

# Задачи для подготовки к экзамену в 6 семестре по курсу “ Модели и концепции физики ”

## Квантовая механика.

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. 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.
4. 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.
5. 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.
6. В реакции синтеза дейтерия и трития  $d + t \rightarrow \alpha + n + Q$  выделяется энергия  $Q = 17,8 \text{ МэВ}$ . Какая энергия уносится нейтроном?
7. Пользуясь соотношением неопределённостей, оцените по порядку величины размер водородоподобного атома с зарядом  $Z = 20$ .
8. Какая должна быть кинетическая энергия электронов для электронной микроскопии структур с характерными размерами  $\ell = 10^{-8} \text{ см}$ ?
9. При какой кинетической энергии электрона его дебройлевская и комптоновская длины волн равны между собой?
10. Уединённый цинковый шарик облучается ультрафиолетовым светом с  $\lambda = 250 \text{ нм}$ . До какого максимального потенциала зарядится шарик? Работа выхода для цинка  $A = 3,74 \text{ эВ}$ .
11. Показать, что свободный электрон в вакууме не может ни поглощать, ни излучать фотон, а лишь их рассеивать.
12. Луч лазера мощностью  $10^{10} \text{ Вт}$  падает по нормали на зеркально отражающую поверхность. Оцените величину силы, действующую на эту поверхность.
13. Под действием тепловых нейтронов ( $E_n \approx 0,02 \text{ эВ}$ ) происходит реакция на ядрах азота:  ${}^1_0n + {}^{14}_7N \rightarrow {}^1_1p + {}^{14}_6C + Q$  с выделением энергии  $Q = 626 \text{ кэВ}$ . Какова энергия вылетающего протона?
14. Температура на поверхности Солнца  $\sim 6000 \text{ К}$ . Ионизированы ли атомы водорода на поверхности Солнца?
15. При какой температуре начинают «размораживаться» вращательные степени свободы молекулы кислорода  $O_2$ ? Межъядерное состояние в молекуле равно  $d = 1,2 \text{ \AA}$ .

16. На основе модели атома Бора определить радиус первой орбиты атома водорода и скорость электрона на ней.
17. Пользуясь соотношением неопределённостей, оцените по порядку величины энергию ионизации атома водорода.
18. Пользуясь соотношением неопределённостей, оцените по порядку величины размер атома водорода.
19. 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.
20. Колебательный квант молекулы кислорода равен  $\varepsilon = 0,2 \text{ эВ}$ . Оцените амплитуду нулевых колебаний молекулы кислорода.
21. Атом водорода облучается светом с длиной волны  $\lambda = 800 \text{ нм}$ . Какова кинетическая энергия (в эВ) вылетающего электрона.
22. Покажите, что групповая скорость волны де Бройля равна скорости движения частицы.
23. Покажите, что волна де Бройля свободной частицы является решением соответствующего уравнения Шредингера.
24. Пользуясь соотношением неопределённости, оцените энергию нулевых колебания гармонического осциллятора.
25. Пользуясь соотношением неопределённости и кулоновским законом взаимодействия, покажите, что в атомном ядре, радиус которого  $R \sim 10^{-12} \text{ см}$ , не могут существовать связанные электроны.
26. Оценить размер (диаметр) сильно возбуждённого атома водорода с  $n = 1000$  (в настоящее время в лабораториях получают атомы с  $n = 1100$ ).
27. Оцените плотность ядерной материи в уране  ${}_{92}^{238}\text{U}$ . Покажите, что плотности всех ядер примерно одинаковы.
28. Рассчитайте, до какого диаметра сжалось бы Солнце, если бы его плотность оказалась бы равной плотности ядерной материи. Масса Солнца  $M = 2 \cdot 10^{33} \text{ г}$ , радиус —  $R = 7 \cdot 10^{10} \text{ см}$ .
29. Интенсивность солнечного излучения вблизи Земли (солнечная постоянная)  $I = 1,35 \text{ кВт/м}^2$ . Считая, что Земля находится на расстоянии  $150 \text{ млн. км}$  от Солнца, определить, какую массу каждую секунду теряет Солнце за счёт излучения.
30. Мощность атомного реактора постоянна и равна  $P = 1 \text{ МВт}$ . За какое время первоначальная масса  $m_0 = 10 \text{ кг}$  урана  ${}_{92}^{235}\text{U}$  уменьшится на 2%? В одном акте деления высвобождается энергия  $W \approx 190 \text{ МэВ}$ . Какая масса урана «сгорит» за это время?
31. При взрыве 1-ой атомной бомбы выделилась энергия  $E = 10^{14} \text{ Дж}$ . В одном акте деления урана  ${}_{92}^{235}\text{U}$  высвобождается энергия  $W \approx 190 \text{ МэВ}$ . Какая масса урана подверглась делению в результате взрыва и какая масса урана превратилась в энергию взрыва?