

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

11 класс

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические задания.

Время выполнения заданий – 230 минут.

Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задания;
- не забывайте переносить решения в чистовик, черновики не проверяются;
- решение каждой задачи начинайте с новой страницы;
- задача считается решенной, если в ней приведено полное доказательство или обоснование ответа (за исключением случаев, когда в условии написано, что требуется привести только ответ);
- после выполнения заданий еще раз удостоверьтесь в правильности записанных ответов и решений.

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

Итог подводится по сумме баллов, набранных участником.

Условия задач

11.1. (10 баллов)

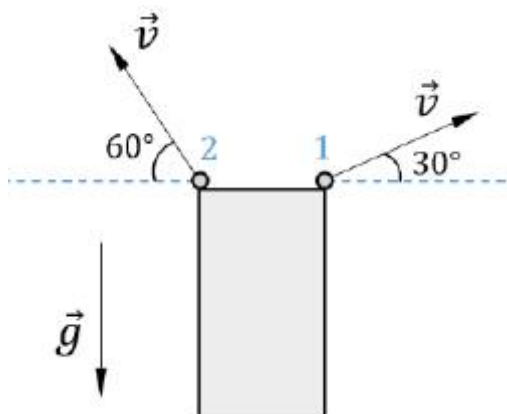
Что с барометром?

Ртутный барометр состоит из запаянной с одного конца трубки площадью внутреннего сечения $S = 1 \text{ см}^2$ и сосуда с ртутью. Трубка выступает над поверхностью ртути на $L = 1 \text{ м}$. Уровень ртути в трубке выше уровня ртути в сосуде на $h = 750 \text{ мм}$, а остальная часть трубки пуста. Температура окружающего барометр воздуха $t = 27^\circ\text{C}$. Исследователь случайно ударил по трубке. Выше уровня ртути в трубке образовалась микротрещина. В трубку через микротрещину 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 $\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$, постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

11.2. (10 баллов)

Перпендикулярность

С высокого здания одновременно бросают два предмета с одинаковой по модулю начальной скоростью v под углами 30° и 60° к горизонту (см. рисунок). Определите, через какое время τ_1 скорость первого шарика станет горизонтально направленной? Через какое время τ скорости камней снова будут перпендикулярны друг другу? Траектории камней лежат в одной плоскости. Ускорение свободного падения g . Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

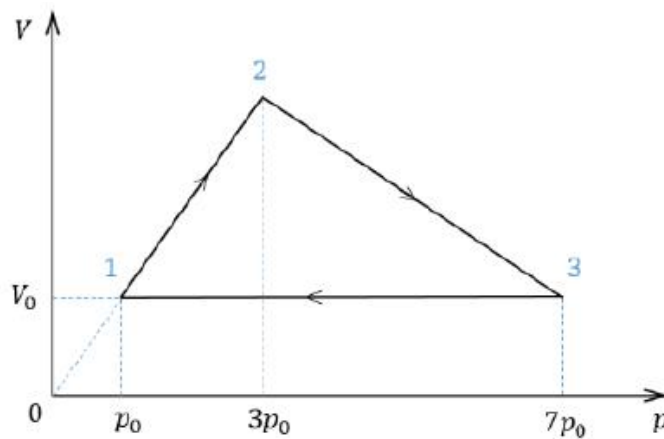


11.3. (10 баллов)

Работа

Над одноатомным идеальным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1, показанный на рисунке. В процессах 1-2 и 2-3 давление линейно зависит от объема. Продолжение графика процесса 1-2 проходит через начало координат. Количество вещества 1 моль . Температура газа в точке 1 $T_0 = 200 \text{ К}$. Определите, чему равна температура газа T_2 в точке 2. Какое

количество теплоты Q_{12} сообщили газу в процессе 1-2? Определите работу A газа за цикл. Универсальная газовая постоянная $R=8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

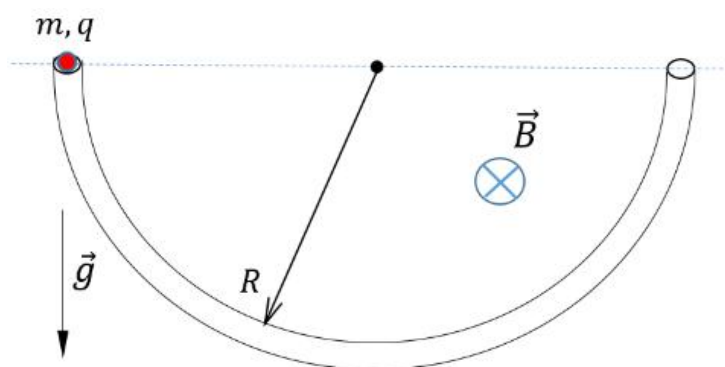


11.4. (10 баллов)

Изогнутая трубка

В однородном горизонтальном магнитном поле $\vec{B}$ расположена в вертикальной плоскости непроводящая незаряженная трубка. Радиус полуокружности R . Оба конца трубы находятся на одной горизонтали. Внутри трубки вблизи края с одной стороны отпускают с нулевой начальной скоростью небольшой диэлектрический шарик массой m с зарядом q ($q>0$). Определите максимальную скорость $v_{\max}$ шарика и максимальную силу $N_{\max}$ взаимодействия шарика и трубки в процессе дальнейшего движения. Трением пренебречь. Ускорение свободного падения равно g . Известно, что

$\frac{qB}{3m} = \sqrt{\frac{g}{2R}}$. При движении шарика внутри трубки электрический заряд шарика остаётся неизменным.



11.5. (10 баллов)

Контур в поле

Исследователь изготовил из проволоки контур в виде половины окружности. Длина проволоки l , масса m , сопротивление R . 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.

