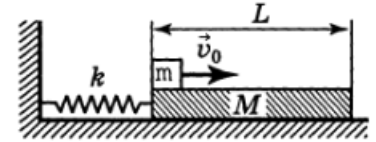


Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, заключительный этап, 1997/98 год

ЗАДАЧА 1. На гладкой горизонтальной поверхности стола лежит доска массой $M = 1$ кг и длиной $L = 1$ м, прикреплённая лёгкой пружиной жёсткости $k = 100$ Н/м к вертикальной неподвижной стене. В начальный момент пружина не деформирована. На краю доски лежит небольшой кубик массой $m = 0,1$ кг. Кубику сообщают начальную скорость $v_0 = 1$ м/с (рис.).

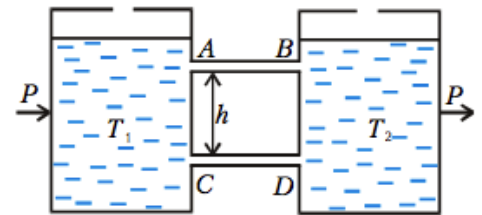


1) При каком коэффициенте трения μ кубика о поверхность доски количество тепла, выделившееся в системе, будет максимальным? Найдите это количество тепла. Трением доски о поверхность пренебречь. Считайте, что кубик движется всё время в одном направлении (относительно стола).

2) Проверьте, удовлетворяют ли условия задачи этому предположению для всех полученных решений.

$$v_0 \approx 1 \text{ м/с}; k \approx 100 \text{ Н/м}; M \approx 1 \text{ кг}; m \approx 0,1 \text{ кг}; L \approx 1 \text{ м}$$

ЗАДАЧА 2. Два высоких сосуда с водой соединены тонкими длинными трубками AB и CD , расположенными на расстоянии h друг от друга (рис.). Вода в сосудах поддерживается при температурах T_1 и T_2 ($T_1 > T_2$). Для поддержания температур в сосудах неизменными к более тёплому сосуду приходится подводить тепло (мощность нагревателя P), а от холодного — отводить такую же мощность. Пренебрегая теплообменом с окружающей средой и теплопроводностью материала трубок, определите:



1) уровень жидкости, отсчитываемый от нижней трубки, на котором давление в обоих сосудах будет одинаково;

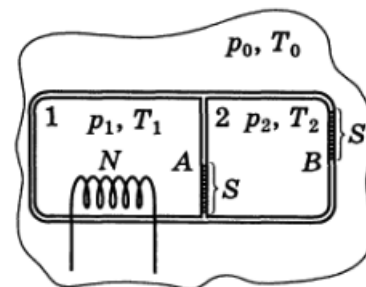
2) разность давлений Δp_{AB} и Δp_{CD} на концах трубок AB и CD ;

3) мощность P , подводимую к тёплому сосуду (и отводимую от холодного).

Плотность воды зависит от её температуры T по закону $\rho = \rho_0 - \alpha(T - T_0)$, где ρ_0 , α и T_0 — постоянные величины. За время $\Delta\tau$ через любое сечение трубки протекает масса жидкости $\Delta m = k\Delta p \cdot \Delta\tau$, где Δp — разность давлений на концах трубки, k — некоторый известный коэффициент. Удельная теплоёмкость c воды задана.

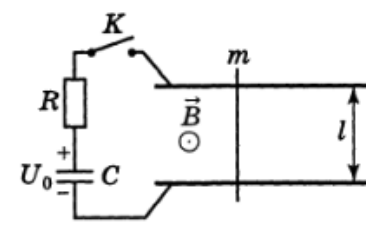
$$\rho = \rho_0 - \alpha(T - T_0); \Delta m = k\Delta p \cdot \Delta\tau; c \text{ — удельная теплоёмкость}$$

ЗАДАЧА 3. Теплоизолированный сосуд разделён на две части теплонепроницаемой перегородкой A . В перегородке A и в одной из стенок B имеется большое количество маленьких отверстий общей площадью S в каждой. В первой части сосуда включили нагреватель мощности N (рис.). Сосуд заполнен аргоном и помещён в атмосферу аргона. Внешнее давление p_0 и температура T_0 поддерживаются неизменными. Оцените установившиеся значения давлений (p_1 и p_2) и температур (T_1 и T_2) в обеих частях сосуда. Сделайте числовые оценки при $N = 20$ Вт, $S = 10$ мм², $p_0 = 10^5$ Па, $T_0 = 300$ К. Молярная масса аргона $\mu = 40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль; универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль · К).

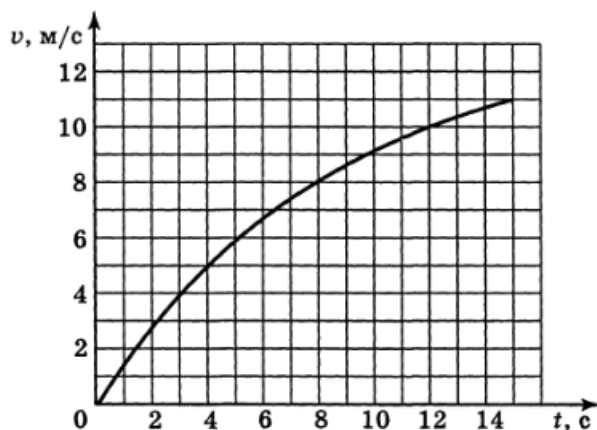


$$p_1 = p_2 = p_0 = 10^5 \text{ Па}; T_1 = T_2 = T_0 = 300 \text{ К}$$

ЗАДАЧА 4. На двух гладких горизонтальных и параллельных рельсах, расстояние между которыми $l = 2$ м, находится тонкая проводящая перемычка массой $m = 0,01$ кг. Рельсы через ключ K и резистор сопротивлением $R = 14$ кОм подключены к конденсатору, заряженному до некоторого напряжения U_0 . Рельсы расположены в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл, перпендикулярном их плоскости (рис. справа).



На рисунке ниже приведена экспериментально снятая зависимость скорости v перемычки от времени t после замыкания ключа K .

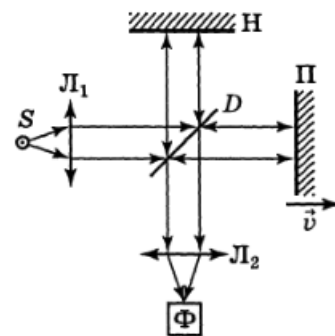


Пренебрегая омическим сопротивлением проводов, рельс и перемычки, по заданному графику $v(t)$ определите:

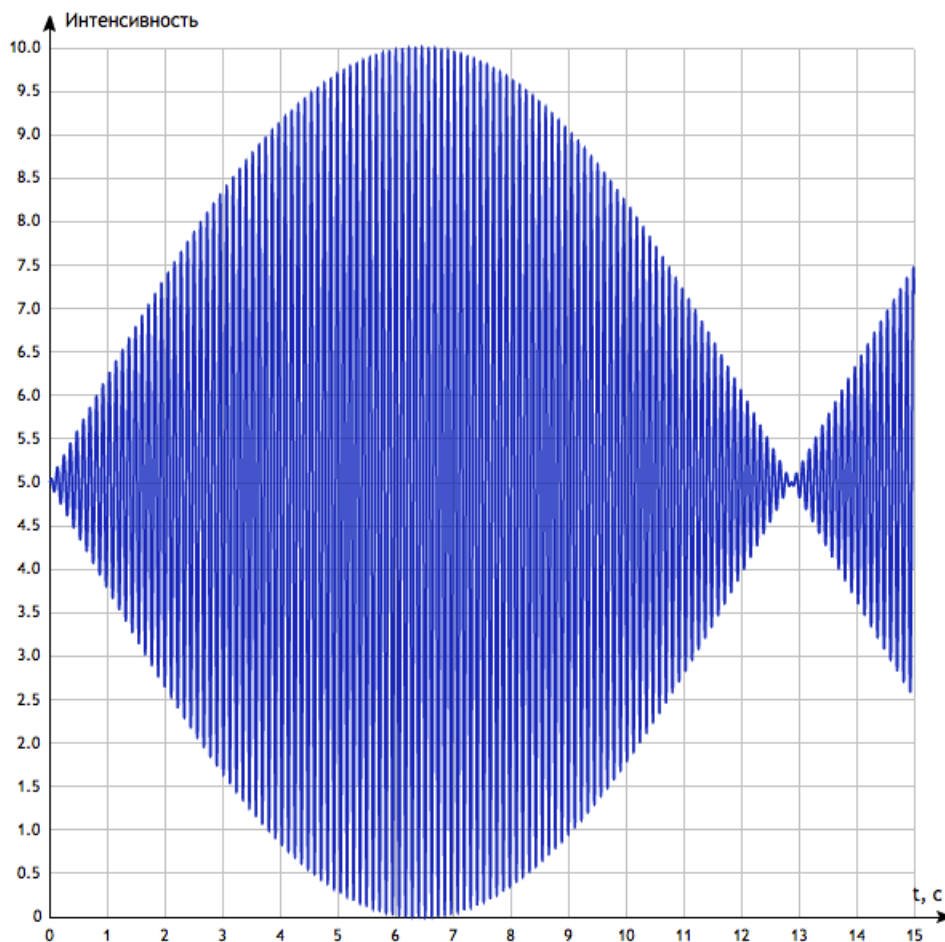
- 1) начальное напряжение U_0 на конденсаторе;
- 2) ёмкость конденсатора;
- 3) установившуюся скорость перемычки.

$$U_0 = 100 \text{ В}; C = 100 \text{ мкФ}; v_{\text{уст}} = 11 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 5. Атомарный цезий при возбуждении испускает две монохроматические линии излучения с близкими длинами волн λ_1 и λ_2 . Для анализа этого излучения используется интерферометр Майкельсона (рисунок справа). Излучение цезиевой лампы S с помощью линзы L_1 в виде параллельного пучка направляется на полупрозрачное зеркало-делитель D . Это излучение частично отражается от делителя и падает на неподвижное зеркало H . Другая часть излучения проходит через делитель и падает на подвижное зеркало Π . После отражения от зеркал H и Π оба пучка вновь возвращаются к делителю D . Часть энергии этих пучков делитель направляет в сторону линзы L_2 , которая фокусирует оба пучка на поверхность катода фотоэлемента Φ . Сила тока фотоэлемента пропорциональна суммарной интенсивности падающего на него потока излучения.



Подвижное зеркало Π начинает медленно двигаться от делительной пластины с постоянной скоростью $v = 2,02 \cdot 10^{-6}$ м/с; при этом сила тока фотоэлемента изменяется так, как показано на рисунке ниже.



Определите:

- 1) среднюю длину волны излучения $\lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$;
- 2) разность длин волн $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$;
- 3) отношение I_1/I_2 интенсивностей спектральных линий, испускаемых атомом цезия.

$$\lambda \approx 456 \text{ нм}, \Delta\lambda \approx 4 \text{ нм}, I_1/I_2 = 1$$