

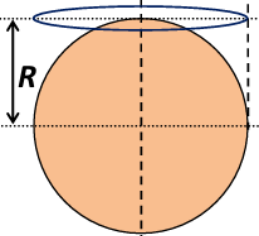
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «Робофест» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2025 года, ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
БИЛЕТ № 03 (10 классы)

Задание 1: «Полярная орбита»

Вопрос: Согласно уравнению Мещерского, сила тяги реактивного двигателя, выбрасывающего массу Δm за малое время Δt со скоростью истечения u (относительно себя), равна $\vec{F} = -\frac{\Delta m}{\Delta t} \vec{u}$.

Величину $q \equiv \frac{\Delta m}{\Delta t}$ обычно называют *расходом* массы (топлива и окислителя). Допустим, что летательный аппарат, снабженный реактивным двигателем, расходует 1% от собственной массы за 10 с. При какой величине скорости истечения он может «зависнуть» неподвижно в поле тяжести у поверхности Земли, где ускорение свободного падения $g \approx 10 \text{ м/с}^2$.

Задача: Пусть нам необходим спутник, работающий на «полярной орбите». Это круговая орбита с радиусом, равным радиусу Земли R , центр которой совпадает с одним из полюсов Земли, а плоскость перпендикулярна оси вращения. Для вращения по этой орбите спутник использует реактивный двигатель, направление силы тяги которого выбрано так, чтобы расход массы топлива и окислителя был минимален. Найдите период обращения этого спутника. Считайте известным, что период обращения спутника на низковысотной круговой орбите $T_0 \approx 5000 \text{ с}$. Пусть также известно, что в момент начала работы спутника на этой орбите запасы топлива и окислителя составляли половину общей массы спутника, а скорость истечения продуктов сгорания $u = 10 \text{ км/с}$. Оцените время работы такого спутника на этой орбите. Ускорение свободного падения на поверхности Земли $g \approx 10 \text{ м/с}^2$.



Задание 2: «Уменьшение давления при сжатии»

Вопрос: В двух одинаковых баллонах неименного объема находятся разные количества одного и того же газа, который можно считать идеальным. В первом баллоне находятся 20 г газа при температуре 27°C , а во втором – 25 г газа при температуре 57°C . На сколько % давление во втором баллоне выше, чем в первом?

Задача: В жесткий баллон закачивают воздух, одновременно охлаждая его. В результате температура газа в баллоне в зависимости от массы газа изменялась по закону

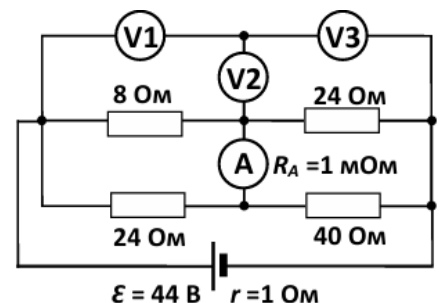
$$T(m) = \frac{T_0}{4} \left(1 + 3 \frac{m_0^2}{m^2} \right),$$

где T_0 – начальная температура. Начальное давление воздуха в баллоне равнялось $p_0 = 200 \text{ кПа}$. В ходе такого процесса масса газа в баллоне была увеличена от $m_0 = 1 \text{ кг}$ до $m_1 = 3 \text{ кг}$. Найдите минимальную величину давления газа за все время закачивания. При какой массе газа в баллоне давление было минимальным? Воздух можно считать идеальным газом.

Задание 3: «Почти идеальные приборы»

Вопрос: Амперметры с сопротивлениями 2 мОм и 3 мОм соединили параллельно, и эту пару соединили последовательно с другой, а которой параллельно были соединены еще один амперметр с сопротивлением 1 мОм и резистор с сопротивлением 100 Ом. На эту цепь подали напряжение от источника с ЭДС 5 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Каковы показания амперметров? Известно, что они измеряют силу тока с ошибкой менее 0,05 А.

Задача: В схеме, показанной на рисунке, суммарное сопротивление соединительных проводов менее 1 мОм, все три вольтметра одинаковы, и их внутренние сопротивления более 1 Мом. Характеристики остальных элементов схемы показаны на рисунке. Найдите силу тока, текущего в ветви с источником. Определите показания всех приборов (амперметра и трех вольтметров) с ошибкой менее 5 %.



Задание 4: «Ползущий зайчик»

Вопрос: С помощью тонкой линзы с модулем фокусного расстояния 50 см создано изображение пламени маленькой свечи. Это изображение оказалось перевернутым и увеличенным. Какая это линза – рассеивающая или собирающая? Какое это изображение – действительное или мнимое? На каком расстоянии от пламени свечи мог при этом находиться оптический центр линзы?

Задача: Небольшой светодиод установили так, чтобы ось пучка испускаемого им света была перпендикулярна плоскому экрану. Когда на этой оси на расстоянии $a_1 = 60 \text{ см}$ от светодиода разместили тонкую линзу, то на экране наблюдалось четкое изображение «глазка» светодиода. Когда линзу начали плавно перемещать вдоль ее плоскости (и параллельно экрану) со скоростью $u = 2 \text{ мм/с}$, то центр изображения стал двигаться с постоянной скоростью $V_1 = 4 \text{ мм/с}$. Тогда линзу придвинули к светодиоду на новое расстояние $a_2 = 30 \text{ см}$ и сдвинули экран так, чтобы на нем снова было видно четкое изображение «глазка» светодиода, и из нового положения начали плавно перемещать линзу точно так же, как и в первом опыте. Найдите скорость движения центра изображения по экрану V_2 во втором опыте.