

**Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных
образовательных организаций (2021 г.)
Физика. 11 класс**

Вариант 1

Задача 1. (20 баллов). Заряженная частица массой 1 мг находится в вакууме в электрическом поле неподвижного равномерно заряженного шара. Частицу удерживают в состоянии покоя на некотором расстоянии от центра шара, действуя на нее силой 1 мН. Затем частицу отпускают, и она начинает двигаться. Пройдя от исходного положения расстояние 1 м, частица приобретает скорость 1 м/с. Каково ускорение частицы в этот момент времени? Частица и шар заряжены одноименно.

Задача 2. (20 баллов). В горизонтально расположенном цилиндрическом сосуде длины L находятся n подвижных, физически бесконечно тонких, теплонепроницаемых поршней, делящих сосуд на $n+1$ отсеков. Первоначально объемы всех отсеков одинаковы, температура газов во всех отсеках равна T_0 . Затем газ в самом левом отсеке нагревают до температуры T ($T > T_0$). При этом в других отсеках поддерживают прежнюю температуру T_0 . На какое расстояние ΔL сместится самый правый поршень?

Задача 3. (20 баллов). Центральная часть Земли – ядро – состоит из железа. Внутренняя часть ядра радиусом R твердая, а внешняя часть расплавлена. Ядро медленно остывает. Оценить, на сколько ΔR метров изменится радиус твердой части при остывании ядра на $|\Delta T|$ кельвинов. Удельная теплота плавления железа q , начальная температура ядра T , при затвердевании плотность железа увеличивается на величину $\Delta \rho$, малую по сравнению с самой плотностью. С увеличением давления температура плавления железа возрастает согласно уравнению $dp/dT = q/(T\Delta V)$, где ΔV – приращение удельного объема при плавлении, dp и dT – приращение давления и температуры соответственно.

Задача 4. (20 баллов). На жестко закрепленной цилиндрической серебряной струне массой m , длиной l и площадью поперечного сечения S при температуре $T=0^\circ \text{C}$ возбуждают стоячую волну с максимальной длиной волны. Сила натяжения струны равна N , коэффициент жесткости – k , коэффициент линейного расширения – α , удельное сопротивление – ρ , удельная теплоемкость – C . Скорость волны принять равной $V = \sqrt{\frac{N}{\lambda}}$, где λ – линейная плотность струны. Через струну пропускают постоянный электрический ток I . Объемным расширением, теплоотдачей и зависимостью сопротивления от температуры пренебречь. Найти частоту колебаний f через время t .

Задача 5. (20 баллов). Известно, что капля жидкости в невесомости принимает сферическую форму, обусловленную собственным поверхностным натяжением, величина которого определяется коэффициентом поверхностного натяжения σ . В этом случае на единицу поверхности капли радиуса R действует сила $P_L = 2\sigma/R$ (лапласовское давление), направленная внутрь поверхности и перпендикулярная ей. Пусть теперь на каплю поместили заряд q , равномерно распределенный по ее поверхности. Найти величину q , при которой капля может потерять сферическую форму. Величины σ и R известны. Используя полученное выражение для q , рассчитать q при $\sigma = 0,073$ н/м и $R = 1$ см.

Примечание. В задачах, в которых даны числовые значения, необходимо сначала получить аналитический (буквенный) ответ; и только потом надо использовать численные данные из условия задачи для получения численного ответа.