

Física moderna**Qüestions****1. Perquè els nuclis més pesats són inestables?**

A partir de $Z > 83$ els nuclis són inestables i no pertanyen a la zona d'estabilització, per això són nuclis radioactius naturals.

2. A la naturalesa hi ha tres isòtops de l'hidrogen. Podem crear un altre isòtop diferent artificialment. Com?

Sí, afegint un neutró més al nucli. Aquest nucli seria molt inestable i es descompondria molt ràpidament.

3. Per què les masses atòmiques dels elements de la taula periòdica són la majoria en decimals?

Com que la majoria dels elements de la naturalesa presenten una varietat d'isòtops, les masses atòmiques en són la mitjana ponderada.

4. La radiació X és una partícula? I la radiació còsmica?

No. És una radiació electromagnètica. La radiació còsmica també és electromagnètica amb una freqüència molt elevada.

5. A què es deu l'energia produïda en una reacció nuclear?

A un defecte de masses entre les masses dels reactius i les masses dels productes. Aquest defecte de masses es transforma en energia segons la fórmula d'Einstein: $E = mc^2$.

6. La fissió d'un nucli pesat s'ha de fer amb neutrons lents o ràpids?

Lents.

7. Quines són les principals aplicacions de la radioactivitat? Per mesurar el dany biològic, utilitzem el rem o el rad?

La radioactivitat s'utilitza molt en medicina, indústria i en els processos d'obtenció d'energia. El rem.

8. Per mesurar la quantitat de radiació que incideix sobre un cos ho fem en rad o rem?

En rad.

9. Per què la radiació còsmica augmenta amb l'altura?

Perquè l'atmosfera absorbeix part d'aquesta radiació, fonamentalment en els processos de formació d'ozó.

10. La radioactivitat del nostre entorn és sempre perniciosa?

No, el cos humà conté una quantitat natural de radioactivitat, i el seu entorn també.

11. Per què la major contribució de la radioactivitat natural és el radó?

Perquè totes les sèries radioactives proporcionen aquest element.

12. De vegades, per anihilació, una partícula es descompon en dos fotons. Aquests dos fotons tenen necessàriament la mateixa energia? I quantitat de moviment?

Sí, tenen la mateixa energia. La quantitat de moviment també és igual en mòdul. Vectorialment són oposats.

Problemes

1. Quin és el radi aproximat d'un nucli de ^{125}Te ?

$$R = R_0 \sqrt[3]{A} = 1,2 \cdot 10^{-15} \cdot \sqrt[3]{125} = 6 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

2. Calculeu la massa atòmica de l'element oxigen sabent que en la naturalesa hi ha un 99,759 % de ^{16}O de massa 15,994915; un 0,037 % de ^{17}O de massa 16,999133, i un 0,204 % de ^{18}O de massa 17,999160.

$$\frac{99,759 \cdot 15,994915 + 0,037 \cdot 16,999133 + 0,204 \cdot 17,999160}{100} = 15,9994$$

3. En un procés de desintegració radioactiva es perden 0,0457 u de massa. Quina energia es desprèn en MeV?

Cada una que es desintegra proporciona una energia de 931,5 MeV. Per tant,

$$0,0457 \text{ u} \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{1 \text{ u}} = 42,56 \text{ MeV}$$

4. Determineu la velocitat d'una partícula α d'energia cinètica 20 MeV. No tenim en compte els efectes relativistes.

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ MeV} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}}{1 \text{ MeV}}}{(2 \cdot 1,6726 \cdot 10^{-27} + 2 \cdot 1,6750 \cdot 10^{-27})}} = 3,09 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

5. El període de semidesintegració d'una mostra és de 3 anys. Quina fracció de la mostra hi haurà al cap de 18 anys?

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{3} = 0,231$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-0,231 \cdot 18} = 0,015625 = 2^{-6}$$

6. Quina massa de ^{238}U té una activitat d'1 mCi? La constant de desintegració del ^{238}U és $\lambda = 4,9 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$.

$$A_0 = \lambda N_0 \rightarrow 10^{-3} \text{ Ci} \cdot \frac{3,7 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1}}{1 \text{ Ci}} = 4,9 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1} \cdot N_0 \rightarrow$$

$$N_0 = 7,55 \cdot 10^{24} \text{ nuclis}$$

La massa d'aquests nuclis és:

$$7,55 \cdot 10^{24} \text{ nuclis} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{6,023 \cdot 10^{23} \text{ nuclis}} \cdot \frac{238 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 2,98 \cdot 10^3 \text{ g}$$

7. Una mostra radioactiva de 15 g es redueix a 3 g en 40 dies. Quina és la seva vida mitjana?

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \rightarrow 3 = 15 e^{-\lambda \cdot 40} \rightarrow \ln 0,2 = -40 \lambda \rightarrow \lambda = 0,040236$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{0,040236} = 17,2 \text{ dies}$$

8. Immediatament després de ser extret del reactor, una mostra d'un isòtop radioactiu té una activitat de 120 Bq i al cap de 3 h passa a ser de 90 Bq. Calculeu la constant radioactiva i el període de semidesintegració de la mostra. Quants nuclis hi havia inicialment?

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \rightarrow 90 = 120 e^{-\lambda \cdot 3} \rightarrow 0,75 = e^{-\lambda \cdot 3} \rightarrow \ln 0,75 = -3 \lambda \rightarrow \lambda = 0,09589 \text{ h}^{-1}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0,09589} = 7,228 \text{ h}$$

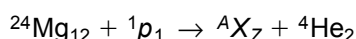
$$A_0 = \lambda N_0 \rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{120}{0,09589 \text{ h}^{-1} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}} = 4,51 \cdot 10^6 \text{ nuclis}$$

9. Identifiqueu els elements següents: $^{228}_{89}\text{X}$; $^{52}_{24}\text{X}$; $^{56}_{25}\text{X}$

Consultant la taula periòdica identifiquem els elements següents segons el nombre atòmic: actini, crom i manganès.

10. Identifiqueu el producte resultant de la reacció $^{24}_{12}\text{Mg} (p, \alpha) ^A_Z\text{X}$

La reacció $^{24}_{12}\text{Mg} (p, \alpha) ^A_Z\text{X}$ es pot escriure com:



Si apliquem la conservació dels nombres màssics i atòmics:

$$\left. \begin{array}{l} 24 + 1 = A + 4 \\ 12 + 1 = Z + 2 \end{array} \right\} \rightarrow A = 21 ; Z = 11$$

que correspon a l'element Na.

11. Determineu l'energia de la reacció $^{235}\text{U} + n \rightarrow ^{236}\text{U}$, sabent que les masses isotòpiques són: $^{235}\text{U} = 235,11392 \text{ u}$; $n = 1,00893 \text{ u}$ i $^{236}\text{U} = 236,11559 \text{ u}$.

Calculem el defecte de masses:

$$\Delta m = 236,11559 - (235,11392 + 1,00893) = -0,00726 \text{ u}$$

Aquesta pèrdua de massa es transforma en energia alliberada per la reacció segons la fórmula d'Einstein:

$$E = \Delta m c^2 \rightarrow 0,00726 \text{ u} \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{1 \text{ u}} = 6,76 \text{ MeV per a cada nucli desintegrat.}$$

12. Calculeu en MeV l'energia despesa en la fissió d'un nucli de ^{235}U d'acord amb la reacció:



Dades: $^{235}\text{U} = 235,0439$; $n = 1,0087$; $^{90}\text{Sr} = 89,9073$ i $^{136}\text{Xe} = 135,9072$

Calculem el defecte de masses:

$$\Delta m = 89,9073 + 135,9072 + 10 \cdot 1,0087 - (235,0439 + 1,0087) = -0,1511 \text{ u}$$

Aquesta pèrdua de massa es transforma en energia alliberada per la reacció segons la fórmula d'Einstein:

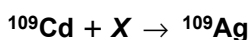
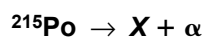
$$E = \Delta m c^2 \rightarrow 0,1511 \text{ u} \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{1 \text{ u}} = 140,7 \text{ MeV}$$

13. Una part orgànica de 200 g rep una dosi de 4 rad de radiació β amb un RBE d'1,5. Quina quantitat d'energia rep? Quina és la dosi en rem?

$$4 \text{ rad} \cdot \frac{10^{-2} \text{ Gy}}{1 \text{ rad}} \cdot \frac{\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ kg}}}{1 \text{ Gy}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 200 \text{ g} = 0,008 \text{ J}$$

$$\text{dosi en rem} = (\text{dosi en rad}) \cdot (\text{RBE}) = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ rem}$$

14. Identifiqueu el nucli X de cadascuna de les reaccions:



Per identificar els elements només hem d'aplicar la conservació del nombre atòmic. Consultant la taula periòdica:

$$X \rightarrow {}^{65}\text{Ni} + \gamma \Rightarrow Z = 28 + 0 = 28 \Rightarrow \text{Ni}$$

$${}^{215}\text{Po} \rightarrow X + \alpha \Rightarrow 84 = Z + 2 \Rightarrow Z = 82 \Rightarrow \text{Pb}$$

$$X \rightarrow {}^{55}\text{Fe} + \beta \Rightarrow Z = 26 + (-1) = 25 \Rightarrow \text{Mn}$$

$${}^{109}\text{Cd} + X \rightarrow {}^{109}\text{Ag} \Rightarrow 48 + Z = 47 \Rightarrow Z = -1 \Rightarrow \beta$$