

Zadatak 221 (Mario, gimnazija)

Cezijevu pločicu obasjamo elektromagnetskim zračenjem valne duljine 450 nm. Kolika je razlika potencijala potrebna za zaustavljanje emisije elektrona iz pločice? Izlazni rad za cezij iznosi 2 eV. (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, naboj elektrona $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

Rješenje 221

$$\lambda = 450 \text{ nm} = 4.5 \cdot 10^{-7} \text{ m}, \quad W_i = 2 \text{ eV} = [2 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}] = 3.204 \cdot 10^{-19} \text{ J}, \\ h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \quad e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad U = ?$$

Fotoelektrični učinak pojava je izbijanja elektrona pomoću svjetlosti (elektromagnetskog zračenja) iz kovina. Kad fotoni energije

$$E_f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

padnu na neku kovinu, oni uz određene uvjete izbijaju elektrone iz kovine. To je fotoelektrični efekt. Pritom se energija fotona utroši dijelom na izbijanje elektrona iz kovine, a dijelom ta energija prelazi u kinetičku energiju elektrona pa vrijedi:

$$E_f = W + E_{k, \max},$$

gdje je $E_{k, \max}$ kinetička energija izbijenog elektrona, a W izlazni rad. Formula se može i ovako napisati:

$$h \cdot \nu = E_k + W, \quad h \cdot \frac{c}{\lambda} = E_k + W,$$

gdje je h Planckova konstanta, ν frekvencija, E_k kinetička energija izbijenog elektrona, W izlazni rad, c brzina svjetlosti, λ valna duljina.

Rad električnog polja računa se po formuli

$$W = Q \cdot U,$$

gdje je Q naboj, U napon.

Razlika potencijala potrebna za zaustavljanje emisije elektrona iz pločice mora biti takva da rad sile električnog polja bude jednak kinetičkoj energiji elektrona.

$$E_k = e \cdot U.$$

$$\left. \begin{array}{l} E_k = e \cdot U \\ h \cdot \frac{c}{\lambda} = E_k + W_i \end{array} \right\} \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = e \cdot U + W_i \Rightarrow e \cdot U + W_i = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Rightarrow e \cdot U = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_i \Rightarrow$$

$$\Rightarrow e \cdot U = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_i \quad / \cdot \frac{1}{e} \Rightarrow U = \frac{h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_i}{e} =$$

$$= \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}}{4.5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} - 3.204 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 0.757 \text{ V} \approx 0.76 \text{ V}.$$

Vježba 221

Cezijevu pločicu obasjamo elektromagnetskim zračenjem valne duljine 0.45 pm. Kolika je razlika potencijala potrebna za zaustavljanje emisije elektrona iz pločice? Izlazni rad za cezij iznosi 2 eV. (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, naboj elektrona $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

Rezultat: 0.76 V.

Zadatak 222 (Franka, gimnazija)

Pri povećanju energije elektrona za 200 eV njegova valna duljina promijeni se dva puta. Kolika je bila prvobitna valna duljina elektrona? (masa elektrona u mirovanju $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg, Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ J · s)

Rješenje 222

$\Delta E_k = 200 \text{ eV} = [200 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}] = 3.2 \cdot 10^{-17} \text{ J}$, $\lambda_1 = \lambda$, $\lambda_2 = \frac{1}{2} \cdot \lambda$ pri povećanju energije valna duljina smanjuje se, $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $\lambda = ?$

Elektronvolt (eV) je jedinica za energiju. Energiju 1 eV dobije čestica nabijena istim električnim nabojem kao što ga ima elektron ($1.6 \cdot 10^{-19}$ C) kad prođe električnim poljem razlike potencijala 1 V:

$$eV = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

gdje je h Planckova konstanta.

De Broglie je teorijski došao do zaključka da svaka čestica koja se giba mora imati valna svojstva.

U klasičnoj nerelativističkoj fizici kad su brzine male prema brzini svjetlosti, kinetička energija čestice E_k koja ima valnu duljinu λ i masu m jednaka je:

$$E_k = \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2},$$

gdje je h Planckova konstanta.

Računamo valnu duljinu.

$$\begin{aligned} \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} &\Rightarrow \Delta E_k = \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda_2^2} - \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda_1^2} \Rightarrow \Delta E_k = \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \lambda\right)^2} - \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta E_k = \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \frac{1}{4} \cdot \lambda^2} - \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2} \Rightarrow \Delta E_k = \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \frac{1}{4} \cdot \lambda^2} - \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta E_k = \frac{h^2}{m \cdot \frac{1}{2} \cdot \lambda^2} - \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2} \Rightarrow \Delta E_k = \frac{2 \cdot h^2}{m \cdot \lambda^2} - \frac{h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2} \Rightarrow \Delta E_k = \frac{4 \cdot h^2 - h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta E_k = \frac{3 \cdot h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2} \Rightarrow \Delta E_k = \frac{3 \cdot h^2}{2 \cdot m \cdot \lambda^2} \cdot \frac{\lambda^2}{\Delta E_k} \Rightarrow \lambda^2 = \frac{3 \cdot h^2}{2 \cdot m \cdot \Delta E_k} \Rightarrow \lambda^2 = \frac{3 \cdot h^2}{2 \cdot m \cdot \Delta E_k} \checkmark \Rightarrow \\ &\Rightarrow \lambda = \sqrt{\frac{3 \cdot h^2}{2 \cdot m \cdot \Delta E_k}} \Rightarrow \lambda = h \cdot \sqrt{\frac{3}{2 \cdot m \cdot \Delta E_k}} = \\ &= 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \sqrt{\frac{3}{2 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 3.2 \cdot 10^{-17} \text{ J}}} = 1.5 \cdot 10^{-10} \text{ m}. \end{aligned}$$

Vježba 222

Pri povećanju energije elektrona za 0.2 keV njegova valna duljina promijeni se dva puta. Kolika je bila prvobitna valna duljina elektrona? (masa elektrona u mirovanju $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg, Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ J · s)

Rezultat: 0.76 V.

Zadatak 223 (Atomix, gimnazija)

Na kojoj bi temperaturi srednja energija termičkog gibanja atoma bila jednaka energiji fotona valne duljine 0.15 nm? (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, Boltzmanova konstanta $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)

Rješenje 223

$$\lambda = 0.15 \text{ nm} = 1.5 \cdot 10^{-10} \text{ m}, \quad h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \\ k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}, \quad T = ?$$

Srednja kinetička energija čestice razmjerna je apsolutnoj temperaturi T:

$$\bar{E} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T,$$

gdje je k Boltzmanova konstanta.

Svjetlost valne duljine λ može se emitirati ili apsorbirati samo u određenim količinama energije, takozvanim kvantima energije. Svaki kvant ili foton ima energiju (M. Planck)

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda},$$

gdje je h Planckova konstanta, c je brzina svjetlosti.

$$\left. \begin{array}{l} \bar{E} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T \\ E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{uvjet} \\ \bar{E} = E \end{array} \right] \Rightarrow \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = h \cdot \frac{c}{\lambda} / \cdot \frac{2}{3 \cdot k} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot h \cdot c}{3 \cdot \lambda \cdot k} = \\ = \frac{2 \cdot 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \cdot 1.5 \cdot 10^{-10} \text{ m} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}} = 6.402 \cdot 10^7 \text{ K}.$$

Vježba 223

Na kojoj bi temperaturi srednja energija termičkog gibanja atoma bila jednaka energiji fotona valne duljine 0.25 nm? (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, Boltzmanova konstanta $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)

Rezultat: $3.841 \cdot 10^7 \text{ K}$.

Zadatak 224 (Atomix, gimnazija)

Koliku valnu duljinu mora imati foton da ionizira vodikov atom koji se nalazi u osnovnom stanju i da pritom izbačeni elektron ima kinetičku energiju 10 eV? (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

Rješenje 224

$$E_1 = 13.6 \text{ eV} = [13.6 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}] = 2.18 \cdot 10^{-18} \text{ J} \text{ energija ionizacije vodikova atoma koji se nalazi u osnovnom stanju}, \\ E_k = 10 \text{ eV} = [10 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}] = 1.602 \cdot 10^{-18} \text{ J}, \\ h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \quad \lambda = ?$$

Elektronvolt (eV) je jedinica za energiju. Energiju 1 eV dobije čestica nabijena istim električnim nabojem kao što ga ima elektron ($1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) kad prođe električnim poljem razlike potencijala 1 V:

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

gdje je h Planckova konstanta.

Svjetlost valne duljine λ može se emitirati ili apsorbirati samo u određenim količinama energije, takozvanim kvantima energije. Svaki kvant ili foton ima energiju (M. Planck)

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda},$$

gdje je h Planckova konstanta, c je brzina svjetlosti.

Rad koji moramo predati elektronu da poveća svoju kinetičku energiju i napusti metal nazivamo izlaznim radom W_i . On je jednak energiji vezanja elektrona. Energija fotona jednim dijelom troši se na oslobađanje elektrona iz metala (izlazni rad W_i , energija vezanja E_n), a drugim dijelom pretvara u kinetičku energiju izbačenog elektrona E_k .

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_i + E_k.$$

U zadatku je riječ o vodikovu atomu koji se nalazi u osnovnom stanju pa vrijedi:

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = E_1 + E_k \Rightarrow E_1 + E_k = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Rightarrow E_1 + E_k = h \cdot \frac{c}{\lambda} / \cdot \frac{\lambda}{E_1 + E_k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{E_1 + E_k} = \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2.18 \cdot 10^{-18} \text{ J} + 1.602 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 5.2559 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 52.559 \text{ nm}.$$

Vježba 224

Koliku valnu duljinu mora imati foton da ionizira vodikov atom koji se nalazi u osnovnom stanju i da pritom izbačeni elektron ima kinetičku energiju 0.01 keV? (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

Rezultat: 52.559 nm.

Zadatak 225 (Nata, gimnazija)

Ploča od cinka obasjana je fotonima valne duljine 220 nm. Ako je izlazni rad za cink 4 eV, kolika je maksimalna brzina fotoelektrona? (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, masa elektrona $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

$$A. 7.6 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad B. 5.7 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad C. 4.2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad D. 2.7 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Rješenje 225

$$\lambda = 220 \text{ nm} = 2.2 \cdot 10^{-7} \text{ m}, \quad W_i = 4 \text{ eV} = [4 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}] = 6.408 \cdot 10^{-18} \text{ J},$$

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}, \quad m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \quad v = ?$$

Elektronvolt (eV) je jedinica za energiju. Energiju 1 eV dobije čestica nabijena istim električnim nabojem kao što ga ima elektron ($1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) kad prođe električnim poljem razlike potencijala 1 V:

$$1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Fotoelektrični učinak pojava je izbijanja elektrona pomoću svjetlosti (elektromagnetskog zračenja) iz kovina. Kad fotoni energije

$$E_f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

padnu na neku kovinu, oni uz određene uvjete izbijaju elektrone iz kovine. To je fotoelektrični učinak. Pritom se energija fotona utroši dijelom na izbijanje elektrona iz kovine, a dijelom ta energija prelazi u kinetičku energiju elektrona pa vrijedi:

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_i + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2,$$

gdje je h Planckova konstanta, c brzina svjetlosti, λ valna duljina fotona, W_i izlazni rad, m masa izbijenog elektrona, v maksimalna brzina izbijenog elektrona.

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_i + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow W_i + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_i \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_i / \cdot \frac{2}{m} \Rightarrow v^2 = 2 \cdot \frac{h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_i}{m} \Rightarrow v^2 = 2 \cdot \frac{h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_i}{m} / \sqrt{\quad} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot \frac{h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_i}{m}} = \sqrt{2 \cdot \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2.2 \cdot 10^{-7} \text{ m}} - 6.408 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 7.6 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Odgovor je pod A.

Vježba 225

Ploča od cinka obasjana je fotonima valne duljine 0.22 μm . Ako je izlazni rad za cink 4 eV, kolika je maksimalna brzina fotoelektrona? (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, masa elektrona $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

A. $7.6 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ B. $5.7 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ C. $4.2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ D. $2.7 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Rezultat: A.

Zadatak 226 (Nata, gimnazija)

Koliko fotona emitira svake sekunde radio – odašiljač snage 10 kW koji radi na valnoj duljini 200 m? (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

A. $1 \cdot 10^{31}$ B. $3 \cdot 10^{29}$ C. $2 \cdot 10^{27}$ D. $3 \cdot 10^{33}$

Rješenje 226

$t = 1 \text{ s}$, $P = 10 \text{ kW} = 10^4 \text{ W}$, $\lambda = 200 \text{ m}$, $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$,
 $N = ?$

Svjetlost valne duljine λ može se emitirati ili apsorbirati samo u određenim količinama energije, takozvanim kvantima energije. Svaki kvant ili foton ima energiju (M. Planck)

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

gdje je h Planckova konstanta, c je brzina svjetlosti, λ valna duljina fotona.

Brzinu rada izražavamo snagom. Snaga P jednaka je omjeru rada W i vremena t za koje je rad obavljen, tj.

$$P = \frac{W}{t}$$

Snaga izvora jednaka je emitiranoj energiji u jedinici vremena, tj.

$$P = \frac{E}{t}$$

Budući da se emitira N fotona, za energiju i snagu vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} E = N \cdot h \cdot \frac{c}{\lambda} \\ P = \frac{E}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{N \cdot h \cdot \frac{c}{\lambda}}{t} \Rightarrow P = \frac{N \cdot h \cdot c}{\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{N \cdot h \cdot c}{\lambda \cdot t} = P \Rightarrow \frac{N \cdot h \cdot c}{\lambda \cdot t} = P \cdot \frac{\lambda \cdot t}{h \cdot c} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = \frac{P \cdot \lambda \cdot t}{h \cdot c} = \frac{10^4 \text{ W} \cdot 200 \text{ m} \cdot 1 \text{ s}}{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1 \cdot 10^{31}$$

Odgovor je pod A.

Vježba 226

Koliko fotona emitira svake sekunde radio – odašiljač snage 10 kW koji radi na valnoj duljini 0.2 km? (Planckova konstanta $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, brzina svjetlosti u praznini $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

A. $1 \cdot 10^{31}$ B. $3 \cdot 10^{29}$ C. $2 \cdot 10^{27}$ D. $3 \cdot 10^{33}$

Rezultat: A.

Zadatak 227 (Marijana, maturantica)

Deuterij se proizvodi u nuklearnom reaktoru tako da se bombardira vodik brzim neutronima. Pritom se oslobađa γ – foton. Izračunajte energiju oslobođenog γ – fotona. ($m_p = 1.007276 \cdot u$, $m_d = m_j = 2.013553 \cdot u = [2.013553 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27}] = 3.34249798 \cdot 10^{-27}$ kg, $c = 3 \cdot 10^8$ m / s, $E_\nu = ?$)

- A. 2.22 MeV B. 223 eV C. 222 MeV D. 1.6 GeV E. 18 GeV

Rješenje 227

$m_p = 1.007276 \cdot u = [1.007276 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27}] = 1.67207816 \cdot 10^{-27}$ kg,
 $m_n = 1.008665 \cdot u = [1.008665 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27}] = 1.6743839 \cdot 10^{-27}$ kg,
 $m_d = m_j = 2.013553 \cdot u = [2.013553 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27}] = 3.34249798 \cdot 10^{-27}$ kg, $u = 1.66 \cdot 10^{-27}$ kg,
 $c = 3 \cdot 10^8$ m / s, $E_\nu = ?$

Elektronvolt (eV) je jedinica za energiju. Energiju 1 eV dobije čestica nabijena istim električnim nabojem kao što ga ima elektron ($1.6 \cdot 10^{-19}$ C) kad prođe električnim poljem razlike potencijala 1 V:

$$eV = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Defekt mase je razlika masa protona m_p i neutrona m_n i mase jezgre m_j , a za jezgru nekog elementa može se napisati relacijom

$$\Delta m = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m_j,$$

gdje je Z broj protona u jezgri, N broj neutrona u jezgri. Energija vezanja E_ν atomske jezgre jednaka je

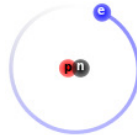
$$E_\nu = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow E_\nu = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m_j) \cdot c^2,$$

gdje je c brzina svjetlosti u praznini.

Ako su mase u prethodnoj relaciji izražene atomskim jedinicama mase u, onda se energija vezanja dobije u MeV uporabom relacije

$$E_\nu = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m_j) \cdot 931.5 \frac{\text{MeV}}{u}.$$

Deuterij je teški vodik čija je jezgra građena od jednog protona ($Z = 1$) i jednog neutrona ($N = 1$), a nju okružuje jedan elektron.



1. inačica

$$E_\nu = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m_j) \cdot c^2 \Rightarrow \begin{bmatrix} Z=1 \\ N=1 \end{bmatrix} \Rightarrow E_\nu = (m_p + m_n - m_j) \cdot c^2 = \\ = (1.67207816 \cdot 10^{-27} \text{ kg} + 1.6743839 \cdot 10^{-27} \text{ kg} - 3.34249798 \cdot 10^{-27} \text{ kg}) \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = \\ = 3.567672 \cdot 10^{-13} \text{ J} = [3.567672 \cdot 10^{-13} : 1.602 \cdot 10^{-19}] = 2.23 \cdot 10^6 \text{ eV} \approx 2.22 \text{ MeV}.$$

Odgovor je pod A.

2. inačica

$$E_\nu = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m_j) \cdot 931.5 \frac{\text{MeV}}{u} \Rightarrow \begin{bmatrix} Z=1 \\ N=1 \end{bmatrix} \Rightarrow E_\nu = (m_p + m_n - m_j) \cdot 931.5 \frac{\text{MeV}}{u} = \\ = (1.007276 \cdot u + 1.008665 \cdot u - 2.013553 \cdot u) \cdot 931.5 \frac{\text{MeV}}{u} =$$

$$\begin{aligned}
&= (1.007276 + 1.008665 - 2.013553) \cdot u \cdot 931.5 \frac{\text{MeV}}{u} = \\
&= (1.007276 + 1.008665 - 2.013553) \cdot u \cdot 931.5 \frac{\text{MeV}}{u} = (1.007276 + 1.008665 - 2.013553) \cdot 931.5 \text{ MeV} = \\
&= 2.22 \text{ MeV}.
\end{aligned}$$

Odgovor je pod A.

Vježba 227

Nema zadatka!

Rezultat: ...

Zadatak 228 (Ante, srednja škola)

Jedna banana prosječno sadržava 400 mg kalija od čega je 0.0117% radioaktivni izotop ${}_{19}^{40}\text{K}$. Vrijeme poluraspada toga izotopa je $4.027 \cdot 10^{16}$ s, a molarna masa 39.96 g / mol. Kolika je aktivnost u bekerelima radioaktivnoga uzorka iz jedne banane? (Avogadrova konstanta $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

Rješenje 228

$$m = 400 \text{ mg} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ kg}, \quad p = 0.0117\% = 0.000117, \quad T_{1/2} = 4.027 \cdot 10^{16} \text{ s}, \\
M = 39.96 \text{ g / mol} = 0.03996 \text{ kg / mol}, \quad N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}, \quad A = ?$$

Aktivnost je broj atoma koji se raspadne u jednoj sekundi:

$$A = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N_0,$$

gdje je $T_{1/2}$ vrijeme poluraspada, N_0 broj prisutnih, neraspadnutih atoma.

Ako je N_0 broj čestica u masi m tvari tada je

$$\frac{N_0}{N_A} = \frac{m}{M},$$

gdje je N_A Avogadrova konstanta, M molarna masa.

Stoti dio nekog broja naziva se postotak. Piše se kao razlomak s nazivnikom 100. Postotak p je broj jedinica koji se uzima od 100 jedinica neke veličine.

Na primjer,

$$9\% = \frac{9}{100}, \quad 81\% = \frac{81}{100}, \quad 4.5\% = \frac{4.5}{100}, \quad 547\% = \frac{547}{100}, \quad p\% = \frac{p}{100}.$$

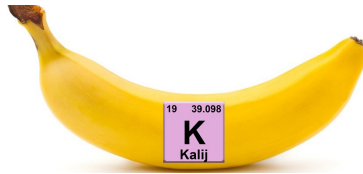
Kako se računa "... p% od x...?"

$$\frac{p}{100} \cdot x.$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{N_0}{N_A} &= \frac{m_1}{M} \\ A &= \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{N_0}{N_A} &= \frac{m_1}{M} \cdot N_A \\ A &= \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} N_0 &= \frac{m_1}{M} \cdot N_A \\ A &= \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow A = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot \frac{m_1}{M} \cdot N_A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [m_1 = p \cdot m] \Rightarrow A = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot \frac{p \cdot m}{M} \cdot N_A =$$

$$= \frac{\ln 2}{4.027 \cdot 10^{16} \text{ s}} \cdot \frac{0.000117 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ kg}}{0.03996 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 12.14 \text{ Bq}.$$



Vježba 228

Odmor!

Rezultat: ...

www.halapa.com