Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, заключительный этап, 2008/09 год

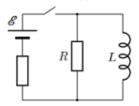
Задача 1. В головокружительном аттракционе человек массы m=70 кг прыгает с платформы вниз в озеро 1 . К ногам человека привязан конец резинового жгута некоторой длины L и жёсткости k. Другой конец жгута прикреплён к платформе. У поверхности воды, пролетев расстояние h=90 м, человек должен иметь нулевую скорость и ускорение $a_0=2g$. Считайте, что g=10 м/с 2 , 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 $v_{\rm max}$ падения человека;
- 4) амплитуду A и частоту ω гармонических колебаний человека на жгуте;
- 5) время au падения человека до поверхности воды.

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

$$L = 30 \text{ m}; \ k = 35 \text{ H/m}; \ x_0 = 20 \text{ m}; \ v_{\text{max}} = 28,3 \text{ m/c}; \ A = 40 \text{ m}; \ \omega = 0,71 \text{ pag/c}; \ \tau = 5,41 \text{ c}$$

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 размыкания ключа в схеме выделилось количество теплоты Q_0 .

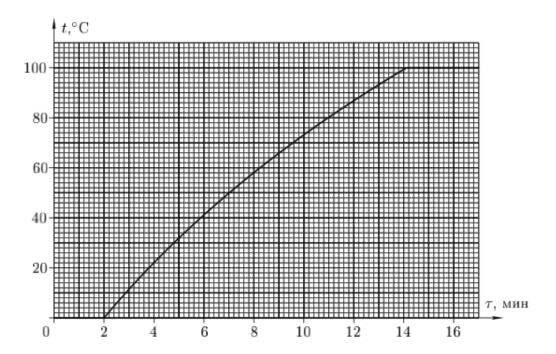


Предполагая идеальными все элементы цепи, определите:

- 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.

¹См. видео.

Задача 3. В сосуд, содержащий смесь воды и льда, в момент времени $\tau=0$ мин опустили нагреватель мощностью $P_0=400$ Вт. На рисунке представлена зависимость температуры t смеси от времени τ .



Известно, что мощность Q тепловых потерь пропорциональна разности температур $\Delta t = t - t_0$, где t_0 — температура окружающей среды. При расчётах вы можете принять $t_0 = 0$ °C и, следовательно, $Q = \alpha t$, где α — постоянный коэффициент, не зависящий от температуры. Используя приведённый график зависимости $t(\tau)$, найдите:

- 1) начальную массу льда m_{π} в смеси;
- 2) общую массу M содержимого сосуда;
- 3) коэффициент пропорциональности α ;
- 4) максимальную мощность нагревателя P_{max} , при которой вода никогда не закипит;
- 5) время τ_1 от начала таяния льда, в течение которого вода в сосуде закипит, если мощность нагревателя $P_1=300~\mathrm{Bt}.$

Удельная теплоёмкость воды $c=4200~\rm Дж/(кг\cdot K)$; удельная теплота плавления льда $\lambda=3.2\cdot 10^5~\rm Дж/кг.$

1) 150 f; 2) 480 f; 3) 2,0 BT/°C; 4) 200 BT; 5)
$$\tau_1 = \frac{\lambda n_n}{P_1} + \frac{\epsilon M}{\alpha} \ln \frac{P_1 - \alpha t_1}{P_2 - \alpha t_1} \approx 21$$
 mmH

Задача 4. Говорят, что в архиве лорда Кельвина нашли график циклического процесса, совершённого над одним молем идеального одноатомного газа (рис.). Со временем чернила выцвели, и от координатных осей T (температура) и V (объём) не осталось и следа. Из пояснений к тексту следовало, что в точке A температура равна 400 K, объём — 1 л, давление газа минимально, а начало координат находится в нижней части рисунка. Там же был указан масштаб по осям.

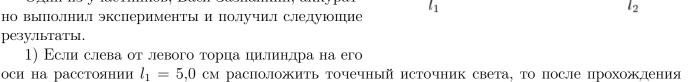


- 1) Восстановите построением положение осей T и V.
- 2) Найдите максимальное давление газа в этом процессе.

ь ΠM $\partial 7, \Phi \approx {}_{\mathrm{xem}} q$

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.



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.

