

## 19.5. Энергия, излучаемая (поглощаемая) атомом

**19.5.1.** Сколько квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если электрон находится на четвертой орбите?

**19.5.2.** При переходе электрона в атоме водорода с одной орбиты на другую атом испустил фотон с энергией  $E = 6,79$  эВ. 1. Насколько изменилась энергия атома? 2. Насколько изменились кинетическая, потенциальная и полная энергии электрона в атоме?

**19.5.3.** При переходе атома водорода из четвертого энергетического состояния во второе излучаются фотоны с энергией  $E = 2,55$  эВ (зеленая линия водородного спектра). Определите длину волны этой линии спектра. На сколько при этом изменится энергия атома?

**19.5.4.** Для ионизации атома азота необходима энергия  $E = 14,53$  эВ. Найдите длину волны излучения, которое вызовет ионизацию.

**19.5.5.** Для однократной ионизации атомов неона требуется энергия  $E_1 = 21,6$  эВ, для двукратной —  $E_2 = 41$  эВ, для трехкратной —  $E_3 = 64$  эВ. Какую степень ионизации можно получить, облучая неон рентгеновскими лучами, наименьшая длина волны которых  $\lambda = 25$  нм?

**19.5.6.** Найдите энергию и потенциал ионизации атома водорода.

**19.5.7.** Вычислите энергию, необходимую для возбуждения атома водорода, и потенциал первого возбуждения атома водорода.

**19.5.8.** Определите энергию фотона, соответствующего первой линии серии Бальмера спектра излучения атома водорода.

**19.5.9.** Вычислите массу и импульс фотона наименьшей энергии, излучаемого атомом водорода в видимой области спектра.

• **19.5.10.** Найдите потенциал ионизации  $U_i$ : а) однократно ионизированного гелия; б) двукратно ионизированного лития.

**19.5.11.** Электрон с энергией  $E = 12,8$  эВ при соударении с атомом водорода, находящимся в основном состоянии, возбуждает его в некоторое состояние, передавая ему всю свою энергию. На какой энергетический уровень перейдет атом? Какие линии спектра атома водорода (какой длины волны) могут излучаться при переходе атома из этого возбужденного состояния на второй энергетический уровень?

**19.5.12.** В каких пределах должна лежать энергия фотонов, облучающих водород, чтобы при возбуждении атомов водорода спектр излучения водорода имел только одну спектральную линию?

**19.5.13.** Чему должна быть равна минимальная энергия фотона, облучающего водород, находящийся в основном состоянии, чтобы при обратном переходе электрона в возбужденном атоме на второй энергетический уровень можно было наблюдать шесть линий спектра?

**19.5.14.** Электроны, ускоренные разностью потенциалов  $U = 12,3$  В, проходят через атомарный невозбужденный водород. Определите длины волн испускаемого излучения, возникающего при переходе атомов из возбужденного состояния в основное.

**19.5.15.** Атомарный водород облучают параллельным пучком монохроматического света от источника мощностью  $N = 1$  Вт. Через единицу площади поперечного сечения пучка за время  $t = 1$  с проходит  $n = 3,8 \cdot 10^{23}$  фотонов. Площадь поперечного сечения пучка  $S = 10^{-6}$  м<sup>2</sup>. На излучение затрачивается  $\eta = 80\%$  мощности источника. Считая, что атомы водорода находятся в основном состоянии, определите максимально возможный номер боровской орбиты, на которую смогут перейти возбужденные электроны в этих атомах.

Ответы:

**19.5.1. 6.**

**19.5.2. 1.** Энергия атома уменьшилась на  $\Delta E = E = 6,79$  эВ. **2.** Кинетическая энергия электрона увеличилась на  $\Delta E_k = 6,79$  эВ, потенциальная энергия электрона уменьшилась на  $\Delta U = 13,58$  эВ, полная энергия уменьшилась на  $\Delta E = 6,79$  эВ.

**19.5.3.**  $\lambda = 486$  нм; уменьшится на 2,55 эВ.

**19.5.4.**  $\lambda = 85,3$  нм.

**19.5.5.** Одно- и двукратную ионизацию, так как энергия фотона 49,5 эВ.

**19.5.6.**  $E_{\text{ион}} = 13,6$  эВ;  $\varphi_{\text{ион}} = 13,6$  В.

**19.5.7.**  $E_1 = 10,2$  эВ;  $\varphi_1 = 10,2$  В.

**19.5.8.**  $E = \frac{5hcR}{36} = 189$  эВ.

**19.5.9.**  $m = \frac{5hR}{36c} \approx 3,36 \cdot 10^{-36}$  кг;

$p = \frac{5hR}{36} \approx 1,01 \cdot 10^{-27}$  кг·м/с.

**19.5.11.  $n = 4$ ;**

$\lambda_{4-2} = \frac{16}{3R} = 4,85 \cdot 10^{-7}$  м;

$\lambda_{4-3} = \frac{144}{7R} = 1,87 \cdot 10^{-6}$  м;

$\lambda_{3-2} = \frac{36}{5R} = 6,55 \cdot 10^{-7}$  м.

**19.5.12.**  $10,8$  эВ  $\leq E < 12,09$  эВ.

**19.5.13.**  $E = \frac{24hcR}{25} \approx 2,1 \cdot 10^{-18}$  Дж.

**19.5.14.**  $\lambda_{3-2} = \frac{36}{5R} \approx 6,55 \cdot 10^{-7}$  м;

$\lambda_{2-1} = \frac{4}{3R} = 1,22 \cdot 10^{-7}$  м;

$\lambda_{3-1} = \frac{9}{8R} = 1,03 \cdot 10^{-7}$  м.

**19.5.15.**  $k = \frac{hcR}{\sqrt{hcR - \frac{\eta Nt}{nS}}} = 5.$

**19.6.1.**  $\nu = cR + \frac{m_e v^2}{2h} = 1,4 \cdot 10^{16}$  Гц.