

Пример вопросов для МСО по физике

Задача 1. Первая частица движется по окружности радиуса r со скоростью v . Вторая частица догоняет первую, двигаясь по окружности с постоянной скоростью. Вторая частица в начальный момент времени находится от первой на расстоянии l под углом α к вектору скорости первой частицы в сторону от окружности радиуса r и движется таким образом, что в любой момент времени векторы скоростей обеих частиц параллельны друг другу. Определить радиус траектории R и скорость второй частицы u . (10 баллов)

Задача 2. Космический корабль массы m движется по эллиптической орбите вокруг планеты радиуса R , ускорение свободного падения на поверхности, которой равно g . Минимальное расстояние до планеты равно R , а максимальное $4R$. Определить работу, которую должна совершить сила тяги реактивного двигателя корабля, чтобы он покинул поле тяготения планеты. Изменением массы корабля в процессе полета пренебречь. (10 баллов)

Задача 3. Чаша, в которой находится стержень длины $l < R$, представляет собой гладкую полусферу радиуса R . Определить период малых колебаний стержня для двух случаев, когда колебания происходят вдоль стержня и поперек стержня. (10 баллов)

Задача 4. Теплоизолированная система состоит из вертикально расположенного цилиндра, в котором под покоящимся поршнем массой M находится столб воздуха высотой h с температурой T_0 . Сверху в цилиндре воздуха нет. Определить показатель политропного процесса n при сжатии столба воздуха внешней силой, действующей на поршень, считая, что процессы теплообмена воздуха с цилиндром и поршнем носят обратимый характер, а общая теплоемкость поршня и цилиндра равна c_0 . (10 баллов)

Задача 5. Оболочка воздушного шара имеет максимальный объем V_m . На земле шар заправляется гелием объемом $V_0 < V_m$ при нормальных условиях p_0, T_0 . Масса оболочки вместе с грузом равна M . Определить, при каком объеме V_0 гелия высота подъема шара будет максимальной, и найти эту высоту. Считать, что температура воздуха и температура гелия с высотой не меняется. (10 баллов)

Задача 6. Определить потенциал на краю диска радиуса R , заряженного равномерно поверхностной плотностью заряда σ . (10 баллов)

Задача 7. Плоский конденсатор, расстояние между обкладками которого равно d , расположен вертикально. К конденсатору приложено напряжение U плюсом к правой обкладке, по левой обкладке вверх, а по правой вниз, протекают токи одинаковой линейной плотности i . Между обкладками слева направо в поле силы тяжести движется положительно заряженная частица с постоянной скоростью v_0 . Достигнув обкладки, частица вылетает из конденсатора через маленькое отверстие. Определить минимальную скорость частицы в процессе дальнейшего движения. (20 баллов)

Задача 8. Знаменитый американский изобретатель (и бизнесмен средней руки) Томас Эльва Эдиссон около века тому назад провёл 2000 опытов, чтобы подобрать технические параметры электрической лампочки накаливания. Заметим, что теоретическая физика того времени позволяла рассчитать основные параметры этого устройства и уменьшить объём экспериментальной проверки во много раз. В 1890-х годах А.Н. Лодыгин изобретает несколько типов ламп с нитями накала из тугоплавких металлов. Лодыгин предложил применять в лампах нити из вольфрама и свивать их в спираль.

Нить лампочки накаливания – вольфрам как самый тугоплавкий металл. Температура плавления вольфрама равна приблизительно 3400°C . Рабочая температура может быть $T = 2700^\circ\text{C}$. Пусть удельное сопротивление вольфрама при этой температуре равно $\rho = 90,4 \cdot 10^{-6} \text{ [Ом}\cdot\text{см]}$. С квадратного метра нагретой поверхности абсолютно чёрного тела за одну секунду излучается в окружающее пространство (закон Стефана-Больцмана) энергия $W = 5,67 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \text{ Дж}$, T – абсолютная температура

(градусы Кельвина), для вольфрама $W = 5,67\varepsilon \left(\frac{T}{100} \right)^4$, где $\varepsilon \approx 0,3$ – степень черноты. Определить длину

и диаметр вольфрамовой проволоочки лампочки накаливания мощностью $N = 100 \text{ Вт}$, которая должна работать под напряжением $U = 220 \text{ В}$. (20 баллов)