

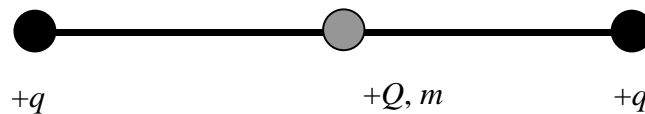
Задача 31 (бывшая С4 или С5)

Задача 31 (по новой нумерации) – это расчетная задача из раздела «механические колебания», «электричество» (электростатика, конденсаторы или электрические цепи), «магнетизм», «электромагнитные колебания» или «оптика». Задача может быть и комбинированной: сразу на несколько тем.

Например, вот задача на электростатику и механические колебания:

1. ЕГЭ-2010, вар. 2926

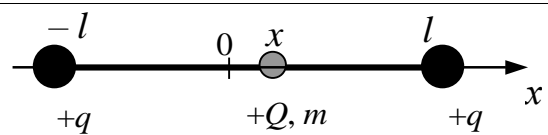
По гладкой горизонтальной направляющей длины $2l$ скользит бусинка с положительным зарядом $Q > 0$ и массой m . На концах направляющей находятся положительные заряды $q > 0$ (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T .



Чему будет равен период колебаний бусинки, если ее заряд увеличить в 2 раза?

Решение:

При небольшом смещении x ($x \ll l$) бусинки от положения равновесия на



нее действует возвращающая сила:

$$F_x = k \frac{qQ}{(l+x)^2} - k \frac{qQ}{(l-x)^2} = kqQ \frac{(l-x)^2 - (l+x)^2}{(l+x)^2(l-x)^2} =$$
$$-kqQ \frac{4lx}{(l+x)^2(l-x)^2} \approx -k \frac{4qQ}{l^3} x,$$

пропорциональная смещению x . Ускорение бусинки, в соответствии со

вторым законом Ньютона, $ma = -k \frac{4qQ}{l^3} x$, пропорционально смещению.

Отсюда $a = -k \frac{4qQ}{ml^3} x$. С другой стороны при гармонических колебаниях $a = -\omega^2 x$.

Откуда:

$$\omega^2 = k \frac{4qQ}{ml^3}, \text{ а } \omega = \sqrt{k \frac{4qQ}{ml^3}}.$$

Так как $T = \frac{2\pi}{\omega}$, получаем:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{k \frac{4qQ}{ml^3}}}.$$

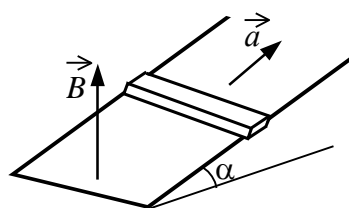
То есть при такой зависимости ускорения от смещения бусинка совершает гармонические колебания, период которых $T = \pi \sqrt{\frac{m}{kqQ}} l^3$.

При увеличении заряда бусинки $Q_1 = 2Q$ период колебаний уменьшится:

$$\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{Q}{Q_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}. \text{ Ответ: } T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}.$$

Теперь задача на магнетизм:

2. ЕГЭ – 2010, вариант 2926



Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок). По стержню протекает ток I . Угол наклона

плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $\frac{m}{L} = 0,1$ кг/м.

Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2$ Тл. Ускорение стержня $a = 1,9$ м/с².
 . Чему равна сила тока в стержне?

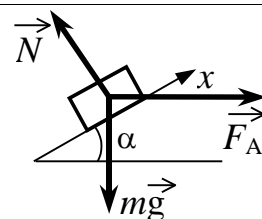
Решение:

1) На рисунке показаны силы, действующие на стержень с током:

– сила тяжести mg , направленная вертикально вниз;

– сила реакции опоры N , направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;

– сила Ампера F_A , направленная горизонтально вправо, что вытекает из условия задачи.



2) Модуль силы Ампера $F_A = IBL$, (1)

где L – длина стержня.

3) Систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, считаем инерциальной.

Для решения задачи достаточно записать второй закон Ньютона в проекциях на ось x (см. рисунок): $ma_x = -mg\sin\alpha + IBL\cos\alpha$, (2)

где m – масса стержня.

Отсюда находим $I = \frac{m}{L} \frac{(a_x + g \sin \alpha)}{B \cos \alpha}$. (3)

$$I = \frac{0,1 \cdot (1,9 + 10 \cdot \frac{1}{2})}{0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 4 \text{ А}$$

Ответ: $I \approx 4$ А.

Итак, мы, разобрали две задачи. На моем интениве по задаче 31 я разбираю более 80 задач. Буду рада видеть вас на моих занятиях.