

# Олимпиада «МАГИСТРАТУРА ФИЗТЕХА» по физике, очный тур

06 марта 2016г

1. Согласно астрономическим наблюдениям, скорости звёзд, вращающихся вокруг центров галактик, практически не зависят от радиусов их орбит. Это интерпретируется наличием в галактиках «тёмной материи», которая не участвует в сильном, слабом и электромагнитном взаимодействии с видимой материей, но участвует в гравитационном взаимодействии, причём масса «тёмной материи» значительно превышает массу обычной материи. Определите, как распределена плотность «тёмной материи»  $\rho(r)$  в галактике считая, что это распределение является сферически симметричным относительно центра галактики, а скорость всех звёзд равна  $v_0$ .

2. Опыты по спектроскопии частиц, испускаемых с приповерхностного слоя кристаллов при их бомбардировке электронным пучком или рентгеновскими квантами, должны проводиться с атомарно чистыми поверхностями, так как наличие даже одного слоя адсорбированных молекул может исказить результаты эксперимента. Оцените максимальное давление остаточных газов в камере с исследуемым образцом, при котором время образования монослоя адсорбированных молекул ещё превышает длительность эксперимента  $\tau = 5$  минут. Средняя молекулярная масса молекул воздуха  $\mu = 28$  г/моль, температура  $T = 300$  К, площадь «поперечного сечения» молекулы  $\sigma = 7 \cdot 10^{-16}$  см<sup>2</sup>.

3. Тонкий стержень согнут в кольцо радиуса  $R$ . Магнитная проницаемость стержня меняется вдоль его длины по закону  $\mu(x) = \mu_s / (1 + \alpha \cos(x/R))$ ,  $\alpha < 1$ ,  $\mu_s \gg 1$ . Кольцо разрезано по диаметру, половинки раздвинуты на расстояние  $L$ , в один из зазоров вставлен постоянный магнит с намагниченностью  $J$ . Поперечные сечения магнита и стержня одинаковы. Найдите поле во втором зазоре.

4. Система, состоящая из двух параллельных поляризаторов, между которыми находится сосуд с раствором сахара, освещается светом с длиной волны  $\lambda_1 = 400$  нм. При этом было обнаружено, что интенсивность прошедшего через систему излучения равна нулю. Какой будет интенсивность прошедшего через систему излучения, если она освещается естественным светом с интенсивностью  $I_0$  и длиной волны  $\lambda_2 = 700$  нм?

Указание: При прохождении линейно поляризованного света через раствор сахара происходит поворот его плоскости поляризации на некоторый угол. Это связано с различием показателей преломления для волн, поляризованных по правому и левому кругу, причём разность этих показателей преломления пропорциональна  $\lambda^{-1}$ .

5. Оцените, при какой температуре теплоёмкость газа водорода, запёртого в полости с характерным размером 1 мкм, станет меньше  $(3/2)k_B$  на молекулу. Считать, что при любой температуре газ остаётся достаточно разреженным, чтобы пренебречь взаимодействием молекул.