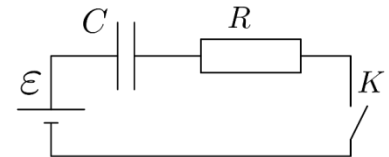


ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2023-2024 учебный год
11 класс

1. **Дырявый барометр.** Закрытая с одного конца трубка ртутного барометра имеет площадь внутреннего сечения $S = 1 \text{ см}^2$ и выступает над поверхностью ртути на $L = 1 \text{ м}$. Уровень ртути в трубке установился выше уровня ртути в открытой части барометра на $h = 750 \text{ мм}$, а остальная часть трубки пуста. Температура в лаборатории $T = 27^\circ\text{C}$. В результате случайного удара по трубке (выше уровня ртути) в ней образовалась микротрещина, через которую начал поступать воздух со скоростью $\mu = 10^{16}$ молекул в секунду. С какой скоростью v начал опускаться уровень ртути в трубке сразу после удара? Плотность ртути $\rho = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$, ускорение свободного падения $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

2. **Заряженный конденсатор.** В цепи, схема которой изображена на рисунке, известна ЭДС \mathcal{E} идеальной батареи, ёмкость конденсатора C , обе пластины которого имеют начальный положительный заряд q_0 ($q_0 < \mathcal{E}C$), и сопротивление резистора R . В начальный момент ключ K разомкнут. Затем его замыкают. Определите:

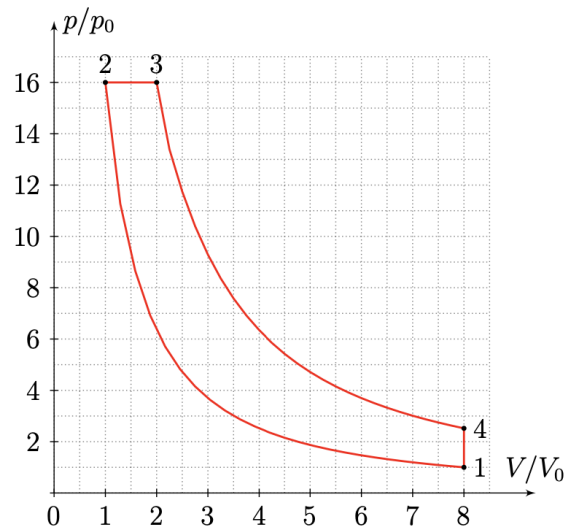


- силу тока I_0 в цепи сразу после замыкания ключа K ;
- силу тока I_1 , идущего через источник в момент, когда пластины конденсатора начнут притягиваться друг к другу.

3. **Дизель.** Идеальный цикл, который предложил Вин Рудольф Дизель, состоит из четырёх процессов:

- 1-2 адиабатное сжатие рабочего тела;
- 2-3 изобарный подвод теплоты к рабочему телу;
- 3-4 адиабатное расширение рабочего тела;
- 4-1 изохорное охлаждение рабочего тела.

Под «рабочим телом» для упрощения будем понимать идеальный газ. Используя относительные величины давления и объёма (p_0 и V_0 считать известными) на графике и, приняв количество вещества рабочего тела за ν , ответьте на следующие вопросы:



- Какова минимальная температура T_{min} газа за весь цикл?
- Чему равна работа газа A за цикл? Давление в точке 4 считайте известным и равным $p_4 = 2,5p_0$. Здесь и в следующем пункте считайте число i степеней свободы газа известным.
- Найдите КПД η такого цикла.

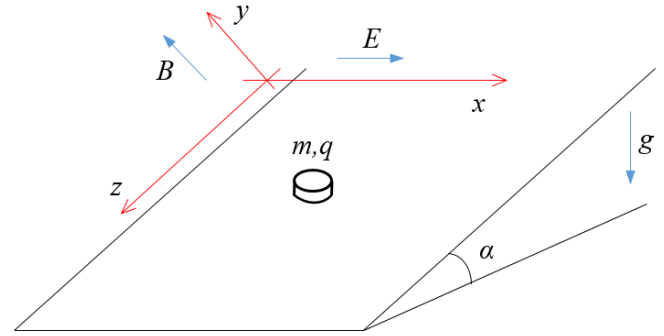
Для описания зависимости давления газа от его объёма на адиабатных участках графика можно использовать уравнение Пуассона:

$$pV^\gamma = \text{const},$$

где $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ — показатель адиабаты (c_p, c_v — молярные теплоёмкости газа при постоянном давлении и при постоянном объёме соответственно).

- Теперь, считая i неизвестным, найдите численное значение γ .
- Чему равно i ?

4. **По наклонной.** На протяжённой наклонной плоскости с углом наклона α удерживают небольшой диск массой m и с зарядом q ($q > 0$). Коэффициент трения между диском и наклонной плоскостью μ . Напряженность E однородного электрического поля направлена по параллельной плоскости горизонтальной оси Ox , индукция B однородного магнитного поля направлена по оси Oy , перпендикулярной наклонной плоскости (см. рисунок). Диск отпускают. В момент сразу после того как диск отпустили, определите:



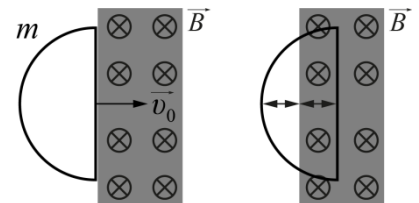
- силу нормальной реакции опоры N ;
 - угол β между осью Oz и направлением силы трения;
 - при каком минимальном значении коэффициента трения μ_{\min} диск не начнёт двигаться;
- В предположении, что $\mu < \mu_{\min}$, в момент сразу после того как диск отпустили, определите:
- силу трения $F_{\text{тр}}$;
 - начальное ускорение a_0 ;

В предположении, что $\mu < \mu_{\min}$, в установившемся режиме при движении с постоянной скоростью определите:

- скорость установившегося движения $v_{\text{уст}}$;
- работу A_M , которую совершают магнитные силы за время τ ;
- количество теплоты Q , которое выделяется в системе за время τ .

Ускорение свободного падения g . Ось Oz параллельна плоскости и перпендикулярна оси Ox .

5. **Много Пи.** Из проволоки массой m , длиной l и сопротивлением R изготовили контур в виде половины окружности с диаметром. В начальный момент времени, контуру сообщили скорость v_0 , вектор которой перпендикулярен диаметру и лежит в плоскости контура (см. рис.). В процессе движения проволочная конструкция заехала в область однородного магнитного поля с индукцией B_0 , вектор которой перпендикулярен плоскости контура, а начальная скорость v_0 перпендикулярна границе магнитного поля. Через некоторое время контур остановился, заехав в поле на половину радиуса. Определите:



- начальную кинетическую энергию контура W_0 ;
- ускорение контура a_0 в момент пересечения диаметром границы области с магнитным полем;
- количество теплоты Q , выделившееся в контуре к моменту остановки;
- заряд q , прошедший по контуру за время движения.

Действием гравитационных сил пренебречь.