

FÍSICA

CAPÍTULO 7.2 MECÂNICA QUÂNTICA



X

SEGUNDA FASE

MANUAL FUVEST

NA SEGUNDA FASE AS QUESTÕES A SEGUIR
SÃO DE RESPOSTAS ABERTAS

QUESTÃO 01

(FUVEST 2012 2º FASE) Em um laboratório de física, estudantes fazem um experimento em que radiação eletromagnética de comprimento de onda $\lambda = 300$ nm incide em uma placa de sódio, provocando a emissão de elétrons. Os elétrons escapam da placa de sódio com energia cinética máxima $E_c = E - W$, sendo E a energia de um fóton da radiação e W a energia mínima necessária para extrair um elétron da placa. A energia de cada fóton é $E = h \cdot f$, sendo h a constante de Planck e f a frequência da radiação. Determine

- A) a frequência f da radiação incidente na placa de sódio;
- B) a energia E de um fóton dessa radiação;
- C) a energia cinética máxima E_c de um elétron que escapa da placa de sódio;
- D) a frequência f_0 da radiação eletromagnética, abaixo da qual é impossível haver emissão de elétrons da placa de sódio.

Note e adote:

- Velocidade da radiação eletromagnética: $c = 3 \times 10^8$ m/s.
- $1 \text{ nm} = 10^{-9}$ m.
- $h = 4 \times 10^{-15}$ eV.s.
- W (sódio) = 2,3 eV.
- $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J.

QUESTÃO 05

(FUVEST 2016 2ª FASE) Lasers pulsados de altíssima potência estão sendo construídos na Europa. Esses lasers emitirão pulsos de luz verde, e cada pulso terá 10^{15} W de potência e duração de cerca de 30×10^{-15} s. Com base nessas informações, determine

- A) o comprimento de onda λ da luz desse *laser*;
- B) a energia E contida em um pulso;
- C) o intervalo de tempo Δt durante o qual uma lâmpada LED de 3W deveria ser mantida acesa, de forma a consumir uma energia igual à contida em cada pulso;

- D) o número N de fótons em cada pulso.

Note e adote:

- Frequência da luz verde: $f = 0,6 \times 10^{15}$ Hz
- Velocidade da luz = 3×10^8 m/s
- Energia do fóton = $h \cdot f$
- $h = 6 \times 10^{-34}$ Js

QUESTÃO 05

(FUVEST 2017 2ª FASE) Os primeiros astronautas a pousar na Lua observaram a existência de finas camadas de poeira pairando acima da superfície lunar. Como não há vento na Lua, foi entendido que esse fenômeno estava ligado ao efeito fotoelétrico causado pela luz solar: elétrons são extraídos dos grãos de poeira do solo lunar ao receberem energia da radiação eletromagnética proveniente do Sol e, assim, os grãos tornam-se positivamente carregados. O mesmo processo também arranca elétrons da superfície lunar, contribuindo para a carga positiva do lado iluminado da superfície da Lua. A altura de equilíbrio acima da superfície lunar dessas camadas depende da massa e da carga dos grãos. A partir dessas informações, determine

- A) o módulo F_e da força eletrostática que age sobre cada grão em equilíbrio da camada, sabendo que um grão de poeira tem massa $m = 1,2 \times 10^{-14}$ kg e que a aceleração da gravidade nas proximidades da superfície da Lua é $g_L = 1,6$ m/s²;
- B) o módulo E do campo elétrico na posição dessa camada de poeira, sabendo que a carga adquirida por um grão é $Q = 1,9 \times 10^{-15}$ C.

Uma característica do efeito fotoelétrico é a necessidade de os fótons da luz incidente terem uma energia mínima, abaixo da qual nenhum elétron é arrancado do material. Essa energia mínima está relacionada à estrutura do material e, no caso dos grãos de poeira da superfície lunar, é igual a 8×10^{-19} J.

- C) Determine a frequência mínima f dos fótons da luz solar capazes de extrair elétrons dos grãos de poeira.

Na superfície da Lua, 5×10^5 é o número de fótons por segundo incidindo sobre cada grão de poeira e produzindo emissão de elétrons.

- D) Determine a carga q emitida em 2 s por um grão de poeira, devido ao efeito fotoelétrico, considerando que cada fóton arranque apenas um elétron do grão.



Note e adote:

- Carga do elétron: $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Energia do fóton: $\epsilon = hf$; f é a frequência e $h \approx 6 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ é a constante de Planck.
- Desconsidere as interações entre os grãos e a influência eletrostática dos elétrons liberados.

QUESTÃO 05

(FUVEST 2020 2º FASE) A tomografia por emissão de pósitrons (PET) é uma técnica de imagem por contraste na qual se utilizam marcadores com radionuclídeos emissores de pósitrons. O radionuclídeo mais utilizado em PET é o isótopo 18 do flúor, que decai para um núcleo de oxigênio-18, emitindo um pósitron. O número de isótopos de flúor-18 decai de forma exponencial, com um tempo de meia-vida de aproximadamente 110 minutos.

A imagem obtida pela técnica de PET é decorrente da detecção de dois fótons emitidos em sentidos opostos devido à aniquilação, por um elétron, do pósitron resultante do decaimento. A detecção é feita por um conjunto de detectores montados num arranjo radial. Ao colidir com um dos detectores, o fóton gera cargas no material do detector, as quais, por sua vez, resultam em um sinal elétrico registrado no computador do equipamento de tomografia.

A intensidade do sinal é proporcional ao número de núcleos de flúor-18 existentes no início do processo.

Note e adote:

- O elétron e o pósitron, sua antipartícula, possuem massas iguais e cargas de sinais opostos.
- Relação de Einstein para a energia de repouso de uma partícula: $E = mc^2$.
- Carga do elétron = $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Massa do elétron: $m = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- Velocidade da luz: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
- $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
- “Tempo de meia-vida”: tempo necessário para que o número de núcleos radioativos caia para metade do valor inicial.

A) Após a realização de uma imagem PET, o médico percebeu um problema no funcionamento do equipamento e o reparo durou 3h40min. Calcule a razão entre a intensidade do sinal da imagem obtida após o reparo do equipamento e a da primeira imagem.

B) Calcule a energia de cada fóton gerado pelo processo de aniquilação elétron-pósitron considerando que o pósitron e o elétron estejam praticamente em repouso. Esta é a energia mínima possível para esse fóton.

C) A carga elétrica gerada dentro do material do detector pela absorção do fóton é proporcional à energia desse fóton. Sabendo-se que é necessária a energia de 3 eV para gerar o equivalente à carga de um elétron no material, estime a carga total gerada quando um fóton de energia 600 keV incide no detector.