Emissões Radioativas, Séries e Lei do Decaimento

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

Competências que desenvolve: Interpretar a instabilidade nuclear, identificar as emissões radioativas (alfa, beta e gama) e aplicar a Lei do Decaimento Radioativo à determinação da atividade de amostras em situações do dia a dia.

Revisão rápida

- **Porque emitem:** núcleos com excesso ou falta de nêutronons ficam instáveis e procuram estabilidade — emissão não é espontânea «à vontade», é probabilística e **influenciável por nada**.
- **Três emissões:** ${}^{4}_{2}He$ (alfa · carga +2 · fraca penetração, pára-se com papel) · ${}^{0}_{-1}e$ (beta · eletrão · atravessa papel, pára-se com alumínio) · γ (gama · fotão, sem massa nem carga · muito penetrante, exige chumbo ou betão).
- **Lei do decaimento:** $N(t) = N_0\, e^{-\lambda t}$ com $\lambda = ln2/T$ — a **meia-vida** T é o tempo para restar metade.
- **Atividade:** $A = \lambda N$, unidade **becquerel (Bq)** = decaimentos por segundo · 1 Ci = 3,7 × 10^{10} Bq.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «Um núcleo radioativo deixa de emitir depois de certo tempo por vontade própria.» ( ) b) «A meia-vida é o tempo após o qual não restam átomos.» ( ) c) «A radiação gama não tem massa nem carga.» ( ) d) «Uma amostra com meia-vida maior é mais ativa à mesma hora.» ( )

2. Identificação: escreve o símbolo, a carga e o poder de penetração de cada emissão, e indica que papel, que folha de alumínio e que bloco de chumbo as detêm.

3. Iodo-131 (usado em medicina) tem meia-vida de 8 dias. a) que fração resta após 32 dias? b) após quantas vidas é que resta 1/8? c) porque é que se escolhe um isótopo de meia-vida curta para um diagnóstico?

4. Constante de decaimento: a) calcula λ para o iodo-131 (em dias^{-1}) b) calcula λ para o carbono-14 (T = 5730 anos) c) porque é que a segunda é incomparavelmente menor?

5. Atividade e número de átomos: uma amostra tem $A = 2{,}0 \times 10^{6}$ Bq e $T = 10$ dias. a) calcula λ em s^{-1} b) deduz o número de núcleos presentes c) que massa é essa, sabendo que cada núcleo tem 131 u?

6. Decaimento exponencial: preenche a tabela da fração restante ao fim de 0 · 1 · 2 · 3 · 5 meias-vidas e esboça o gráfico.

n.º de meias-vidas	0	1	2	3	5
fração restante					

7. Datação por carbono-14: um organismo vivo mantém a proporção $^{14}C/^{12}C$ do ar; ao morrer, deixa de a repor. Um tecido apresenta 25% do ^{14}C esperado. a) de quantas meias-vidas se trata? b) qual é a sua idade? c) porque é que o método falha para materiais com mais de 50 000 anos?

8. Série de decaimento: o $^{238}_{92}U$ emite sucessivamente até chegar ao $^{206}_{82}Pb$. a) quantos decaimentos alfa há na série? (o número maisico desce 4 em cada um) b) o que acontece ao número atómico em cada beta negativo? c) onde se situa o chumbo estável?

© 2026 Estudantices

9. Radão no domicílio: o ^{222}Rn é um gás radioativo de meia-vida 3,8 dias que se acumula em espaços fechados. a) porque é que o problema se põe sobretudo em caves mal ventiladas? b) o que acontece à atividade se a porta se mantiver fechada duas semanas? c) que medidas reduzem o risco?

10. Proteção contra radiação: a) que material escolhes para cada emissão? b) porque é que um jaleco de chumbo não protege de gama como protegeria de alfa? c) qual é a medida mais eficaz contra qualquer radiação?

11. Gráfico: num gráfico de $N(t)$, o que se lê diretamente em cada eixo? E num gráfico de $\ln N$ em função de t, o que representa a inclinação?

12. Desdevolvimento. Explica porque é que a radioatividade é um processo probabilístico e não determinístico, o que isso implica sobre os tempos individuais de decaimento e porque, ainda assim, uma grande quantidade de núcleos obedece a uma lei exata.

© 2026 Estudantices

Soluções — Emissões Radioativas, Séries e Lei do Decaimento

1. a) **F** — nenhum núcleo pode decidir; a probabilidade é constante b) **F** — é o tempo em que resta *metade* — a lei nunca chega a zero c) **V** — é um fotão de alta energia d) **F** — meia-vida maior significa λ menor e, à mesma quantidade, *menor* atividade.

2. Alfa = $^{4}_{2}He$, carga **+2**, fraca penetração → **pára-se no papel** (ou na camada córnea da pele) · **Beta** = $^{0}_{-1}e$, carga **−1**, penetração média → atravessa papel, **pára-se numa folha de alumínio** · **Gama** = γ, **sem carga nem massa**, alta penetração → atravessa alumínio, **exige chumbo ou betão**.

3. a) 32 dias = 4 meias-vidas → $(1/2)^{4} =$ **1/16 = 6,25%** b) $1/8 = (1/2)^{3}$ → após **3 meias-vidas**, ou seja 24 dias c) porque interessa que a fonte desapareça sozinha depois do exame: dá a quantidade necessária para detetar e depois deixa de irradiar o doente.

4. a) $\lambda = 0{,}693/8 =$ **0,0866 dias⁻¹** b) $\lambda = 0{,}693/5730 =$ **1,21 × 10⁻⁴ anos⁻¹** c) porque o carbono-14 decai muito mais devagar — é isso que o torna útil para datar milhares de anos, enquanto o iodo decai em dias.

5. a) $\lambda = \ln 2/(10 \times 86\,400) =$ **8,02 × 10⁻⁷ s⁻¹** b) $N = A/\lambda = 2{,}0\times10^{5} / 8{,}02\times10^{-7} =$ **2,49 × 10¹¹ núcleos** c) massa = $N \times 131 \times 1{,}66\times10^{-27} =$ **5,4 × 10⁻¹⁴ kg**.

6. frações: **1 · 1/2 · 1/4 · 1/8 · 1/32**, ou seja 100% · 50% · 25% · 12,5% · 3,1%. O gráfico é uma curva **exponencial decrescente** que se aproxima assintoticamente de zero sem jamais o tocar.

7. a) 25% = 1/4 = $(1/2)^{2}$ → **2 meias-vidas** b) $2 \times 5730 =$ **11 460 anos** c) porque restam quantidades tão pequenas que ficam **abaixo do limiar de deteção** e os contaminantes externos já dominam a medida.

8. a) $(238 - 206)/4 =$ **8 emissões alfa** b) em cada beta negativo o número atómico **aumenta de 1** (um nêutron transforma-se em protão), enquanto A não muda c) o chumbo-206 é o **terminal estável** da série — a partir daí não há mais energia para libertar.

9. a) o radão escapa do granito e do solo, mas num espaço fechado **acumula-se** mais do que se degrada → a concentração sobe b) após 14 dias = 14/3,8 ≈ 3,7 meias-vidas → a atividade cai para **≈ 7,8%** do inicial; mas enquanto há fonte contínua, o equilíbrio mantém a concentração c) **ventilação regular**, selagem de fissuras do pavimento e medição com concentrametro — a ventilação é a medida mais eficaz.

10. a) **papel/plástico** para alfa, **alumínio** para beta, **chumbo ou betão** para gama b) porque o chumbo só reduz a dose na proporção do material que atravessa — a radiação gama atravessa qualquer blindagem fina, e o que conta é a *espessura* e a densidade c) **aumentar a distância e diminuir o tempo de exposição**, além de blindar a fonte.

11. No gráfico de N contra t lê-se a quantidade restante e, cruzando com a linha do eixo dos y a meio, lê-se a meia-vida. Num gráfico de $\ln N$ contra t a lei torna-se $\ln N = \ln N_0 - \lambda t$: é uma **reta** de declive **−λ**, o que torna a constante de decaimento diretamente legível — é assim que os laboratórios confirmam que o processo é exponencial.

12. (modelo) Ao nível de um único núcleo, nada é previsível: não se sabe quando é que aquele átomo particular vai emitir, apenas que a probabilidade por unidade de tempo é constante. Um átomo isolado pode durar uma fração de segundo ou várias vezes a sua meia-vida — ambos são igualmente possíveis. O que garante a lei exata é a **estatística**: com 10^{20} núcleos, as flutuações individuais anulam-se uns aos outros (é o mesmo motivo por que um dado cai sempre na mesma proporção a longo prazo) e a fração que decai num dado intervalo converge para λN. Daí a Lei do Decaimento ser determinística para uma amostra macroscópica, mesmo sendo probabilística em cada átomo.

© 2026 Estudantices