

## Очная олимпиада школьников 2016.

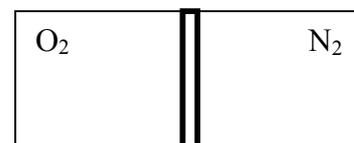
1. Как изменится коэффициент упругости пружины, если ее длину уменьшить в  $\eta=2$  два раза? Объясните почему?

### Решение

При растяжении (или сжатии) пружины сила упругости одинакова в любом сечении пружины. Следовательно, сила, растягивающая (или сжимающая) любой элемент пружины не зависит от длины пружины и равна внешней силе  $F$ , вызывающей деформацию пружины. Поэтому общее растяжение пружины при уменьшении длины пружины в 2 раза уменьшится в 2 раза и, следовательно, коэффициент упругости увеличится в 2 раза.

$$F = k(l - l_0) = k_1 \left( \frac{l}{2} - \frac{l_0}{2} \right); \quad k_1 = 2k.$$

2. Подвижный поршень делит закрытый цилиндр на две одинаковые по объему части. В одной части находится кислород  $O_2$ , в другой азот  $N_2$ . В какой-то момент поршень делается прозрачным для азота и поршень начинает смещаться. В каком положении поршень остановится? Температура постоянна.

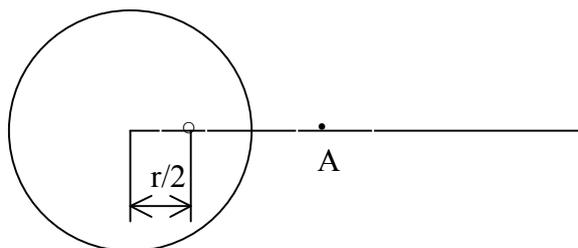


### Решение

Просачивание азота  $N_2$  через поршень зависит от концентрации азота  $n$  и температуры газа  $T$ . При этом азот переходит из области где его концентрация больше в область, занятую кислородом  $O_2$ , в которой концентрация азота меньше. Давление на поршень слева, по закону Дальтона, становится больше, чем давление со стороны азота и поршень начинает смещаться вправо. (При одинаковых концентрациях азота слева и справа от поршня давление азота  $P=nkT$  слева и справа одинаково, но слева на поршень оказывает давление еще и кислород).

Смещение поршня будет происходить до тех пор пока он не займет крайнее правое положение, дойдя до правого торца цилиндра.

3. Точечный электрический заряд  $q$  создает в точке  $A$ , находящейся на расстоянии  $r$  от заряда электрическое поле, напряженность которого равна  $E$ . Во сколько раз изменится напряженность электрического поля в точке  $A$ , если электрический заряд окружить металлической сферой радиуса  $r$ . Центр сферы, заряд и точка  $A$  лежат на одной прямой. Расстояние между центром сферы и зарядом  $r/2$ .



Какой станет напряженность поля  $E_0$  в точке  $A$ , если металлическую сферу заземлить?

### Решение

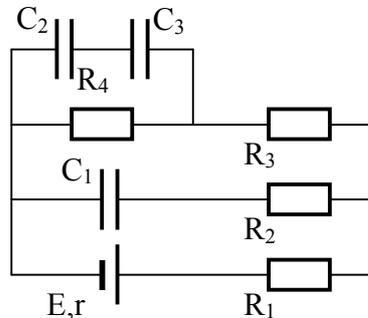
В статике напряженность  $\vec{E}$  электрического поля в металле должна быть равна нулю. Поэтому на внутренней поверхности сферы появится заряд  $-q$ , который распределится так, что суммарное электрическое поле, создаваемое зарядом  $q$  и наведенным зарядом  $-q$  станет в металле и вне сферы равным нулю. На внешней поверхности сферы, по закону сохранения электрического заряда, появится заряд  $q$ , который будет распределен по поверхности сферы равномерно. Поле внутри сферы он создавать не будет, а вне сферы это поле будет таким как поле точечного заряда, находящегося в центре сферы.

Поэтому напряженность  $E_1$  в точке  $A$ , после окружения заряда  $q$  металлической сферой, станет равным

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\left(\frac{r}{2} + r\right)^2}; \quad \frac{E_1}{E} = \frac{r^2}{\left(\frac{r}{2} + r\right)^2} = \frac{4}{9}.$$

При заземлении сферы поле  $E_1$  станет равным нулю.

4. Какой заряд будет на конденсаторах  $C_1=1,0$  мкФ и  $C_2=2,0$  мкФ в схеме, изображенной на рисунке, если ЭДС источника  $E=10$  В, его внутреннее сопротивление  $r=1$  Ом,  $R_1=R_2=2$  Ом,  $R_3=3$  Ом,  $R_4=4$  Ом,  $C_3=3$  мкФ.



### Решение

В схеме, изображенной на рисунке, ток  $I$  течет через источник  $E$  и сопротивления  $r$ ,  $R_1$ ,  $R_3$  и  $R_4$

$$I = \frac{E}{r + R_1 + R_3 + R_4}.$$

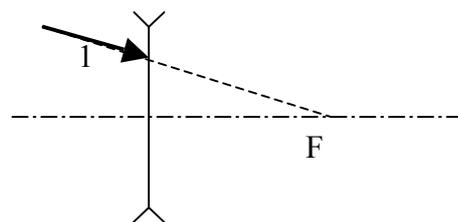
Заряд  $q_1$  на конденсаторе  $C_1$  определится из условия  $\frac{q_1}{C_1} = I(R_3 + R_4)$  т.е.

$$q_1 = C_1 \frac{E \cdot R_4}{r + R_1 + R_3 + R_4} = \frac{7 \cdot 10}{1 + 2 + 3 + 4} = 7 \text{ мкКл.}$$

Заряд  $q_2$  на конденсаторе  $C_2$  определится из условия  $\frac{q_2}{C_2} + \frac{q_2}{C_3} = I \cdot R_4$ , т.е.

$$q_2 = \frac{C_2 \cdot C_3}{C_2 + C_3} \frac{E \cdot R_4}{(r + R_1 + R_3 + R_4)} = \frac{10 \cdot 6 \cdot 4}{5 \cdot 10} = 4,8 \text{ мкКл.}$$

5. Луч 1 падает на рассеивающую линзу так, что продолжение его проходит через фокус линзы (см. Рис.). Построить ход луча за линзой.



### Решение

Параллельно лучу 1 проводим побочную оптическую ось, проводим переднюю фокальную плоскость (ФП). Точка пересечения побочной оптической оси с фокальной плоскостью является мнимым источником. 2- ход луча 1 после преломления в линзе.

