения равновесия, повернув вправо. Положение равновесия устойчивое если момент силы T_2 больше момента силы T_1 . $T_1 = T_2$, следовательно $d_2 > d_1$ и неустойчивое если $d_2 < d_1$.

$d_2 > d_1$ если угол $\alpha > 90^\circ$ (Рис.3),

$d_2 < d_1$ если угол $\alpha < 90^\circ$ (Рис.2)

Рассмотрим крайний случай $\alpha = 90^\circ$ (рис.1)

Из подобия треугольников получаем:

$$\frac{b}{2p} = \frac{a/2}{l/2}, \quad l_{кр} = \frac{2ap}{b} = \frac{a}{b} \sqrt{a^2 + b^2}$$

Ответ: Устойчивое равновесие если $l \geq \frac{a}{b} \sqrt{a^2 + b^2} = 5,4$ фута.