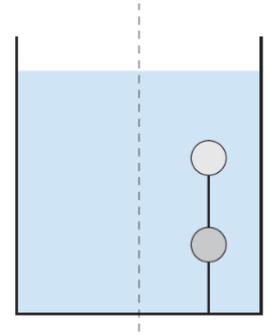


### Задача 1

Цилиндрический сосуд заполнен водой, а к его дну прикрепляют два связанных нитью шарика одинакового объема (см. рисунок). Плотность первого шарика  $600 \text{ кг/м}^3$ , плотность второго шарика  $800 \text{ кг/м}^3$ .



1. Найдите отношение сил натяжения нитей  $T_1/T_2$ , где  $T_1$  и  $T_2$  – силы натяжения нитей, прикрепленных к верхнему и нижнему шарика соответственно.

Сосуд раскручивают вокруг его оси с угловой скоростью  $\omega = 1 \text{ рад/с}$ . Известно, что нить, удерживающая верхний шарик, стала образовывать угол  $\alpha_1$  с вертикалью такой, что  $\text{tg}\alpha_1 = 1/2$ , а нить, прикрепленная к дну сосуда, образует с вертикалью угол  $\alpha_2 = \pi/4$ .

2. Найдите расстояния от первого и второго шарика до оси цилиндра.

### Задача 2

Газ Ван-дер-Ваальса – это неидеальный газ, уравнение состояния которого для одного моля имеет вид:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT,$$

где  $a, b$  – известные размерные положительные константы,  $p, V, T$  и  $R$  – давление, объем, температура и универсальная газовая постоянная соответственно. Внутренняя энергия одного моля газа Ван-дер-Ваальса зависит от температуры и занимаемого объема:

$$U = \frac{3}{2}RT - \frac{a}{V}.$$

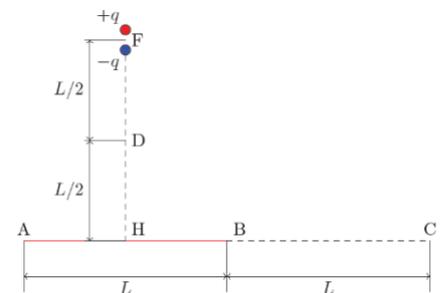
С одним молем газа Ван-дер-Ваальса проводят циклический процесс, состоящий из изохорического нагрева  $1 \rightarrow 2$ , изобарического расширения  $2 \rightarrow 3$ , в котором объем увеличивается от  $5b$  до  $10b$ , и процесса  $3 \rightarrow 1$ , который можно описать уравнением  $p = \frac{a}{5b^2} - \frac{a}{V^2}$ .

1. Найдите температуру газа в состояниях 1 и 3.
2. Докажите, что процесс  $3 \rightarrow 1$  политропический и найдите его теплоемкость.
3. Найдите КПД данного цикла.

### Задача 3

Нить  $AB$  длины  $L$  равномерно заряжена так, что ее суммарный заряд равен  $Q > 0$ .

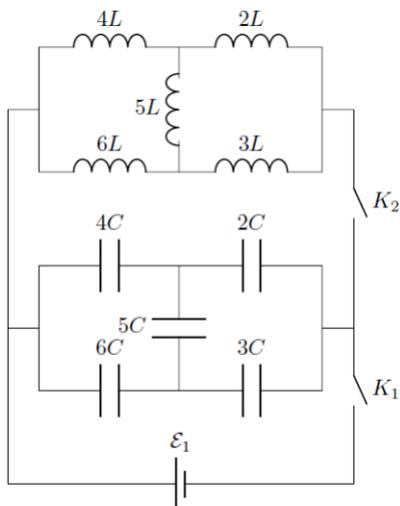
1. Найдите напряженность электрического поля в точке  $C$ , находящейся на прямой  $AB$  на расстоянии  $L$  от точки  $B$  (см. рисунок).
2. Найдите напряженность электрического поля в точке  $D$ , которая находится на срединном перпендикуляре  $DH$ ,  $DH = L/2$ .
3. Будем называть диполем систему из двух зарядов  $+q$  и  $-q$ , находящихся на фиксированном расстоянии  $l \ll L$  друг от друга. Будем удерживать диполь в точке  $F$ , находящейся на прямой  $DH$  на расстоянии  $L$  от середины нити. Считая массу каждого из зарядов равной  $m$  найдите скорость диполя, когда он будет проходить точку  $D$ .



#### Задача 4

На схеме, изображенной на рисунке, в начальный момент все ключи разомкнуты, конденсаторы не заряжены, источник  $\mathcal{E}$  идеальный.

1. Ключ  $K_1$  замыкают. Найдите заряд, который установится на конденсаторе  $2C$ .
2. Ключ  $K_1$  размыкают, после чего замыкают ключ  $K_2$ . Чему равна сила тока через катушку  $2L$  сразу после размыкания ключа  $K_2$ ?
3. Чему равна частота колебаний общей силы тока в электрической цепи?



#### Задача 5

Пржектор радиуса  $r$  создает параллельный пучок света, направленный на параболическое зеркало, задаваемое уравнением  $y = x^2/8r$  (см. рисунок). Пучок света параллелен оси  $y$ , расстояние от плоскости прожектора до вершины параболического зеркала  $2r$ .

1. Найдите угол падения на параболическое зеркало луча с координатой  $x = r$ .
2. За прожектором на расстоянии  $2r$  от него располагается экран, плоскость которого параллельна плоскости прожектора. Найдите площадь блика на экране, создаваемого параболическим зеркалом.

