

## Задачи для экзамена по квантовой механике

1. Интенсивность солнечного излучения вблизи Земли (солнечная постоянная)  $I = 1,35 \text{ кВт/м}^2$ . Считая излучение Солнца монохроматическим с  $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ , оценить число фотонов, попадающих в глаз человека, обращённого к Солнцу.
2. Чувствительность сетчатки глаза к жёлтому свету ( $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ ) составляет  $I_0 = 2 \cdot 10^{-17} \text{ Вт}$ . Сколько фотонов в секунду при этом поглощается глазом?
3. Частица массы  $m$  заключена в одномерном потенциальном ящике шириной  $\ell$  с абсолютно непроницаемыми стенками. Оценить на основе соотношения неопределённости, какую работу надо затратить на сжатие ящика вдвое. Считайте, что частица находится в основном состоянии.
4. Частица массы  $m$  заключена в одномерном потенциальном ящике шириной  $\ell$  с абсолютно непроницаемыми стенками. Оценить силу давления частицы, находящейся в основном состоянии, на стенки ящика.
5. В реакции синтеза дейтерия и трития  $d + t \rightarrow \alpha + n + Q$  выделяется энергия  $Q = 17,8 \text{ МэВ}$ . Какая энергия уносится нейтроном?
6. Пользуясь соотношением неопределённости, оцените по порядку величины размер водородоподобного атома с зарядом  $Z = 20$ .
7. Какой (по порядку величины) должна быть кинетическая энергия электронов для электронной микроскопии структур с характерными размерами  $\ell = 10^{-8} \text{ см}$ ?
8. При какой кинетической энергии электрона его дебройлевская и комптоновская длины волн равны между собой?
9. Уединённый цинковый шарик облучается ультрафиолетовым светом с  $\lambda = 250 \text{ нм}$ . До какого максимального потенциала зарядится шарик? Работа выхода для цинка  $A = 3,74 \text{ эВ}$ .
10. Показать, что свободный электрон в вакууме не может ни поглощать, ни излучать фотон, а лишь их рассеивать.
11. Луч лазера мощностью  $10^{10} \text{ Вт}$  падает по нормали на зеркально отражающую поверхность. Оцените величину силы, действующую на эту поверхность.
12. Под действием тепловых нейтронов ( $E_n \approx 0,02 \text{ эВ}$ ) происходит реакция на ядрах азота:  ${}^1_0\text{n} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^1_1\text{p} + {}^{14}_6\text{C} + Q$  с выделением энергии  $Q = 626 \text{ кэВ}$ . Чему равна энергия вылетающего протона?
13. Температура на поверхности Солнца  $\sim 6000 \text{ К}$ . Ионизированы ли атомы водорода на поверхности Солнца?

14. На основе постулатов Бора определить радиус первой орбиты атома водорода и скорость электрона на ней.
15. Пользуясь соотношением неопределённостей, оцените по порядку величины энергию ионизации атома водорода.
16. Пользуясь соотношением неопределённостей, оцените по порядку величины размер атома водорода.
  
17. В опытах П.Н. Лебедева, доказавшего существование светового давления, падающий световой поток составлял  $6 \text{ Вт/см}^2$ . Вычислить давление, которое испытывали зачернённые и зеркальные лепестки его измерительной установки.
  
18. Атом водорода облучается светом с длиной волны  $\lambda = 80 \text{ нм}$ . Чему равна кинетическая энергия (в эВ) вылетающего электрона?
19. Покажите, что волна де Бройля свободной частицы является решением соответствующего уравнения Шредингера.
20. Пользуясь соотношением неопределенности и кулоновским законом взаимодействия, покажите, что в атомном ядре, радиус которого  $R \sim 10^{-12} \text{ см}$ , не могут существовать связанные электроны.
21. Оцените размер (диаметр) сильно возбуждённого атома водорода с  $n = 1000$  (В настоящее время в лабораториях получают атомы с  $n = 1100$ ).
22. Оцените плотность ядерной материи в уране  ${}_{92}^{238}\text{U}$ . Покажите, что плотности всех ядер примерно одинаковы.
23. Почему макроскопические (даже очень маленькие) объекты не проявляют волновых свойств? Оцените среднеквадратичную скорость капельки тумана радиусом  $r = 0,1 \text{ мкм}$ , взвешенной в воздухе при комнатной температуре. Оцените длину волны де Бройля для такой капельки.
24. Рассчитайте, до какого диаметра сжалось бы Солнце, если бы его плотность оказалась равной плотности ядерной материи. Масса Солнца  $M = 2 \cdot 10^{33} \text{ г}$ , радиус  $R = 7 \cdot 10^{10} \text{ см}$ .