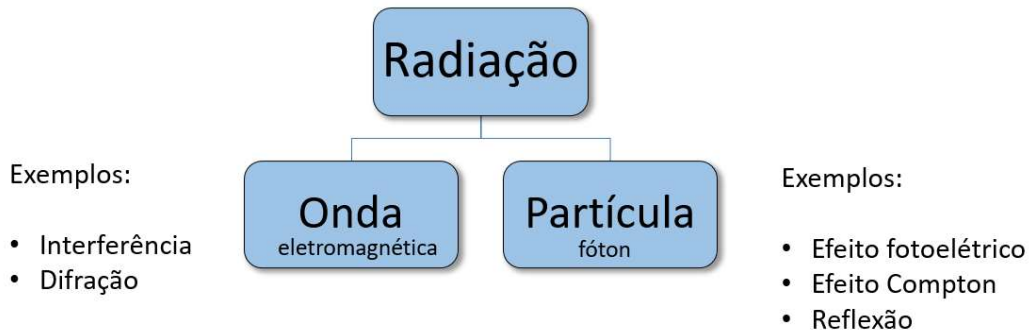


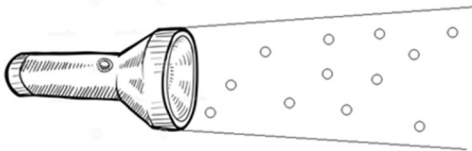
Aula 57 – Noções de Física Quântica: fóton e o efeito fotoelétrico

1. Dualidade onda-partícula



2. Fóton

- Um feixe de radiação pode ser tratado como um conjunto de fótons.



- A energia de cada fóton é dada pela expressão.

$$E = hf$$

- Ainda podemos utilizar a equação fundamental da ondulatória.

$$v = \lambda \cdot f$$

- Se o feixe estiver se propagando no ar ou no vácuo.

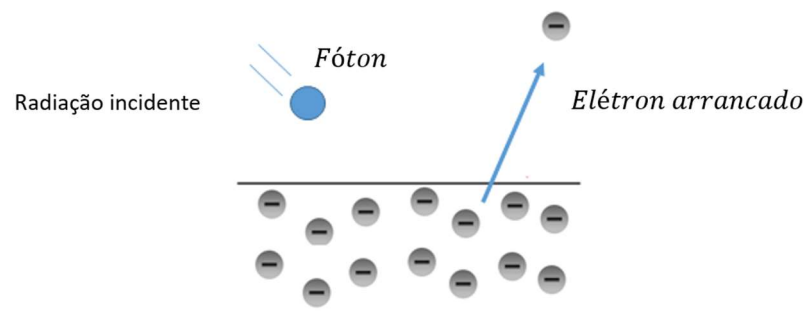
$$v = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Unidades do SI

- E: Energia associada, medida em J
- h: Constante de Planck ($h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$)
- f: frequência da onda, medida em Hz

3. Efeito Fotoelétrico

Ocorre quando radiação incide em uma superfície metálica e arranca elétrons



A teoria quântica de Einstein

- A energia de cada fóton é determinada pela frequência da radiação incidente

$$E_{\text{fóton}} = hf$$

- A energia cinética do elétron ($E_{c \text{ elétron}}$) arrancado é dada pela relação

$$E_{c \text{ elétron}} = E_{\text{fóton}} - W$$

$$E_{c \text{ elétron}} = hf - W$$

Energia cinética do elétron ejetado

Energia do fóton incidente

Energia necessária para arrancar um elétron (função trabalho)

- Um elétron absorve apenas um fóton.
- O elétron é emitido de maneira instantânea.
- Se a energia do fóton incidente ($E_{\text{fóton}}$) for menor do a energia necessária para arrancar um elétron (W), o elétron não é arrancado.

Frequência de corte (f_0)

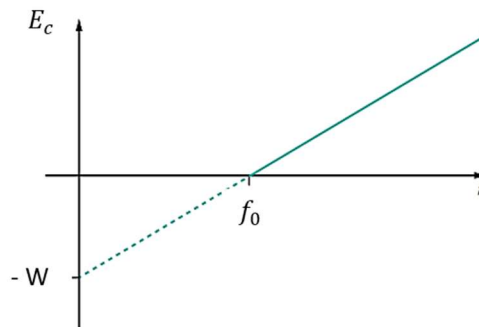
- Frequência mínima para ocorrer o Efeito Fotoelétrico
- Nesse caso o fóton tem energia suficiente apenas para arrancar um elétron, sem sobra.
- O elétron é ejetado com $E_{c \text{ elétron}} = 0$.

$$E_{c \text{ elétron}} = E_{\text{fóton}} - W$$

$$0 = E_{\text{fóton}} - W$$

$$E_{\text{fóton}} = W$$

$$h \cdot f_0 = W \rightarrow \boxed{f_0 = \frac{W}{h}}$$



Exercício

1. (Fuvest) Em um laboratório de física, estudantes fazem um experimento em que radiação eletromagnética de comprimento de onda $\lambda = 300 \text{ nm}$ 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 $E = h f$, sendo h a constante de Planck e f a frequência da radiação. Determine

- a frequência f da radiação incidente na placa de sódio;
- a energia E de um fóton dessa radiação;
- a energia cinética máxima E_c de um elétron que escapa da placa de sódio;
- 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: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

$h = 4 \cdot 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$.

W (sódio) = 2,3 eV.

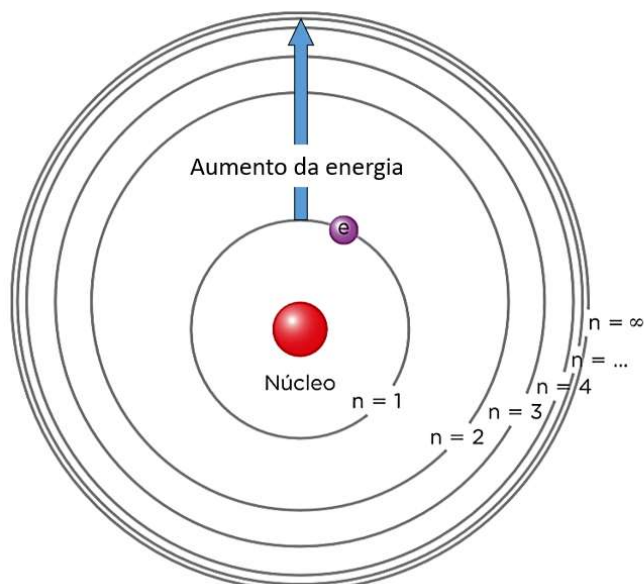
$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Respostas

1. a) $f = 10^{15} \text{ Hz}$ b) $E_{\text{fóton}} = 4 \text{ eV} = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ c) $E_c = 1,7 \text{ eV} = 2,72 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ d) $f_0 = 5,75 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

Aula 57 – Noções de Física Quântica: o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio

O modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio



- O nível de energia depende da localização do elétron em determinada camada.
- A energia associada ao elétron é descrita pela equação:

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

- A primeira camada (estado fundamental) corresponde à menor energia possível (estado não excitado).

Saltos quânticos

- Quando o átomo é excitado (recebe energia), salta para uma camada de maior energia (maior n).
- Quando o elétron salta de volta para uma camada de menor energia, ocorre a “devolução” da energia recebida.
- A “devolução” pode ocorrer de maneira integral ou parcial.
- A energia é devolvida por meio da emissão de um fóton.
- A energia do fóton emitido pode ser calculada pela expressão:

$$E_{devolvida} = E_{fóton\ emitido} = E_{n\ maior} - E_{n\ menor}$$

$$E_{fóton} = hf$$

Calcule:

- As energias dos três primeiros níveis, em eV.
- A energia do fóton emitido na transição A, em eV.
- A frequência da radiação emitida na transição A, em Hz
- O comprimento de onda da radiação emitida, em m.

Dados:

- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- $h = 4 \cdot 10^{-1} \text{ eV} \cdot \text{s}$

