

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

Вариант 2

Задача 1. (20 баллов). Заряженную частицу массой 1 мг удерживают в состоянии покоя в вакууме на некотором расстоянии от центра неподвижного равномерно заряженного шара, действуя на нее силой 1 мН. Когда частицу отпускают, она, пройдя от исходного положения расстояние 1 м, движется с ускорением $0,25 \text{ м/с}^2$. Какова скорость 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 $n+1$ отсек. Первоначально объемы всех отсеков одинаковы, температура газов во всех отсеках равна T_0 . Затем газ во всех отсеках, кроме самого правого, нагревают до температуры T ($T > T_0$). При этом в самом правом отсеке поддерживают прежнюю температуру T_0 . На какое расстояние ΔL сместится самый левый 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 $|\Delta T|$ кельвинов изменится температура ядра при увеличении радиуса твердой части ядра на ΔR метров. 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. Начальная частота колебаний равна ν , коэффициент линейного расширения струны – α , удельное сопротивление – ρ , удельная теплоемкость – C . Скорость волны принять равной $V = \sqrt{\frac{N}{\lambda}}$, где N – сила натяжения струны, λ – ее линейная плотность. Через струну пропускают постоянный электрический ток I . Через время t частота колебаний становится равной f . Объемным расширением, теплоотдачей и зависимостью сопротивления от температуры пренебречь. Найти коэффициент жесткости струны k .

Задача 5. (20 баллов). Избыточное давление газа внутри мыльного пузыря уравнивается давлением его оболочки, величина которого определяется коэффициентом поверхностного натяжения σ . В этом случае на единицу поверхности оболочки пузыря радиуса R действует сила $P_L = 4\sigma/R$ (лапласовское давление), направленная внутрь поверхности и перпендикулярная ей. Пусть теперь на оболочку пузыря радиуса R поместили заряд q , который равномерно распределен по его поверхности. При заданных σ и R найти величину заряда q , при котором давление оболочки станет равным нулю. Используя полученное выражение для q , рассчитать q при $\sigma = 0,037 \text{ н/м}$ и $R = 1 \text{ см}$.

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.