

Unitat 9. Física nuclear

Activitats

1. Trieu les respostes correctes:

A. Un nucli queda ben definit si es dona:

- a) El nombre de protons.
- b) La quantitat de nucleons.
- c) El nombre atòmic i el nombre màssic.

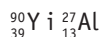
La resposta correcta és la c). Un nucli queda ben determinat només si coneixem el nombre de protons (nombre atòmic) i el nombre de neutrons (diferència entre nombre màssic i nombre atòmic).

B. Els isòtops són nuclis que tenen:

- a) Els mateixos valors d'A i de Z.
- b) El mateix Z però diferent A.
- c) El mateix A i diferent Z.

La resposta correcta és la b). Els isòtops són nuclis del mateix element químic (igual nombre atòmic) que difereixen en el nombre de neutrons. Per tant, tenen un nombre màssic diferent.

2. Escriviu el símbol del nucli de l'element itri que conté 90 nucleons, i el símbol del nucli de l'alumini amb 27 nucleons.



3. El potassi té dos isòtops en la natura. L'un té un 93,4 % del total i la seva massa atòmica és de 38,975 u, i la de l'altre és de 40,974 u. Calculeu la massa atòmica del potassi de la natura.

Calculem la mitjana ponderada dels isòtops de potassi:

$$\frac{93,4 \cdot 38,975 + (100 - 93,4) \cdot 40,974}{100} = 39,106 \text{ u}$$

4. Si la massa atòmica del clor natural és 35,453 i sabem que està format només pels isòtops ${}^{35}\text{Cl}$ i ${}^{37}\text{Cl}$, estimeu la proporció de cada isòtop en el clor natural.

77,35 % de ${}^{35}\text{Cl}$ i 22,65 % de ${}^{37}\text{Cl}$.

5. Quin seria el radi d'un hipotètic nucli de nombre atòmic 110 i nombre màssic 294?

$$r = 7,98 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

6. L'energia d'enllaç del ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ és de 289 MeV. Determineu-ne la massa en unitats de massa atòmica (u). Dades: $1 \text{ u} = 931,50 \text{ MeV}$; $m_p = 1,007277 \text{ u}$; $m_n = 1,008665 \text{ u}$.

El nucli ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ conté 17 protons i 18 neutrons. La massa dels nucleons sense formar nucli és:

$$\begin{aligned} \text{neutrons} &\rightarrow 18 \cdot 1,008665 = 18,15597 \text{ u} \\ \text{protons} &\rightarrow 17 \cdot 1,007277 = 17,12371 \text{ u} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} \text{neutrons} \\ \text{protons} \end{aligned}} \right\} \rightarrow \\ \Rightarrow \text{massa total } 35,27968 \text{ u}$$

El defecte de masses és $35,27968 - M = \Delta M$

Sent M la massa atòmica del nucli ${}^{35}_{17}\text{Cl}$.

Apliquem l'equivalència de $\frac{931,5 \text{ MeV}}{\text{u}}$:

$$289 = (35,27968 - M) \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{1 \text{ u}} \Rightarrow M = 34,96943 \text{ u}$$

7. Què representa la corba d'estabilitat dels nuclis en funció del nombre atòmic?

La corba d'estabilitat dels nuclis dona informació dels isòtops que són estables o inestables. Quan un nucli es troba per sota de la banda d'estabilitat significa que conté un excés de protons i, seguint uns determinats mecanismes, no troba l'estabilitat fins que la relació N/Z augmenta.

Si el nucli es troba per sobre de la banda d'estabilitat, aleshores conté un excés de neutrons, i també evolucionarà fins a trobar la relació d'estabilitat N/Z adient.

8. L'isòtop ${}^{14}_6\text{C}$ és radioactiu i té una constant de desintegració d' $1,2094 \cdot 10^{-4} \text{ anys}^{-1}$. Si disposem d'una mostra de 10^{23} nuclis, quin percentatge de nuclis quedaran per desintegrar al cap de 20 000 anys? Trieu la resposta correcta:

- a) 91,1 % b) 8,9 % c) 12,4 %

La resposta correcta és: b)

9. Tenim $6,02 \cdot 10^{23}$ àtoms de l'isòtop radioactiu ${}^{51}\text{Cr}$, amb un període de semidesintegració de 27 dies. Quants àtoms quedaran al cap de sis mesos?

$$5,925 \cdot 10^{21} \text{ àtoms}$$

10. Una mostra radioactiva conté 5,5 µg de ${}^{11}_6\text{C}$ en estat pur, isòtop que té un període de desintegració de 20,4 min. Calculeu els nuclis que hi haurà al cap de 10 hores. Trieu la resposta correcta.

- a) 10^{15} b) 10^{-2} c) $4 \cdot 10^8$

El nombre de nuclis inicials és:

$$\begin{aligned} N_0 &= 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol } {}^{11}\text{C}}{11 \text{ g}} \cdot \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ nuclis}}{1 \text{ mol } {}^{11}\text{C}} = \\ &= 3,012 \cdot 10^{17} \text{ nuclis} \end{aligned}$$

Si la vida mitjana és de 20,4 min, al cap de 10 hores (o $3,6 \cdot 10^4 \text{ s}$), el nombre de nuclis presents és:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{t \cdot \ln 2}{T_{1/2}}} = 3,012 \cdot 10^{17} \cdot e^{-\frac{3,6 \cdot 10^4 \cdot \ln 2}{20,4 \cdot 60}} = 4 \cdot 10^8$$

Per tant, l'opció correcta és la c).

11. Calculeu l'activitat d'1 mil·ligram de radó ^{222}Rn que té una constant de desintegració de $2,1 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. Trieu la resposta correcta.

a) $5,69 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$ b) $7,69 \cdot 10^3 \text{ Bq}$ c) $7,99 \cdot 10^{18} \text{ Bq}$

La resposta correcta és la a).

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

Perquè totes les sèries radioactives proporcionen aquest element.

13. En una reacció nuclear hi ha una pèrdua de massa de $8 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$. Quanta energia s'ha alliberat en el procés? Expressau el resultat en joules i en quilowatts hora.

$$\Delta E = 7,2 \cdot 10^7 \text{ J} = 20 \text{ kWh}$$

14. Un estudiant afirma que un isòtop d'hidrogen es desintegra per emissió d'una partícula α . Què li contesta el professor?

Veure «Reaccions nuclears».

15. La combustió d'una tona de carbó proporciona aproximadament $3,3 \cdot 10^{10} \text{ J}$ d'energia. La fissió d'un nucli d'urani ^{235}U proporciona una quantitat d'energia de 208 MeV. Quina massa d'urani faria falta per produir la mateixa quantitat de calor? Trieu la resposta correcta.

a) 0,39 g b) 134,56 g c) 4,35 kg

La massa d'un nucli d'urani-235 val:

$$\frac{235 \text{ g}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 3,902 \cdot 10^{-22} \text{ g i proporciona una energia igual a:}$$

$$208 \cdot 10^6 \text{ eV} \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 3,328 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

Per obtenir la mateixa energia que amb una tona de carboni cal una massa d'urani igual a:

$$m = 3,3 \cdot 10^{10} \text{ J} \frac{3,902 \cdot 10^{-22} \text{ g}}{3,328 \cdot 10^{-11} \text{ J}} = 0,39$$

L'opció correcta és la a).

16. El nucli $^{234}_{90}\text{Th}$ pateix una desintegració β^- . Quin és el nucli fill? Trieu la resposta correcta.

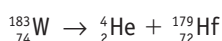
a) $^{234}_{89}\text{Ac}$ b) $^{235}_{91}\text{Pa}$ c) $^{234}_{91}\text{Th}$ d) $^{234}_{91}\text{Pa}$

La reacció nuclear corresponent és: $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^0_{-1}\beta + ^A_Z\text{X}$

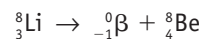
On $A = 234 - 0 = 234$ i $Z = 90 - (-1) = 91$. Per tant, l'element X és el protoactini. La resposta correcta és la d).

17. Completeu les reaccions de desintegració dels nuclis següents:

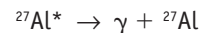
a) El ^{183}W es desintegra donant una partícula α .



b) El ^8Li es desintegra donant una partícula $^0_{-1}\beta$.



c) El $^{27}\text{Al}^*$ es desintegra donant una radiació γ .



18. Quan un nucli es desintegra i dona una partícula α , quin és el nucli resultant? Trieu la resposta correcta.

a) El mateix Z i $N - 4$

b) $Z - 4$ i $A - 2$

c) $Z - 2$ i $A - 4$

La reacció nuclear corresponent és: $^A_Z\text{X} \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}\text{X}' + ^4_2\text{He}$

Per tant, la resposta correcta és la c).

Activitats finals

Qüestions

1. Justifiqueu el fet que les interaccions fonamentals diferents de la gravitatòria i electromagnètica reben el nom genèric de forces nuclears.

Tant la interacció nuclear forta com la interacció dèbil s'anomenen *forces nuclears* perquè els seus efectes només són apreciables a distàncies nuclears, és a dir, de l'ordre de 10^{-15} m .

2. Quines forces són les dominants entre dos protons separats una distància de 10^{-8} m ?

A aquesta distància les forces nuclears són totalment negligibles i dominen les interaccions electromagnètica i gravitatòria. Aquesta última, a més, és molt més petita que la repulsió electrostàtica entre els dos protons.

3. Busca informació sobre les partícules fonamentals següents: mesons, barions, neutrins, positrons i fotons.

Resposta oberta.

4. Descriviu breument les interaccions fonamentals de l'univers.

A la natura hi ha quatre tipus de forces que són: la força gravitatòria, la força electromagnètica, les forces nuclears fortes i les forces nuclears dèbils.

La força gravitatòria es deu a la força d'atracció entre les masses i podem calcular-la mitjançant la llei de la gravitació universal:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

La força electromagnètica es deu a la força entre les càrregues elèctriques i, en el cas de càrregues en repòs, podem calcular-la mitjançant la llei de Coulomb:

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$



La força nuclear forta és la força d'atracció entre els nucleons d'un nucli i que fonamenta la seva estabilitat. Són forces de curt abast que només dominen dins del radi nuclear.

La força nuclear dèbil explica, per exemple, les desintegracions radioactives. Aquesta és molt menys intensa que les forces electromagnètiques i la nuclear forta.

5. Les forces nuclears fortes, depenen dels nucleons en què actuen?

Les forces nuclears depenen del tipus de nucleons en què actuen: si són protons o neutrons i també de magnituds com ara la velocitat, i el *spin*, entre altres.

6. Què són els isòtops? Com podem distingir els isòtops d'un element donat?

Els isòtops són elements que tenen el mateix nombre atòmic, però diferent nombre màssic. Aquests elements es diferencien pel nombre neutrònic.

7. El nombre atòmic es pot donar en funció del nombre d'electrons? Feu-ne una explicació convincent.

El nombre atòmic no es pot donar en funció del nombre d'electrons perquè només coincideixen en els àtoms elèctricament neutres i sense formar enllaç químic amb altres àtoms amb els quals comparteixen electrons. Així, per exemple, els ions d'un determinat element químic són àtoms que han perdut o guanyat electrons i, en canvi, el seu nombre atòmic és característic de l'element que es tracti.

8. 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.

9. En física nuclear, què s'entén per energia d'enllaç?

Quan els nucleons s'uneixen i formen un nucli estable, el defecte de masses d'aquest procés de formació del nucli es transforma en energia d'enllaç.

10. Per què 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.

Els nuclis pesats són més inestables pel gran nombre de protons que contenen (augmenta la repulsió elèctrica entre ells).

11. La massa d'una partícula α no és igual a la suma de les masses de dos neutrons i dos protons. És superior o inferior? Per què?

Perquè en formar-se el nucli es produeix un defecte de masses, és a dir, els nucleons (dos protons i dos neutrons) abans de formar-se el nucli tenen més massa que quan es forma el nucli. En formar-se aquest, part de la massa inicial es transforma en energia d'enllaç.

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

Si consultem la taula periòdica, identifiquem aquests elements pel nombre atòmic: actini, crom i manganès, respectivament.

13. Que són les partícules β^- ? Trieu l'opció correcta.

- a) Electrons emesos pel nucli.
- b) Neutrons emesos pel nucli.
- c) Electrons emesos per l'escorça electrònica atòmica.

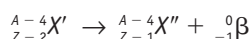
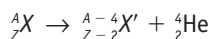
La resposta correcta és la a). Les partícules β són electrons emesos pel nucli i es formen a partir de reaccions nuclears.

14. La datació de l'home de gel que es va trobar en un glacera dels Alps italians va donar una edat de 5300 anys. En una mostra de l'individu hi havia ${}^{14}\text{C}$ i ${}^{11}\text{C}$, de vides mitjanes 5730 anys i 20,4 min, respectivament. Per què els científics van optar per la datació amb ${}^{14}\text{C}$?

Perquè el ${}^{14}\text{C}$ té una vida mitjana més propera al valor de 5730 anys. Per tant, permet obtenir un valor més precís de l'edat de «l'home de gel» que no pas amb el ${}^{11}\text{C}$.

15. Un succés consta de l'emissió d'una partícula α i d'una partícula β per part d'un nucli. Després del succés, quina relació hi ha entre el nucli original i el final?

Les reaccions nuclears corresponents són:



El nucli final té un nombre atòmic una unitat menor que el nucli original i un nombre màssic quatre unitats menor.

16. 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.

17. Un protó i un antiprotó s'anihilen donant lloc a dos fotons de la mateixa energia. Com són les seves quantitats de moviment? I les seves energies?

Trieu la resposta correcta:

A. Les seves quantitats de moviment:

- a) Tenen el mateix mòdul, la mateixa direcció i el mateix sentit.
- b) Tenen el mateix mòdul, la mateixa direcció però sentit contrari.
- c) Tenen el mateix mòdul, però diferent direcció.

La resposta correcta és la b). Per conservació de la quantitat de moviment, els moments lineals s'han d'anul·lar entre si, si el moment lineal inicial és nul.

B. Les seves energies:

- a) Són iguals.
b) Són diferents.
c) No ho podem saber.

Segons l'enunciat, les energies dels dos fotons són iguals. Per tant, la resposta correcta és la a).

18. A la natura 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.

19. D'on prové 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: $E = mc^2$.

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

S'ha de fer amb neutrons lents.

21. La radioactivitat del nostre entorn és sempre perniciosa?

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

22. Per mesurar el dany biològic, utilitzem el rem o el rad? I per mesurar la quantitat de radiació que incideix sobre un cos?

Per mesurar el dany biològic s'utilitza el rem o bé un múltiple seu, el Sievert (1 Sv = 100 rem). Per mesurar la quantitat de radiació que incideix sobre un cos s'utilitza el rad.

□ Problemes

1. Calculeu la massa atòmica de l'element oxigen sabent que en la natura 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.

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

2. El plom natural conté els isòtops ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb i ^{208}Pb en les proporcions d'1,4 %, 24,1 %, 22,1 % i 52,4 %, respectivament. Quin és la massa atòmica del plom?

$$207,24 \text{ u}$$

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

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

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

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

$$0,0457 \text{ u} \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{1 \text{ u}} = 42,57 \text{ MeV}$$

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

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

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

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

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

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

7. 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:

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

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

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

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 17,23 \text{ dies}$$

9. Immediatament després de ser extreta 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.

- a) Calculeu la constant radioactiva i el període de semidesintegració de la mostra.

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \rightarrow 90 = 120 e^{-\lambda \cdot 3} \rightarrow 0,75 = e^{-\lambda \cdot 3} \rightarrow \ln 0,75 = -3\lambda \rightarrow \lambda = 0,0958 \text{ h}^{-1}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0,0958} = 7,23 \text{ h}$$

b) Quants nuclis hi havia inicialment?

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

10. Una mostra de nuclis de ^{214}Pb té una vida mitjana de 3,05 min i emet inicialment 352 partícules β per segon. Quant de temps ha de transcórrer perquè només emeti 10 partícules β per segon?

$$t = 10,8 \text{ min}$$

11. Una font de cobalt ^{60}Co té un semiperíode de 5,2 anys i una activitat inicial de 1 100 Ci.

a) Expressu l'activitat inicial en Bq.

$$A_0 = 4,07 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$$

b) Calculeu l'activitat que tindrà al cap de 40 anys.

$$A = 1,97 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$$

12. Un nucli d'urani ^{234}U pateix 5 desintegracions α successives fins a assolir una forma nuclear estable.

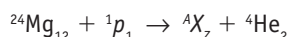
a) Quin és aquest nucli final?

b) A quina sèrie radioactiva pertanyen?

El nombre atòmic es redueix en $5 \cdot 2 = 10$ unitats i passa a ser: $Z' = Z - 10 = 82$. El nombre màssic es redueix en $5 \cdot 4 = 20$ unitats i és: $A' = A - 20 = 234 - 20 = 214$. Per tant, l'element resultant és el $^{214}_{82}\text{Pb}$ que pertany, junt amb el $^{234}_{92}\text{U}$, a la sèrie de l'urani-radi.

13. 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.

14. Determineu l'energia de la reacció $^{235}\text{U} + n \rightarrow ^{236}\text{U}$, sabent que les masses isotòpiques són:

$$^{235}\text{U} = 235,11392 \text{ u}; n = 1,00893 \text{ u} \text{ i } ^{236}\text{U} = 236,11559 \text{ u}$$

Calculeu 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:

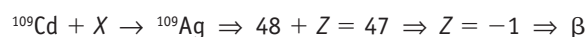
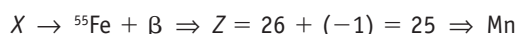
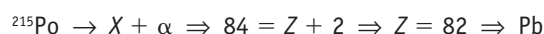
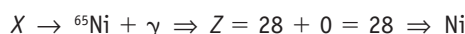
$$E = \Delta mc^2 \rightarrow 0,00726 \text{ u} \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{1 \text{ u}} =$$

$$= 6,76 \text{ MeV per a cada nucli desintegrat.}$$

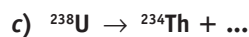
15. Identifiqueu el nucli X de cadascuna de les reaccions:



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

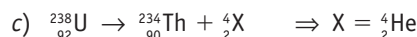
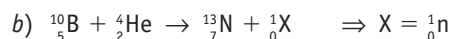
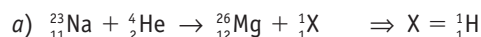


16. Completeu les reaccions següents consultant la taula 9.3.

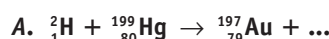


En les reaccions nuclears es conserva el nombre màssic A i el nombre atòmic Z. El nombre atòmic no s'indica en les reaccions i es poden determinar amb la taula 9.3.

Anem a escriure de nou les reaccions indicant els nombres atòmics i apliquem la conservació d'A i de Z:

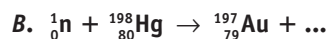


17. Quina és la partícula que falta en les reaccions següents? Trieu en cada cas l'opció correcta:



a) γ b) α c) neutró d) protó e) electró

La resposta correcta és la b), la partícula α perquè té $Z = 2$ i $A = 4$.



a) electró b) α c) neutró d) protó e) deuteró

La resposta correcta és la e), el deuteró perquè té $Z = 1$ i $A = 2$.

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



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

Calculeu 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:

$$E = \Delta m c^2 \rightarrow 0,1511 \text{ u} \cdot \frac{931,5 \text{ MeV}}{1 \text{ u}} = 140,75 \text{ MeV}$$

19. Una part orgànica de 200 g rep una dosi de 4 rad de radiació β amb un RBE d'1,5.

a) Quina quantitat d'energia rep?

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

b) Quina és la dosi en rems?

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

Avaluació del bloc 3

1. A quina velocitat s'ha de moure un cos perquè se'n tripliqui la massa?

$$1,27 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

2. Un metall emet electrons per efecte fotoelèctric quan s'irradia amb llum blava, però no n'emet quan s'irradia amb llum ataronjada. Determineu si emetrà electrons quan s'irradia:



a) Amb llum vermella.

$$E (\text{vermell}) < E (\text{taronja})$$

La llum vermella no produirà efecte fotoelèctric en el metall.

b) Amb llum ultraviolada.

$$E (\text{ultraviolat}) < E (\text{blau})$$

La llum ultraviolada té energia suficient per produir efecte fotoelèctric en el metall.

Raoneu la resposta.

3. Si en una substància sotmesa a una reacció nuclear s'ha produït un defecte de masses total de 10^{-2} g :

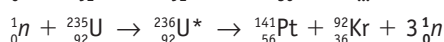
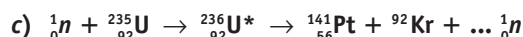
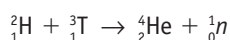
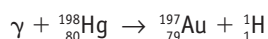
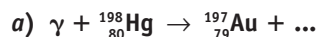
a) Quina quantitat d'energia s'ha alliberat en aquesta reacció?

$$9 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

b) En quin temps s'hauria de produir per tenir una potència de 10 MW?

$$25 \text{ dies}$$

4. Completeu les reaccions següents i identifiqueu els elements desconeguts:



5. Calculeu les longituds d'ona associades de:

a) Un electró que es mou a la velocitat de la radiació electromagnètica.

Si substituïm els valors en l'expressió tenim que:

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

b) Un cotxe de 1000 kg que es mou a 10 km/h.

Passem prèviament la velocitat a unitats del SI:

$$10 \text{ km/h} = 2,77 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1000 \cdot 2,77} = 2,39 \cdot 10^{-37} \text{ m}$$

c) Una persona de 50 kg que es mou a 10 km/h.

Aplicarem l'expressió de la dualitat onà corpuscle:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{50 \cdot 2,77} = 4,77 \cdot 10^{-36} \text{ m}$$

Dades: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

6. S'ha determinat que el radi ${}^{226}\text{Ra}$ té una constant de desintegració d' $1,36 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$.

a) Trobeu el període de semidesintegració en anys.

$$T_{1/2} = 1,62 \cdot 10^3 \text{ anys}$$

b) Si disposem d'una massa de 200 g, quina quantitat tindrem al cap de 10 anys?

$$m' = 199 \text{ g}$$