AP 5

a)
Ein Elektron bewegt sich auf einer stationären Bahn, es liegt keine Lichtemission vor. Der sprunghafter Übergang des Elektron von einer stationären Bahn höherer Energie E_m auf eine stationäre Bahn kleinerer Energie E_n, mit m > n, hat eine Lichtemission zur Folge, unter der Voraussetzung vorheriger Energiezufuhr von Außen, welche das Atom in den Energiezustand E_m gebracht hat. Der Physiker Niels Bohr hat festgestellt, dass bei diesem Übergang ein Licht einer bestimmten Wellenlänge emittiert wird und folgenden Zusammenhang für dessen Frequenz aufgestellt:

$$\nu_{m,n} = \frac{1}{h}\left(E_m - E_n\right) \text{ für } m > n \qquad \text{(Skript „Atomphysik" Seite 16).}$$

$$\text{mit } E_n = -R \cdot h \cdot \frac{Z^2}{n^2} \text{ und } E_m = -R \cdot h \cdot \frac{Z^2}{m^2} \qquad \text{(Skript „Atomphysik" Seite 17)}$$

$$\nu_{m,n} = \frac{1}{h}\left(R \cdot h \cdot Z^2 \cdot \frac{1}{n^2} - R \cdot h \cdot Z^2 \cdot \frac{1}{m^2}\right)$$

$$\nu_{m,n} = R \cdot Z^2\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) = \frac{c}{\lambda_{m,n}} \qquad \text{(Skript „Atomphysik" Seite 17)}$$

$$R \cdot Z^2\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) = \frac{c}{\lambda_{m,n}}$$

$$\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} = \frac{c}{\lambda_{m,n} \cdot R \cdot Z^2}$$

$$\frac{1}{m^2} = \frac{1}{n^2} - \frac{c}{\lambda_{m,n} \cdot R \cdot Z^2}$$

$$m = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{n^2} - \frac{c}{\lambda_{m,n} \cdot R \cdot Z^2}}}$$

mit n=1 und Z=1 für Wasserstoff, $\lambda_{m,n} = 1026\,\text{Å} = 1{,}026 \cdot 10^{-7}\,\text{m}$ ([1]), $R = 3{,}29 \cdot 10^{15}\,\text{s}^{-1}$ ([2])
und $c = 2{,}99792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ([3])

$$m = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{2{,}99792458\,\text{ms}^{-1}\text{s}}{1{,}026 \cdot 10^{-7}\,\text{m} \cdot 3{,}29 \cdot 10^{15}}}} = 2{,}99$$

$$\underline{\underline{m = 3}}$$

([1]) $1\,\text{Å} = 10^{-10}\,\text{m}$ (Höfling Seite15)
([2]) Rydberg-Konstante (Skript „Atomphysik" Seite 10)
([3]) Lichtgeschwindigkeit im Vakuum (Berber, Kacher, Langer Seite129)

b)

$$E_n = -R \cdot h \cdot \frac{Z^2}{n^2}$$

mit Z=1 und n=1 für Wasserstoff, $R = 3{,}29 \cdot 10^{15}\,s^{-1}$ und $h = 6{,}62608 \cdot 10^{-34}\,Js$ (4)

$$\underline{\underline{E_n}} = -3{,}29 \cdot 10^{15}\,s^{-1} \cdot 6{,}62608 \cdot 10^{-34}\,Js = \underline{\underline{-2{,}18 \cdot 10^{-18}\,J}}$$

$$E_m = -R \cdot h \cdot \frac{Z^2}{m^2}$$

mit m=3

$$\underline{\underline{E_m}} = -3{,}29 \cdot 10^{15}\,s^{-1} \cdot 6{,}62608 \cdot 10^{-34}\,Js \cdot \frac{1}{9} = -\underline{\underline{2{,}42 \cdot 10^{-19}\,J}}$$

$$\underline{\underline{\Delta E}} = E_m - E_n = (-2{,}42 \cdot 10^{-19} + 2{,}18 \cdot 10^{-18})J = \underline{\underline{1{,}938 \cdot 10^{-18}\,J}}$$

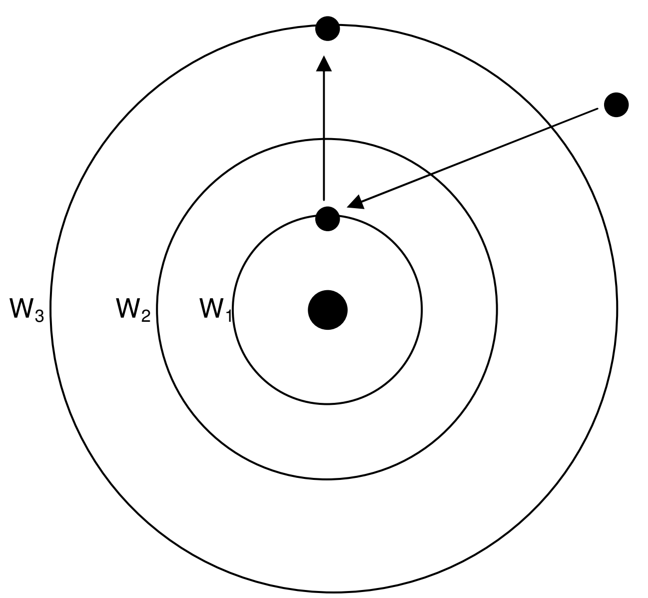
$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$ (Berber, Kacher, Langer Seite 20)

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta E}{m_e}}$$ (5)

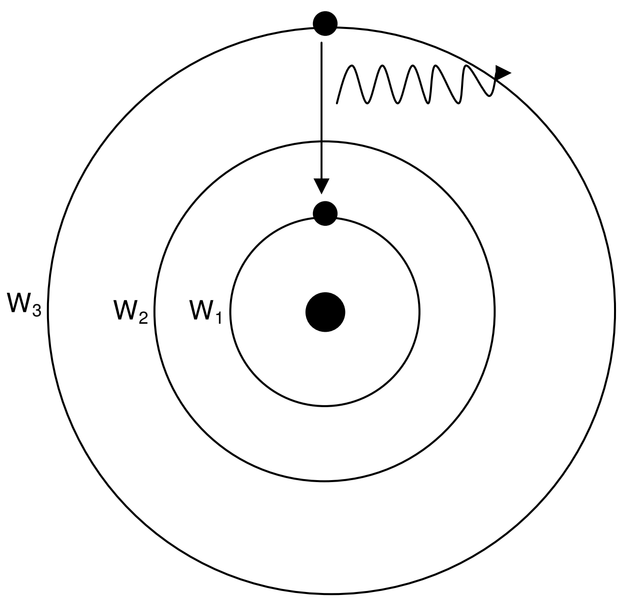
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}938 \cdot 10^{-18}\,J}{9{,}10393 \cdot 10^{-31}\,kg}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}938 \cdot 10^{-18}\,kg \cdot m^2}{9{,}10393 \cdot 10^{-31}\,kg \cdot s^2}}$$

$$\underline{\underline{v = 2062753\,\frac{m}{s}}}$$

c)



H-Atom wird mit Elektron beschossen
→ Elektron vom H-Atom wird auf w_3 angehoben



Elektron des H-Atom fällt auf w_1 → Lichtemission

---

(4) Planck'sches Wirkungsquantum (Skript „Atomphysik“ Seite 10)
(5) m_e = Ruhemassezahl des Elektrons (aus Aufgabenstellung)