

Задание 11-18 КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. Атомная физика. Элементы квантовой механики

^o - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

Задачи простые

- A1*. Перечислите основные различия между моделями строения атома Томсона и Резерфорда.
A2*. Чем обусловлена потеря энергии α -частицами при их движении в воздухе?
A3*. Имеется ли какая-нибудь связь между частотой движения электрона вокруг ядра атома водорода и частотой его излучения?
A4*. Определите частоту и период обращения электрона для первой и второй энергетических орбит водородоподобного атома.
A5*. Может ли атом водорода поглотить фотон, энергия которого превосходит энергию связи атома?
A6*. Определите частоту излучения атомов водорода при переходе электронов со второй орбиты на первую.
A7*. Какую минимальную энергию надо сообщить атому водорода, чтобы перевести его в возбуждённое состояние?
A8*. При взаимодействии с какими частями установки Томсона по дифракции электронов наблюдаются корпускулярные свойства электронов и с какими — волновые?
A9*. Перечислите основные отличия мазер от лазера?
A10*. Перечислите основные преимущества лазерного излучения по сравнению с другими источниками света.
A11*. Какие оптические явления называются нелинейными?

Задачи средние

- B1*. Объясните, почему результаты экспериментов Резерфорда по рассеянию α -частиц противоречат модели строения атома Томсона.
B2*. Рассчитайте, на какое наименьшее расстояние α -частица, имеющая скорость $1.9 \cdot 10^7$ м/с, может приблизиться к ядру атома золота, двигаясь по прямой, проходящей через центр ядра. Масса α -частицы $6.6 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд — $3.2 \cdot 10^{-19}$ Кл, заряд ядра золота $1.3 \cdot 10^{-17}$ Кл.
B3. Почему лёгкие атомы с зарядом ядра менее $10e$ не испускают характеристические рентгеновские лучи?
B4. Пользуясь теорией Бора, определите для атома водорода радиус первой орбиты электрона и его скорость на ней.
B5*. Как по теории Бора можно объяснить совпадение спектров испускания и спектров поглощения паров и газов?
B6*. Зависит ли спектр испускания атомов от степени их ионизации?
B7. Чему равен потенциал ионизации атома водорода, находящегося в основном состоянии?
B8*. Для ионизации атома кислорода необходима энергия около 14 эВ. Найдите частоту излучения, которое может вызвать ионизацию.
B9. Определите длину волны λ , испускаемую при переходе иона а) водорода; б)* гелия из стационарного состояния с номером $k = 4$ в состояние с номером $n = 2$.
B10. Пары ртути в разрядной трубке начинают излучать при напряжении на электродах 4.9 В. Какова длина волны возникающего излучения?
B11*. При электрическом разряде в трубке, наполненной криптоном ^{86}Kr , излучаются световые кванты, соответствующие разности энергий двух состояний атома $\Delta E = 3.278 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найдите цвет и длину волны этого излучения, принятую сейчас во всем мире в качестве естественного эталона единицы длины.
B12. Под действием бомбардирующих электронов с кинетической энергией 1.892 эВ водород светится. Линия какого цвета наблюдается в спектре?
B13*. Какие спектральные линии появятся в излучении водорода при возбуждении электрона с энергией 12.5 эВ?
B14*. Чему равна энергия фотона, соответствующего минимальной частоте в серии Бальмера?
B15*. Покажите, что частота, излучаемая при переходе с $(n+1)$ -й на n -ю боровскую орбиту, стремится при $n \rightarrow \infty$ к частоте обращения электрона на n -й орбите (что означает совпадение результатов квантовой и классической теорий излучения электромагнитных волн).
B16*. Какова природа второго максимума кривой зависимости силы тока в анодной цепи от напряжения в опыте Франка-Герца при величине напряжения 9.8 В?

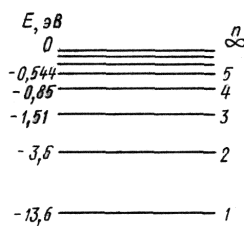
B17. Электроны, падающие на алюминиевую фольгу, образуют дифракционную картину в виде колец. Угловое отклонение спектра первого порядка $\theta = 1^\circ 1'$. Расстояние между кристаллическими плоскостями алюминия $d = 4.05 \cdot 10^{-8}$ см. Чему равна скорость электронов?

B18. Оцените с помощью соотношения неопределённостей минимальную энергию атома водорода.

B19*. Оцените с помощью соотношения неопределённостей минимальную энергию линейного гармонического осциллятора, собственная частота колебаний которого ω .

Задачи сложные

- B1^o. Сколько квантов с различной энергией могут испускать атомы водорода, если их электроны находятся на третьем возбужденном уровне? Схема энергетических уровней атома водорода приведена на рисунке.
B2*. Для однократной ионизации атома неона требуется энергии 21.6 эВ, для двукратной — 41 эВ, для трёхкратной — 64 эВ. Какую степень ионизации можно получить, облучая неон рентгеновскими лучами с наименьшей длиной волны 25 нм?
B3*. При освещении гелия рентгеновскими лучами с длиной волны 10^{-10} м происходит ионизация. Зная, что энергия ионизации гелия равна 24.5 эВ, определите скорость электрона, покидающего атом гелия. Начальной кинетической энергией электрона пренебречь.
B4. Определите потенциальную, кинетическую и полную энергию электрона, находящегося на первой орбите в атоме водорода.
B5. Определите напряженность и потенциал поля ядра атома водорода на первой боровской орбите.
B6*. Определите максимальную длину волны в ультрафиолетовом диапазоне спектра водорода. К какой серии принадлежит эта линия?
B7*. Определите максимальную частоту излучения в инфракрасном диапазоне спектра водорода. К какой серии принадлежит эта линия?
B8*. Чем отличается индуцированное (вынужденное) излучение света атомами от их спонтанного излучения?
B9*. В чём суть нелинейных оптических явлений?
B10*. Что играет роль "накачки" в рубиновом и газовом лазерах?
B11*. Зачем в рубиновом лазере один из торцов рубинового стержня делают зеркальным, а другой - полупрозрачным?
B12*. В чём состоит явление и каковы причины самофокусировки лазерного луча в прозрачной среде?



К задаче B1

Теория

- Г.Я. Мякишев – Оптика. Квантовая физика. §§ 6.1-6.15.
- Б.М. Яворский, А.А. Пинский – Основы физики Т.2. §§ 69.1-73.4, 77.1-77.4.
- Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев – Физика для углублённого изучения. Т.3. Строение и свойства вещества. §§ 7-11, 28, 30.
- Г.С. Ландсберг – Элементарный учебник физики Т.3. §§ 194-210.
- Д. Джанколи – Физика. Т.2. §§ 40.1-41.11.