Fusão e Cisão Nucleares, Fontes e Aplicações

12.º Ano | Física | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Interpretar a fusão e a cisão nucleares e as suas consequências energéticas, as fontes naturais e artificiais de radiação, os efeitos biológicos e os detetores, e as técnicas de diagnóstico que utilizam marcadores radioativos.

Revisão rápida

- **Fusão** — dois núcleos leves juntam-se num mais pesado: $^{2}H + {}^{3}H \rightarrow {}^{4}He + n$ + **17,6 MeV**. Só ocorre a *temperaturas enormes* (estrelas, plasmas) e rende **mais energia por quilograma** do que a cisão.
- **Cisão** — um núcleo pesado parte-se em médios: $^{235}U + n \rightarrow fragmentos + 2\text{–}3\ n + \approx 200\ MeV$. É **autossustentável** numa reação em cadeia (centrais, armas).
- **Porquê energia:** em ambos os casos a energia de ligação por nucleão *aumenta* — a diferença converte-se em energia cinética e depois em calor. Ninguém «cria» massa: transforma-se.
- **Fontes e efeitos:** naturais (cosmós, terrestres, incorporadas) · artificiais (médicas, industriais, reatores) · a dose depende do **tempo, distância e blindagem**.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «A fusão e a cisão libertam energia porque criam massa.» ( ) b) «A fusão nuclear pode ocorrer à temperatura ambiente.» ( ) c) «A cisão de um núcleo pesado liberta energia porque a energia por nucleão dos produtos é maior.» ( ) d) «Uma central de fusão existe em funcionamento regular.» ( )

2. Fusão deuterio-trítio: a reação $^{2}H + {}^{3}H \rightarrow {}^{4}He + n$ liberta 17,6 MeV. a) expressa essa energia em joules b) calcula a massa de defeito correspondente (1 u = 931,5 MeV) c) porque é que só ocorre a temperaturas de dezenas de milhões de graus?

3. Cisão do urânio-235: cada fissão liberta cerca de 200 MeV. a) expressa-a em joules b) calcula a massa de defeito c) energia disponível em 1,0 kg de ^{235}U.

4. Comparação com combustíveis fósseis: sabendo que a energia de 1,0 kg de urânio-235 é de 8,2 × 10^{13} J e que o carvão rende 29 MJ/kg, a) que massa de carvão equivale a 1 kg de urânio? b) e de petróleo (42 MJ/kg)? c) comenta as ordens de grandeza.

© 2026 Estudantices

5. Porquê a fusão rende mais: compara a energia por nucleão da cisão (≈ 0,85 MeV) com a da fusão do ^{4}He (7,07 MeV) — mas repara que a fusão parte de núcleos com 1,1 MeV/nucleão. a) calcula a diferença em cada processo b) porque é que a diferença, por quilograma, é maior na fusão?

6. Reação em cadeia: a) o que é que permite a cisão continuar sozinha? b) o que é a massa crítica? c) como se controla numa central?

7. Efeitos biológicos: a) por que é que a radiação ionizante é prejudicial? b) que tecidos são mais vulneráveis e porque? c) ordena por risco crescente: exame dentário com radiografia · exame com tecnécio-99m · exposição prolongada a radão em casa.

8. Detetores: liga cada detetor ao princípio que usa: a) contador Geiger–Müller → __ b) câmara de iões → __ c) placa fotográfica → __ d) contador de cintilação → __

9. Diagnóstico com marcadores: o ^{99m}Tc tem meia-vida de 6 horas e emite gama. a) que fração resta ao fim de 24 horas? b) porque é que essa meia-vida é ideal para um exame? c) o que se pretende que o marcador faça no corpo?

10. Radão nos edifícios: o ^{222}Rn (meia-vida 3,8 dias) é gerado no granito. a) que fração resta ao fim de 30 dias? b) porque é que um porão mal ventilado é um risco e um andar bem arejado não? c) indica duas medidas concretas de redução do risco.

11. Fontes e aplicações: classifica: medir a espessura de chapa num topo de indústria · esterilizar equipamento médico · datação de rochas · sinal de saída num aeroporto — e indica em cada caso se a fonte é natural ou artificial.

12. Desdevolvimento. Explica porque é que a fusão e a cisão são processos opostos do ponto de vista da direção em que se percorre a curva de energia por nucleão, mas ambos libertam energia, e porque é que a fusão continua a não estar disponível para gerar eletricidade em escala.

© 2026 Estudantices

Soluções — Fusão e Cisão Nucleares, Fontes e Aplicações

1. a) **F** — consomem massa; a diferença converte-se em energia b) **F** — são precisas temperaturas de muitos milhões de graus para vencer a repulsão eletrostática c) **V** — os produtos são mais próximos do máximo da curva d) **V** — há apenas reatores experimentais (ITER), não há central de fusão a produzir eletricidade.

2. a) $17{,}6 \times 10^{6} \times 1{,}602\times10^{-19} =$ **2,82 × 10⁻¹² J** b) $\Delta m = 17{,}6/931{,}5 =$ **0,0189 u** c) porque os núcleos são positivos e se repelem: só a energia térmica muito alta dá velocidades suficientes para os aproximar ao alcance da força nuclear forte.

3. a) $200 \times 10^{6} \times 1{,}602\times10^{-19} =$ **3,20 × 10⁻¹¹ J** b) $200/931{,}5 =$ **0,215 u** c) $N = (1000/235) \times 6{,}022\times10^{23} = 2{,}56\times10^{24}$ núcleos → $E =$ **8,2 × 10¹³ J**.

4. a) $8{,}2\times10^{13} / 2{,}9\times10^{7} = 2{,}8\times10^{6}\,kg =$ **≈ 2800 toneladas de carvão** b) $8{,}2\times10^{13}/4{,}2\times10^{7} =$ **≈ 1950 toneladas de petróleo** c) um quilo de urânio equivale a milhares de toneladas de combustível fóssil — é a diferença de escala que torna a energia nuclear tão concentrada (e o resíduo tão duradouro).

5. a) cisão: ≈ **0,85 MeV** por nucleão em jogo · fusão: parte de núcleos com 1,11 MeV/nucleão e chega a 7,07 → ganho de **≈ 5,96 MeV por nucleão** b) na fusão há muito *mais nucleões por quilograma* (núcleos leves) e o salto por nucleão é maior — multiplicando as duas vantagens, o total por kg é cerca de **4 vezes** maior do que na cisão.

6. a) cada fissão liberta **2–3 nêutronons** que, se forem captados por outros núcleos de ^{235}U, provocam novas fissões — é a **reação em cadeia** b) é a quantidade mínima de combustível para que os nêutronons se percam menos do que os necessários ao crescimento da cadeia c) com **barras de controlo** (cádmio, boro) que absorvem nêutronons e ajustam a reatividade, mantendo o fator de multiplicação em 1.

7. a) porque ioniza átomos e moléculas, sobretudo a **água**, formando radicais livres que danificam o DNA b) tecidos de divisão celular rápida (medula óssea, epitélios, gônadas) — é onde há mais células a replicar-se c) ordem crescente: radiografia dentária (dose mínima) < exame com ^{99m}Tc (dose baixa e controlada) < radão prolongado (exposição contínua e involuntária).

8. a) **ionização de gás** — cada partícula produz um impulso contável b) **ionização** medida como corrente fraca c) **efeito fotográfico** da radiação sobre a emulsão d) **cintilação** — a radiação faz brilhar um cristal, e o fotorrecetor conta os clarões.

9. a) 24 h = 4 meias-vidas → $(1/2)^{4} =$ **6,25%** b) é longa o suficiente para realizar e registar o exame e curta o bastante para a fonte desaparecer logo a seguir — o doente não fica irradiado c) distribuir-se de forma **seletiva** no órgão estudado, de modo que a captação (ou a ausência dela) apareça na imagem por emissão gama.

10. a) 30 dias ÷ 3,8 ≈ 7,9 meias-vidas → $(1/2)^{7{,}9} \approx$ **0,4%** b) no porão o gás chega do solo e não é renovado, acumulando-se acima do que decai; num andar arejado, a renovação do ar mantém a concentração muito abaixo c) **ventilar regularmente** e **selar fissuras** do pavimento e das paredes de contacto com o solo; medir com um concentrametro antes de intervir.

11. **Espessura de chapa** → industrial, *artificial* (fonte gama de amostragem) · **Esterilização** → industrial/médica, *artificial* (cobalto-60 ou gama) · **Datação de rochas** → *natural* (potássio-40, urânio) · **Sinal de saída de aeroporto** → *natural* (fonte alfa de amerício em detectores de fumo).

12. (modelo) São processos opostos no sentido em que percorrem a curva: a fusão sobe do lado dos núcleos leves e a cisão desce do lado dos pesados, mas ambos se dirigem para o máximo no ferro — e é por isso que ambos libertam energia, com sinal garantido pela curva. A diferença prática está nas **condições**: a cisão é disparada por um nêutron térmico e mantém-se sozinha à temperatura ambiente, pelo que basta controlá-la; a fusão exige superar a repulsão eletrostática, o que obriga a temperaturas de dezenas de milhões de graus — e a nenhum material suporta essas condições. O problema deixou de ser a reação e passou a ser o **confinamento**: manter um plasma quente e denso tempo suficiente para a energia produzida superar a gasta, o que é o que se tenta resolver com campos magnéticos em máquinas como o ITER.

© 2026 Estudantices