

Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, заключительный этап, 2008/09 год

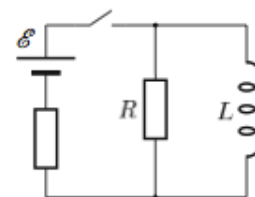
ЗАДАЧА 1. В головокружительном аттракционе человек массы $m = 70$ кг прыгает с платформы вниз в озеро¹. К ногам человека привязан конец резинового жгута некоторой длины L и жёсткости k . Другой конец жгута прикреплён к платформе. У поверхности воды, пролетев расстояние $h = 90$ м, человек должен иметь нулевую скорость и ускорение $a_0 = 2g$. Считайте, что $g = 10$ м/с², а жгут подчиняется закону Гука. Размерами человека, сопротивлением воздуха и другими потерями можно пренебречь. Определите:

- 1) длину L нерастянутого жгута и его жёсткость k ;
- 2) удлинение жгута в положении равновесия (после затухания колебаний);
- 3) максимальную скорость v_{\max} падения человека;
- 4) амплитуду A и частоту ω гармонических колебаний человека на жгуте;
- 5) время τ падения человека до поверхности воды.

Внимание! От точности ваших расчётов, возможно, будет зависеть жизнь человека!

$$L = 30 \text{ м}; k = 35 \text{ Н/м}; v_{\max} = 20 \text{ м/с}; a_0 = 28,3 \text{ м/с}^2; A = 40 \text{ м}; \omega = 0,71 \text{ рад/с}; \tau = 5,41 \text{ с}$$

ЗАДАЧА 2. В схеме на рисунке параметры всех элементов заданы. В начальном состоянии, когда ключ был разомкнут, ток в цепи, содержащей индуктивность L , отсутствовал. Ключ замыкают на некоторое время, а затем снова размыкают. Известно, что за время, пока ключ был замкнут, через индуктивность протёк заряд q_0 . За всё время после замыкания ключа в схеме выделилось количество теплоты Q_0 .



Предполагая идеальными все элементы цепи, определите:

- 1) силу тока I_0 , протекающего через индуктивность непосредственно перед размыканием ключа;
- 2) заряд q_1 , протекший через резистор R за время, пока ключ был замкнут;
- 3) заряд q_2 , протекший через резистор R после того как ключ был разомкнут;
- 4) работу A , совершённую источником постоянного тока в течение всего процесса;
- 5) количество теплоты Q , выделившееся в схеме, пока ключ был замкнут.

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{r + R}; q_1 = \frac{q_0}{R}; q_2 = \frac{q_0}{R}; A = \frac{q_0^2}{2C}; Q = \frac{q_0^2}{2C}$$

¹См. видео.

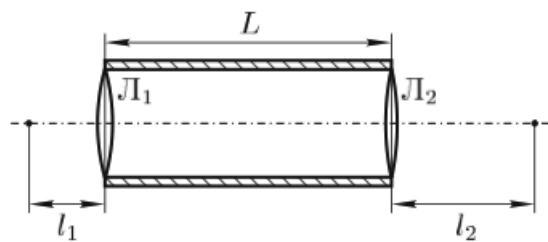
ЗАДАЧА 5. На экспериментальном туре физической олимпиады участникам было предложено определить фокусные расстояния двух тонких собирающих линз, расположенных в торцах полого цилиндра длиной $L = 20,0$ см (рис.).

Один из участников, Вася Зазнайкин, аккуратно выполнил эксперименты и получил следующие результаты.

1) Если слева от левого торца цилиндра на его оси на расстоянии $l_1 = 5,0$ см расположить точечный источник света, то после прохождения через систему свет выходит из правого торца параллельным пучком.

2) Если на левый торец послать параллельный пучок света, то справа от правого торца на расстоянии $l_2 = 10,0$ см лучи сходятся в одну точку, лежащую на оси цилиндра.

Однако рассчитать по этим экспериментальным данным фокусные расстояния F_1 и F_2 обеих линз Зазнайкин так и не смог. Помогите бедному Васе.



$F_1 = 36,3$ см, $F_2 = 25,8$ см или $F_1 = 3,7$ см, $F_2 = 6,2$ см
