Efeito Fotoelétrico e Natureza Corpuscular da Luz

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

Competências que desenvolve: Aplicar, na resolução de problemas, o efeito fotoelétrico, relacionando-o com o desenvolvimento de produtos tecnológicos e interpretando a natureza corpuscular da luz.

Revisão rápida

- **Efeito fotoelétrico:** a luz incidente arranca eletrões de uma superfície metálica. Acontece **independentemente da intensidade** e só se $f > f_c$ — a frequência de corte, própria de cada metal.
- **Equação de Einstein:** $hf = W + E_{c,máx}$ — W (*função trabalho*) é a energia mínima para libertar o eletrão; o resto fica como **energia cinética**.
- **Intensidade ≠ frequência:** dobrar a intensidade dá **mais fótons** (mais eletrões), mas cada fóton tem a mesma energia — a energia individual não muda.
- **Frequência de corte:** $f_c = W/h$ e $\lambda_c = hc/W$ — para comprimento de onda maior que λ_c, nada acontece, por mais forte que seja a luz.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «A luz muito intensa arranca sempre eletrões, seja qual for a cor.» ( ) b) «A energia dos eletrões libertados depende da intensidade.» ( ) c) «Existe uma frequência mínima abaixo da qual não há emissão.» ( ) d) «A luz visível é forte o suficiente para arrancar eletrões de qualquer metal.» ( )

2. Função trabalho: o sódio tem $W = 3{,}6 \times 10^{-19}$ J. a) expressa-a em eV b) calcula a frequência de corte c) calcula o comprimento de onda de corte e identifica a região do espetro.

3. Energia cinética: luz de 500 nm incide sobre o sódio. a) que energia tem cada fóton? b) qual é a energia cinética máxima do eletrão? c) exprime-a em eV.

4. Frequência necessária: para que um eletrão saia com 1,0 eV de energia cinética no sódio, a) que frequência precisa de ter a luz? b) e que comprimento de onda? c) é luz visível?

© 2026 Estudantices

5. Intensidade e frequência: explica porquê, ao aumentar a intensidade de luz à frequência certa: a) aumenta a corrente elétrica b) não aumenta a energia de cada eletrão.

6. Gráfico de Einstein: num gráfico de $E_{c,máx}$ em função de f, o que representam a) a inclinação da reta b) o corte no eixo das abcissas c) o corte no eixo das ordenadas (em valor absoluto).

7. Porque falhou a teoria clássica: a) segundo a ótica clássica, o que deveria acontecer com luz fraca mas vermelha? b) o que se observa realmente? c) que conclusão se tira sobre a luz?

8. Metais e luz: compara o sódio (λ_c ≈ 553 nm) com o platina (λ_c ≈ 258 nm). a) qual arranca eletrões com luz mais vermelha? b) o que se passa com luz azul de 450 nm em cada um?

© 2026 Estudantices

9. Produtos tecnológicos: liga cada dispositivo ao princípio que utiliza: a) painel solar fotovoltaico → __ b) fotocélula de uma porta automática → __ c) câmara fotográfica digital → __ d) sensor de luz de um telemóvel → __ — algum deles pode funcionar sem ultrapassar a frequência de corte?

10. Painel solar: um painel converte 15% da potência de luz de 500 nm que recebe. a) se recebe 1000 W/m², que potência elétrica produz? b) quantos fótons chegam por segundo a cada metro quadrado? c) porque é que o rendimento nunca chega a 100%?

11. Unidades e constantes: a) confirma que hc pode ser usado como $1{,}99 \times 10^{-25}$ J·m e também 1240 eV·nm b) usa a segunda forma para reencontrar o comprimento de onda de corte do sódio.

12. Desdevolvimento. Explica porque é que o efeito fotoelétrico só foi interpretado à luz da hipótese dos fótons e o que se perde na explicação clássica, referenciando o que Einstein acrescentou ao trabalho de Planck.

© 2026 Estudantices

Soluções — Efeito Fotoelétrico e Natureza Corpuscular da Luz

1. a) **F** — há um limite de **frequência**, não de intensidade b) **F** — depende da frequência e de W, nunca da intensidade c) **V** — é a frequência de corte d) **F** — só para metais com W menor que a energia dos fótons visíveis.

2. a) $W = 3{,}6\times10^{-19}/1{,}60\times10^{-19} =$ **2,25 eV** b) $f_c = W/h = 3{,}6\times10^{-19}/6{,}63\times10^{-34} =$ **5,43 × 10¹⁴ Hz** c) $\lambda_c = c/f_c =$ **553 nm** — na fronteira entre o **laranja e o verde**; luz de maior comprimento de onda não arranca eletrões.

3. a) $E = hc/\lambda = 1{,}989\times10^{-25}/5{,}0\times10^{-7} =$ **3,98 × 10⁻¹⁹ J** b) $E_c = 3{,}98\times10^{-19} - 3{,}6\times10^{-19} =$ **3,78 × 10⁻²⁰ J** c) **0,24 eV**.

4. a) energia total $= 2{,}25 + 1{,}00 = 3{,}25\ eV = 5{,}20\times10^{-19} J \rightarrow f = 5{,}20\times10^{-19}/6{,}63\times10^{-34} =$ **7,84 × 10¹⁴ Hz** b) $\lambda = 3{,}0\times10^{8}/7{,}84\times10^{14} =$ **383 nm** c) **não** — está no **ultravioleta** (fora dos 400–700 nm).

5. a) luz mais intensa significa **mais fótons por segundo**; cada fóton arranca um eletrão, logo há mais eletrões e maior corrente b) a energia de *cada* fóton é hf e não muda com a intensidade — se f fica igual, $E_c = hf - W$ fica igual.

6. a) a inclinação é a **constante de Planck** h — a mesma para todos os metais, por isso todas as retas são paralelas b) a abcissa do corte é a **frequência de corte** W/h c) o valor absoluto do corte na ordenada é a **função trabalho** W — é onde a reta chega quando $f = 0$, embora nesse ponto não haja emissão.

7. a) preveria que, acumulando energia ao longo do tempo, a luz fraca acabaria por libertar eletrões **depois de uma espera**, com energia dependente do tempo de exposição b) a emissão é **imediata** e não há emissão nenhuma abaixo da frequência de corte, por mais tempo que se espere c) a luz é absorvida em **quantidades inteiras de hf** — é um fóton que transmite toda a energia a um eletrão, daí ser instantâneo.

8. a) o **sódio**, porque tem λ_c maior (553 nm > 258 nm), ou seja menor função trabalho b) luz azul de 450 nm: no sódio **sim** (450 < 553) com $E_c \approx 0{,}51$ eV; no platina **não** (450 > 258) — o fóton tem 2,76 eV e nem chega à função trabalho de 4,8 eV.

9. a) **efeito fotoelétrico** — é a conversão da luz em corrente b) fotocélula: a luz liberta eletrões e cria uma corrente de controlo c) fotodiodos convertem fótons em cargas em cada pixel d) fotodetetor/ fototransistor. **Nenhum** funciona sem ultrapassar a frequência de corte: abaixo dela não há eletrões livres e o dispositivo não deteta nada.

10. a) $0{,}15 \times 1000 =$ **150 W/m²** b) energia de cada fóton 3,98 × 10⁻¹⁹ J → $1000/3{,}98\times10^{-19} =$ **2,5 × 10²¹ fótons/s por m² c) porque nem toda a luz tem frequência adequada, há reflexão na superfície, recombinação de pares eletrão–lacuna e perdas nas ligações — cada etapa consome rendimento.**

11. a) $hc = 6{,}63\times10^{-34}\times3{,}0\times10^{8} = 1{,}989\times10^{-25}\ J\cdot m$**; em eV·nm:** $1{,}989\times10^{-25}/(1{,}60\times10^{-19}\times10^{-9}) =$ **1240 eV·nm ✓ b)** $\lambda_c = 1240/2{,}25 =$ **551 nm (≈ 553 nm, diferença por arredondamentos) ✓.**

12. (modelo) A ótica clássica trata a luz como uma onda contínua, cuja energia se reparte por toda a superfície — logo deveria bastar esperar para acumular energia, e a emissão deveria depender da intensidade e do tempo. O que se observa é o contrário: há um limiar de frequência e a emissão é imediata. Einstein propôs que a luz chega já *granulada*, em fótons de energia hf, e que um único fóton entrega a sua energia a um único eletrão — daí o limiar (o fóton tem de chegar a W) e a imediatez (não há tempo para acumular). Planck tinha quantizado a emissão dos osciladores; Einstein quantizou a própria luz e mostrou que a teoria dos fotões é necessária para explicar um fenómeno experimental concreto — o que valeu o Nobel de 1921.