

Второй (заключительный) этап академического соревнования

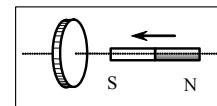
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 17.

**ЗАДАЧА 1.**

Южный полюс магнита приближается с некоторой скоростью к металлическому кольцу, двигаясь вдоль его оси перпендикулярно плоскости кольца. На рисунке покажите направление индукционного тока в кольце. Ответ поясните.

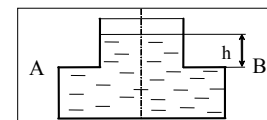


**ЗАДАЧА 2.**

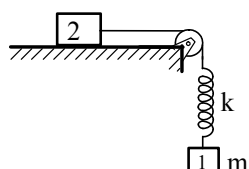
На столе лежат стопкой 10 одинаковых книг. В каком случае нужно приложить меньшую силу: чтобы сдвинуть четыре верхние книги или вытянуть из стопки третью книгу сверху? Ответ обосновать.

**ЗАДАЧА 3.**

Открытый бак, состоящий из двух соосных цилиндров диаметрами  $d$  и  $2d$ , заполнен жидкостью плотности  $\rho$ , как показано на рисунке. Бак стоит на полу лифта, который поднимается вверх с ускорением  $a = 0,25 g$ . Определите силу давления жидкости на горизонтальную поверхность АВ, соединяющую оба цилиндра. Атмосферное давление равно  $p_0$ .



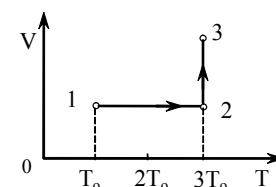
**ЗАДАЧА 4.**



Груз массы  $m$  подвешен через пружину жёсткости  $k$  на нерастяжимой нити, перекинутой через блок, соединённой с бруском 2, лежащим на горизонтальной плоскости. В начальный момент груз  $m$  удерживается так, что пружина находится в ненапряжённом состоянии, затем его отпускают без начальной скорости. Найдите минимальную массу бруска 2, при которой он ещё будет оставаться неподвижным. Коэффициент трения между бруском 2 и плоскостью равен  $\mu$ . Массой пружины, нити, блока и трением в нём пренебречь.

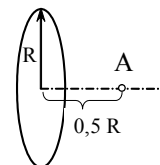
**ЗАДАЧА 5.**

Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 по изохоре 1-2 и изотерме 2-3, как показано на графике зависимости объёма  $V$  от температуры  $T$  ( $T_0 = 100$  К). На участке 2-3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты.



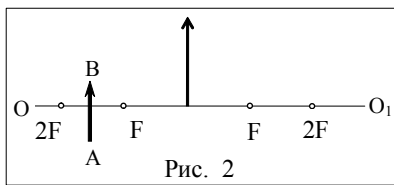
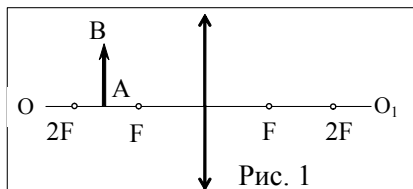
Найдите отношение полной работы газа  $A_{123}$  ко всему количеству подведённой к газу теплоты  $Q_{123}$ .

**ЗАДАЧА 6.**



По кольцу радиуса  $R$  равномерно распределён заряд  $q$ . Определите потенциал  $\varphi$  в точке  $A$ , находящейся на оси, перпендикулярной плоскости кольца, и отстоящей от центра кольца на расстоянии  $h = 0,5 R$ .

### ЗАДАЧА 7.



Предмет располагается перед собирающей линзой, как показано на рис. 1. Линзу разрезали по оси  $OO_1$ . Нижнюю половину линзы удалили, а

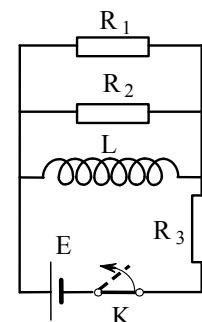
верхнюю половину сдвинули вверх по отношению к предмету, как показано на рис. 2. Постройте изображение предмета в оставшейся верхней половине линзы (рис. 2).

### ЗАДАЧА 8.

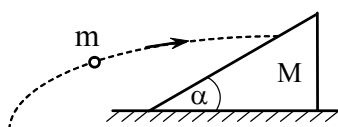
Найдите максимальный потенциал  $\varphi$ , до которого может зарядиться удаленный от других тел медный шарик при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны  $\lambda = 0,14$  мкм. Работа выхода для меди  $A = 4,47$  эВ.

### ЗАДАЧА 9.

В электрической цепи, представленной на рисунке, ключ  $K$  в начальный момент замкнут, и по цепи идет постоянный ток. Какое количество теплоты выделится в резисторе  $R_1$  после размыкания ключа. Параметры элементов цепи: индуктивность катушки равна  $L$ ,  $R_1 = R$ ,  $R_2 = 2R$ ,  $R_3 = R$ , ЭДС источника тока равна  $E$ . Активным сопротивлением катушки и сопротивлением источника тока пренебречь.



### ЗАДАЧА 10.



На гладкой горизонтальной поверхности массивной плиты покоится клин массы  $M$  с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$ . Клин плотно прилегает к поверхности плиты. Летящий по параболической траектории шар массы  $m$  ударяется о гладкую наклонную поверхность клина, причём в момент удара его скорость направлена горизонтально (удар абсолютно упругий). В результате клин начинает двигаться по плите. Найдите отношение  $m/M$ , если через некоторое время шар попадает в ту же самую точку на клине, от которой он отскочил.

## Решение варианта № 17

### ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

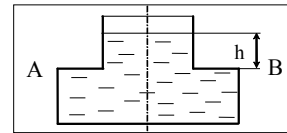
Ответ: По часовой стрелке согласно правилу Ленца .

**3 А Д А Ч А 2.** (8 баллов)

Ответ: Меньшую силу  $F_1 = 4 \mu mg$  нужно приложить, чтобы сдвинуть верхние четыре книги.

**3 А Д А Ч А 3.** (10 баллов)

Ответ: 
$$F = \frac{3}{4} \pi d^2 (p_o + 1,25 \rho gh)$$



$$F = [p_o + \rho h(g + a)]S, \text{ где } S = \frac{\pi}{4} \left( (2d)^2 - d^2 \right) = \frac{3}{4} \pi d^2$$

$$F = [p_o + \rho h(g + 0,25g)] \frac{3}{4} \pi d^2 = \frac{3}{4} \pi d^2 (p_o + 1,25 \rho gh)$$

$$F = \frac{3}{4} \pi d^2 (p_o + 1,25 \rho gh)$$

**3 А Д А Ч А 4.** (10 баллов)

Ответ: 
$$M = \frac{2m}{\mu}$$

Т.к.  $F_{TP} = T$ , где  $F_{TP} = \mu N = \mu Mg$  и  $\mu Mg = 2mg$  то

$$M = \frac{2mg}{\mu g} = \frac{2m}{\mu}$$

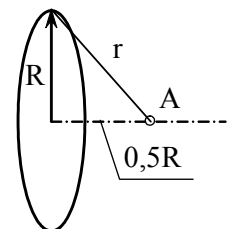
**3 А Д А Ч А 5.** (10баллов)

Ответ: 
$$\frac{A_{123}}{Q_{123}} \approx 0,5$$

**3 А Д А Ч А 6.** (10 баллов)

Ответ: 
$$\varphi = \frac{q\sqrt{5}}{10\pi\epsilon_o R}$$

$$\varphi = k \frac{q}{r}; \quad r = \frac{R}{2} \sqrt{5} \quad \varphi = \frac{2q}{4\pi\epsilon_o R \sqrt{5}} = \frac{q\sqrt{5}}{10\pi\epsilon_o R}$$



**З А Д А Ч А 7.** (10 баллов)

Ответ:

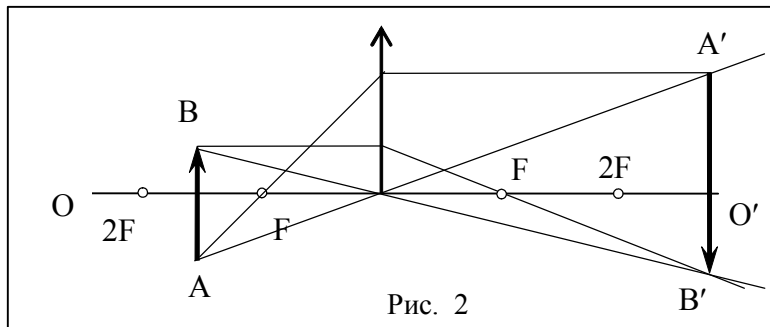


Рис. 2

**З А Д А Ч А 8.** (10 баллов)

Ответ:

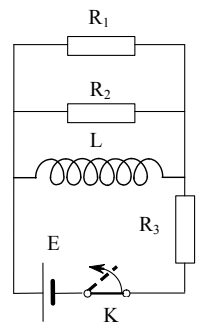
$$\varphi_{\max} = \frac{h \frac{c}{\lambda} - A}{e} = 4,4 \text{ В.}$$

**З А Д А Ч А 9.** (12 баллов)

Ответ:

$$Q_1 = \frac{LE^2}{3R^2}.$$

1). До размыкания ключа установившаяся сила тока равна  $I = \frac{E}{R_3}$  ( через резисторы  $R_1$  и  $R_2$  ток не течет, т.к. разность потенциалов на катушке индуктивности равна нулю).



2). После размыкания ключа электрическая энергия катушки выделится в виде тепла на резисторах

$R_1$  и  $R_2$  ( через резистор  $R_3$  ток течь не будет):  $Q = \frac{LI^2}{2} = \frac{LE^2}{2R_3^2}.$

3). Т.к. резисторы  $R_1$  и  $R_2$  соединены параллельно, разности потенциалов на них равны:  $I_1 R_1 = I_2 R_2 = U$ . По закону Джоуля Ленца количества теплоты, выделяющиеся в резисторах

за небольшой интервал времени  $\Delta t$ , равны  $\Delta Q_1 = I_1^2 R_1 \Delta t = \frac{U^2}{R_1} \Delta t$ ,  $\Delta Q_2 = I_2^2 R_2 \Delta t = \frac{U^2}{R_2} \Delta t$ .

Из этих уравнений следует, что  $Q_1 R_1 = Q_2 R_2$ . Вместе с тем,  $Q_1 + Q_2 = Q$ . Окончательно Находим

$$Q_1 = \frac{Q}{1 + \frac{R_1}{R_2}} = \frac{LE^2}{2R_3^2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)}. \text{ Подставляя } R_1 = R, R_2 = 2R, R_3 = R, \text{ получим } Q_1 = \frac{1}{3} \frac{LE^2}{R^2}.$$

**З А Д А Ч А 10.** (12 баллов)

Ответ:

$$\frac{m}{M} = 2.$$