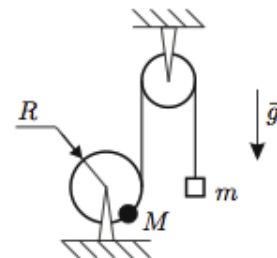


# Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, региональный этап, 2012/13 год

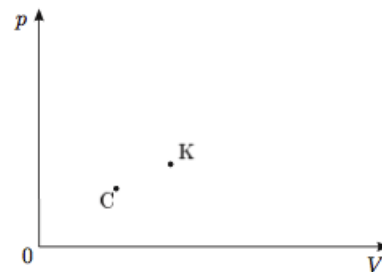
**ЗАДАЧА 1.** Два лёгких блока соединены нерастяжимой лёгкой нитью (см. рисунок). На краю нижнего блока радиуса  $R$  закреплена точечная масса  $M$ , соединённая с нитью. К другому концу нити прикреплён груз  $m$ , причём  $M > m$ .

Найдите период  $T$  малых колебаний системы около положения равновесия.



$$\frac{m - \mathcal{N}}{m + \mathcal{N}} \sqrt{\frac{6}{\pi}} \sqrt{\frac{b}{H}} \sqrt{\nu \zeta} = L$$

**ЗАДАЧА 2.** Говорят, что в архиве лорда Кельвина нашли рукопись с  $pV$ -диаграммой, на которой был изображён циклический процесс в виде прямоугольного треугольника  $ACB$ . При этом угол  $C$  был прямым, а в точке  $K$ , лежащей на середине стороны  $AB$ , теплоёмкость многоатомного газа ( $\text{CH}_4$ ) обращалась в нуль. Газ можно считать идеальным. От времени чернила выцвели, и на рисунке остались видны только координатные оси и точки  $C$  и  $K$  (см. рисунок). С помощью циркуля и линейки без делений восстановите положение треугольника  $ACB$ . Известно, что в точке  $A$  объём был меньше, чем в точке  $B$ .



**ЗАДАЧА 3.** В вертикальном цилиндре сечения  $S$  тяжёлый поршень массы  $m$  лежит на шероховатом дне при открытых отверстиях в верхнем и нижнем торцах, так, что в цилиндре находится  $\nu_0$  моль воздуха. Отверстия закрывают и переворачивают цилиндр. После этого открывают отверстие в верхнем торце и дожидаются установления равновесия. Затем отверстие закрывают и ещё раз переворачивают цилиндр. Снова открывают верхнее отверстие, дожидаются установления равновесия, и так далее.

Определите максимальное количество воздуха, оказавшееся в цилиндре.

Какое количество воздуха  $\nu$  окажется в цилиндре после многократного повторения процедуры переворачивания?

Атмосферное давление  $p_0$ , температура постоянна, трение между поршнем и цилиндром отсутствует. Ускорение свободного падения  $g$ .

$$\frac{6m + S^0 d \zeta}{6m + S^0 d} \nu_0 \zeta = \nu : \frac{6m + S^0 d}{6m \zeta + S^0 d} \nu_0 = \text{max} \nu$$

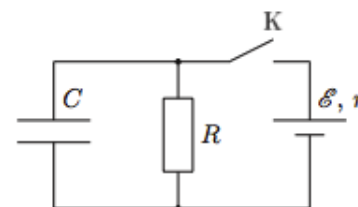
ЗАДАЧА 4. Можно считать, что при комнатной температуре в полупроводнике  $n$ -типа (с электронной проводимостью) все атомы донорной примеси ионизированы (каждый отдал по одному электрону). Электроны этих атомов являются свободными носителями заряда (основные носители), а ионизированные доноры «закреплены» в узлах кристаллической решётки. При напылении на поверхность такого полупроводника металлического контакта все основные носители из прилегающей к металлу области полупроводника шириной  $D$  переходят в металл, а непосредственно под контактом образуется область объёмного заряда ионизированных доноров (барьер Шоттки). Между металлическим контактом и объёмом полупроводника возникает контактная разность потенциалов  $U_k$  (см. рисунок).



Вычислите толщину  $D$  барьера Шоттки, если донорная примесь распределена в полупроводнике однородно с концентрацией  $N_d = 10^{16} \text{ см}^{-3}$ , контактная разность потенциалов  $U_k = 0,7 \text{ В}$ , а диэлектрическая проницаемость полупроводникового кристалла  $\epsilon = 13$ . Заряд электрона  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ , электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ .

$$D = \sqrt{\frac{2\epsilon\epsilon_0 U_k}{q N_d}} = 0,32 \text{ мкм}$$

ЗАДАЧА 5. Электрическая цепь (см. рисунок) состоит из конденсатора ёмкостью  $C = 125 \text{ мкФ}$ , резистора  $R$ , сопротивление которого неизвестно, источника постоянного тока с ЭДС  $\mathcal{E} = 70 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r = R/2$ . Вначале конденсатор не заряжен, ток отсутствует. Ключ  $K$  замыкают и через некоторое время размыкают. Оказалось, что сразу после размыкания ключа сила тока, текущего через конденсатор, в два раза больше силы тока, текущего через конденсатор непосредственно перед размыканием ключа. Найдите количество теплоты, которое выделилось в цепи после размыкания ключа  $K$ .



$$Q = \frac{6\mathcal{E}^2 C}{8} = 0$$