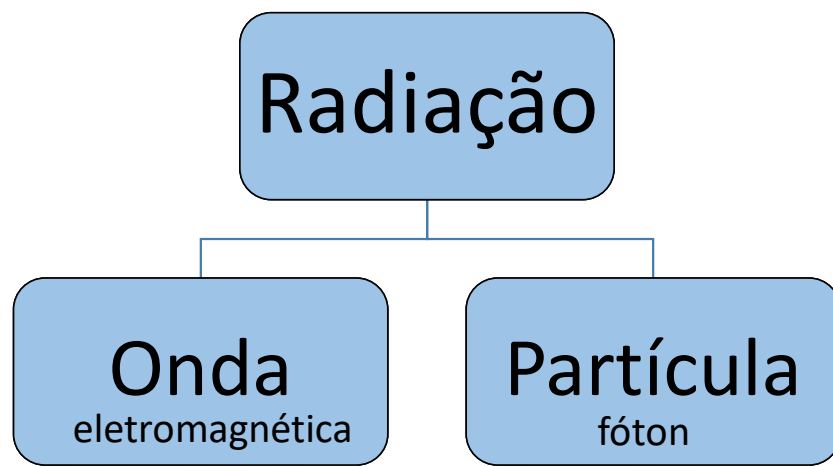


Aula 57- Noções de Física Quântica: fóton e o efeito fotoelétrico

Apresentação, orientação e tarefa: fisicasp.com.br

Professor Caio – Física

1. Dualidade onda-partícula



Exemplos:

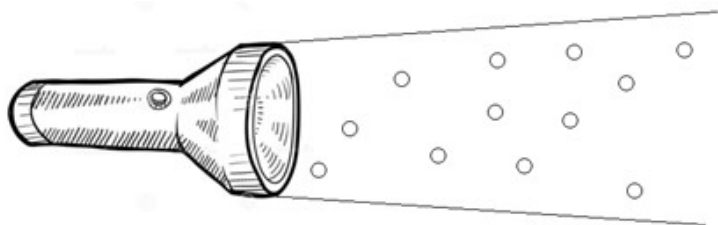
- Interferência
- Difração

Exemplos:

- Efeito fotoelétrico
- Efeito Compton
- Reflexão

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

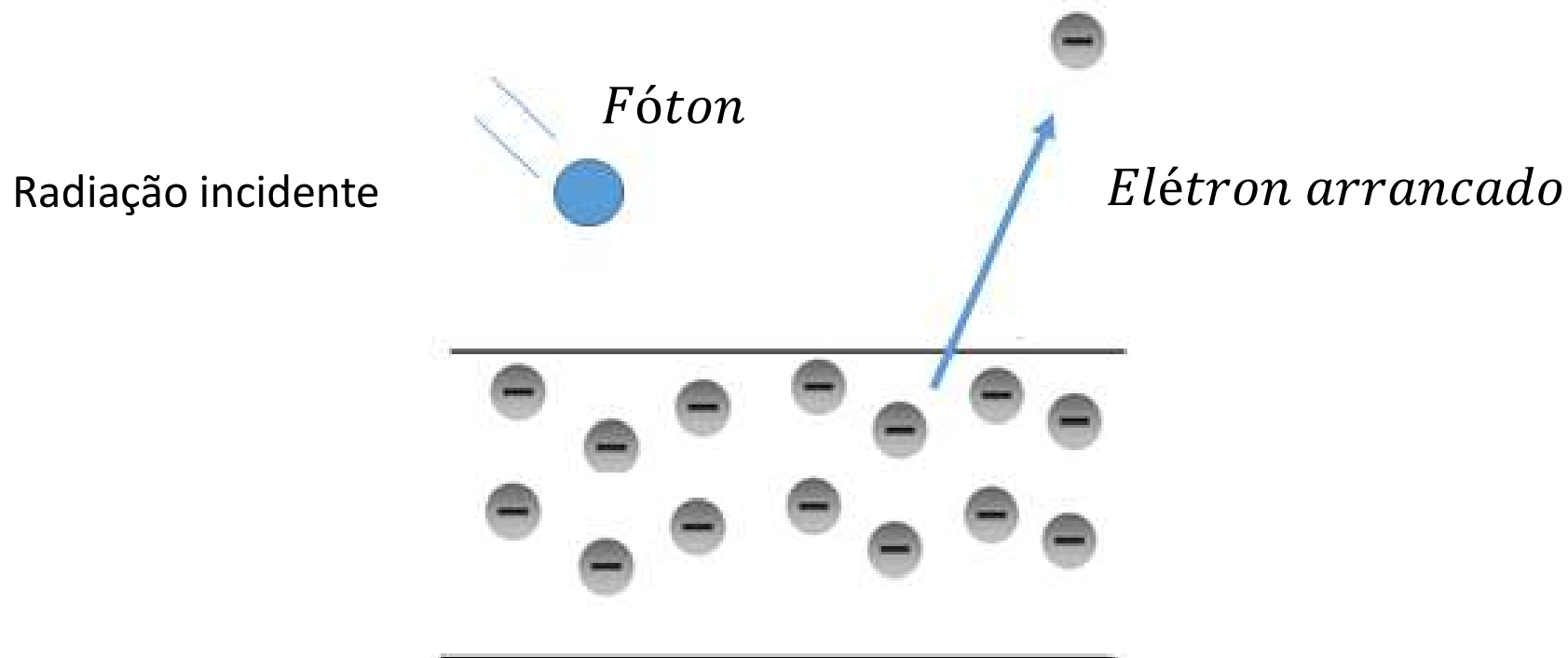
- E: Energia associada, medida em J
- h: Constante de Planck ($h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)
- f: frequência da onda, medida em Hz

Efeito Fotoelétrico

https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=pt_BR

3. Efeito fotoelétrico

- Ocorre quando radiação incide em uma superfície metálica e arranca elétrons.



3. Efeito fotoelétrico

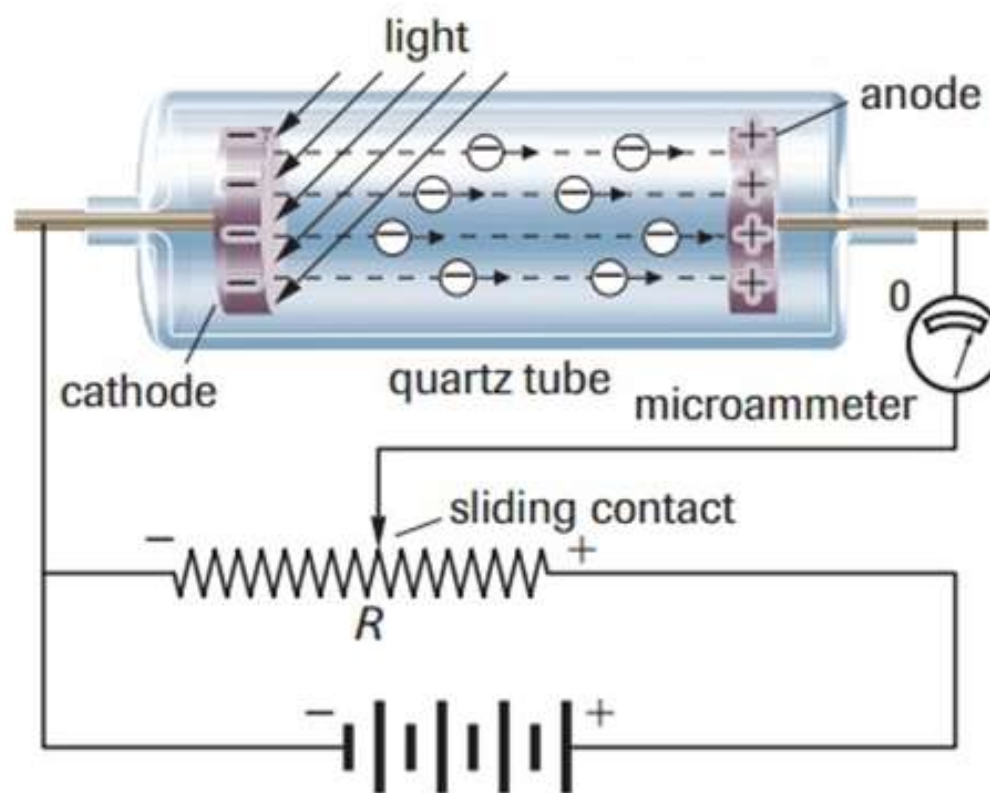
Foi descoberto em 1887 pelo alemão Heinrich Hertz.

Hertz descobriu que uma descarga elétrica entre dois eletrodos ocorre mais facilmente quando luz ultravioleta incide sobre um deles.



3. Efeito fotoelétrico

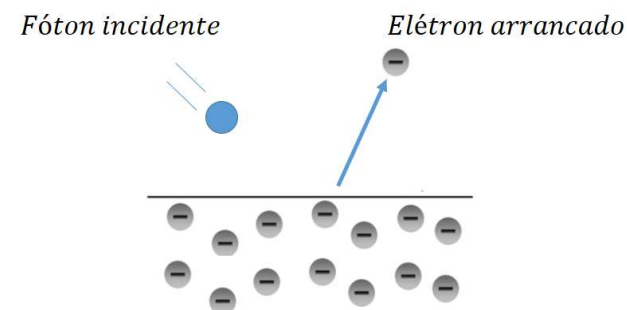
Em 1914 Robert Milikan estudou o efeito Fotoelétrico e recebeu o prêmio Nobel em 1923.



3. Efeito fotoelétrico: a teoria quântica de Einstein (1905 e Prêmio Nobel em 1921)

- A energia do fóton incidente é dada por

$$E_{fóton} = hf$$



- A energia cinética do elétron ($E_{c\ elétron}$) ejetado é calculada pela diferença entre a energia do fóton incidente ($E_{fóton}$) e o trabalho realizado para retirar o elétron do material (W).

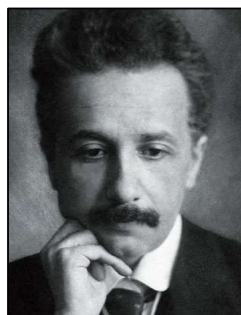
$$E_{c\ elétron} = E_{fóton} - W$$

$$E_{c\ elétron} = hf - W$$

Energia cinética do elétron ejetado

Energia do fóton incidente

Energia necessária para arrancar um elétron (função trabalho)



3. Efeito fotoelétrico: a teoria quântica de Einstein (1905 e Prêmio Nobel em 1921)

- Um elétron absorve apenas um fóton.
- O elétron é emitido de maneira instantânea.
- Se a energia do fóton incidente ($E_{fóton}$) 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 $E_c \text{ elétron} = 0$.

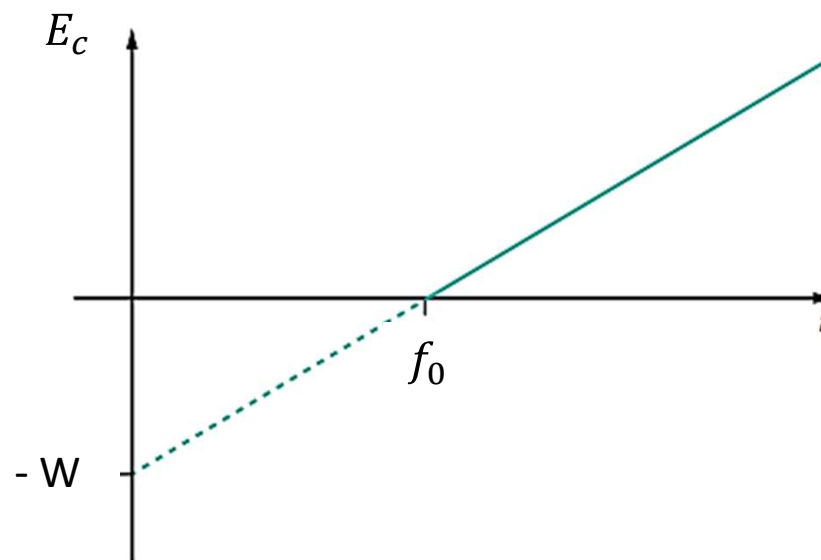
$$E_c \text{ elétron} = E_{\text{fóton}} - W$$

$$0 = E_{\text{fóton}} - W$$

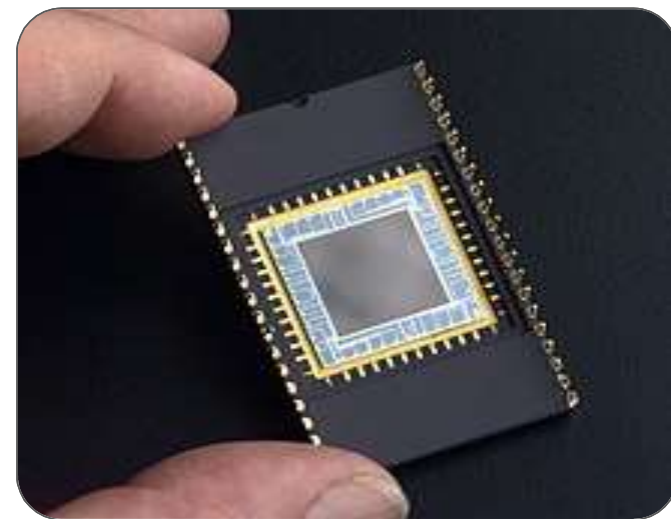
$$E_{\text{fóton}} = W$$

$$h \cdot f_0 = W \quad \rightarrow$$

$$f_0 = \frac{W}{h}$$



4. Aplicações do Efeito Fotoelétrico: dispositivo de carga acoplada

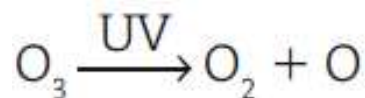


4. Aplicações do Efeito Fotoelétrico: dispositivo de carga acoplada



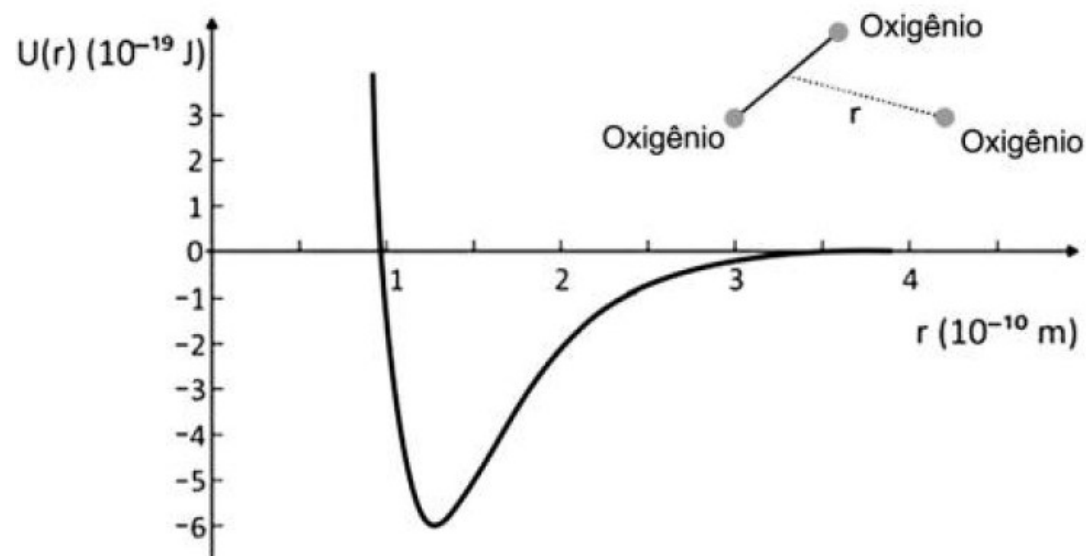
Exercícios

1. (Fuvest-SP – Adaptada) Na estratosfera, há um ciclo constante de criação e destruição do ozônio. A equação que representa a destruição do ozônio pela ação da luz ultravioleta solar (UV) é



Note e adote:

- $E = hf$
- E é a energia do fóton.
- f é a frequência da luz.
- Constante de Planck, $h = 6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- A energia potencial $U(r)$ quando a molécula quebra é zero.



O gráfico representa a energia potencial de ligação entre um dos átomos de oxigênio que constitui a molécula de O_3 e os outros dois, como função da distância de separação r .

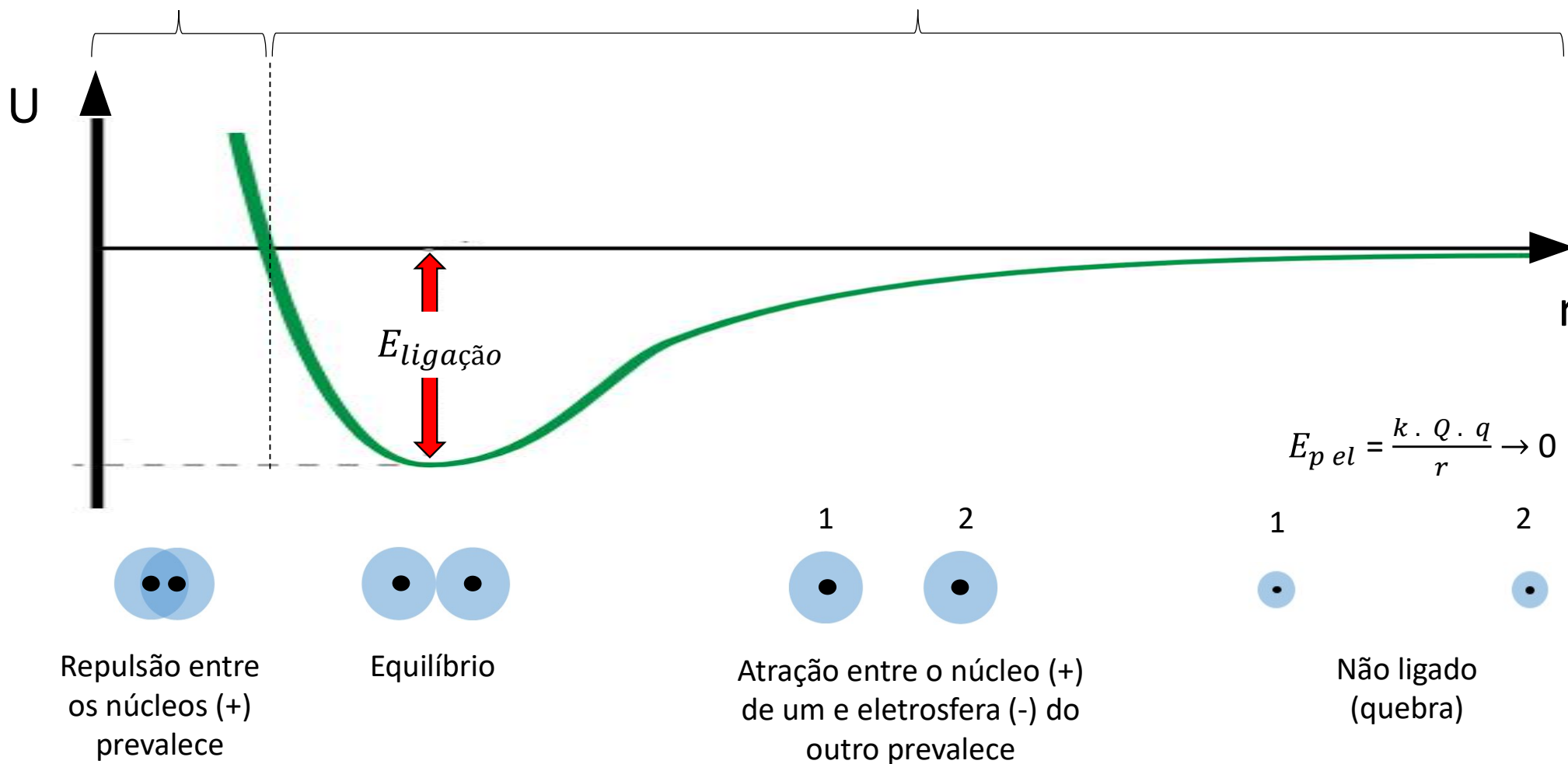
A frequência dos fótons da luz ultravioleta que corresponde à energia de quebra de uma ligação da molécula de ozônio para formar uma molécula de O_2 e um átomo de oxigênio é, aproximadamente,

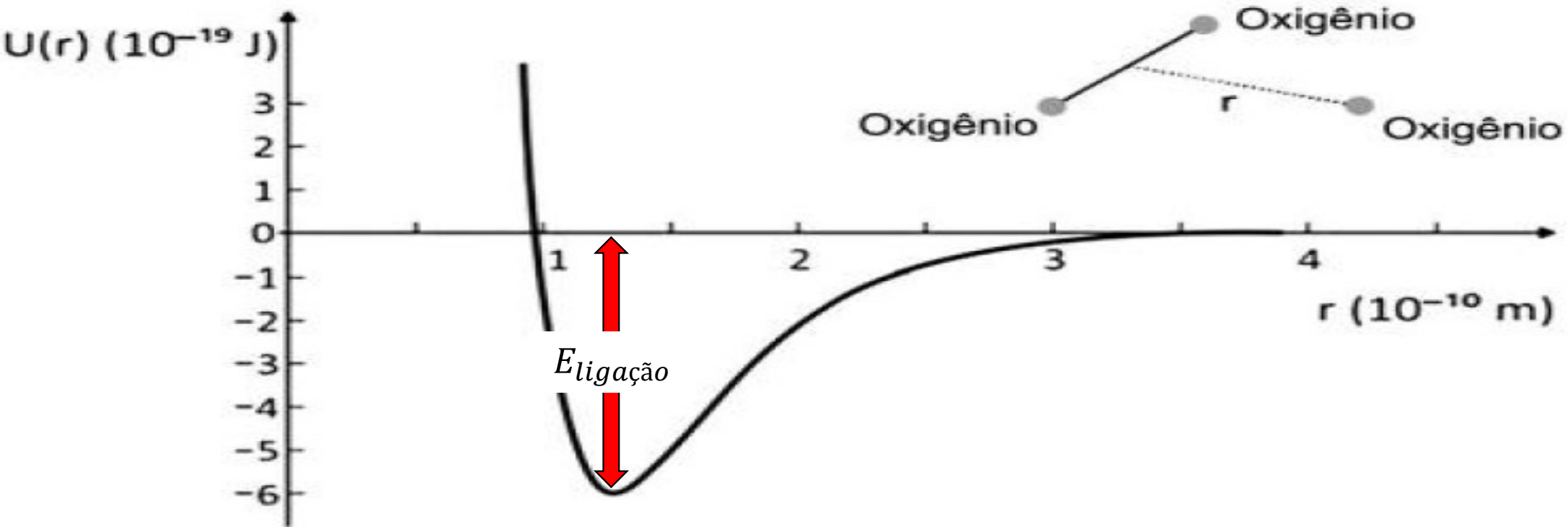
- a) $1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ b) $2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ c) $3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ d) $4 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ e) $5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

Energia de ligação da molécula de H_2

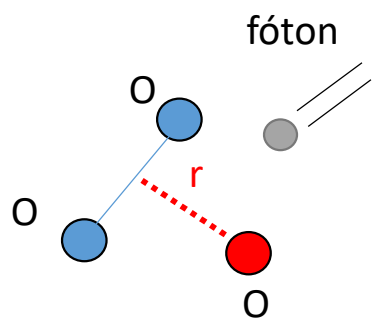
$$E_{p\ el} = \frac{k \cdot (+Q) \cdot (+q)}{r}$$

$$E_{p\ el} = \frac{k \cdot (+Q) \cdot (-q)}{r}$$

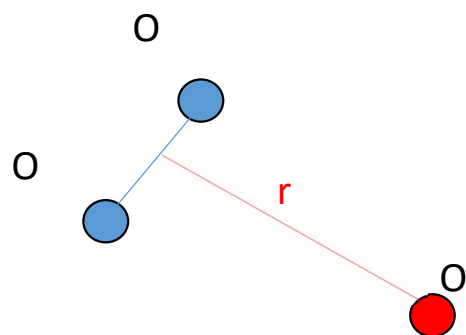




Antes



Depois



$$E_{\text{fóton}} = E_{\text{ligação}}$$

$$h \cdot f = E_{\text{ligação}}$$

~~$$6 \cdot 10^{-3} \cdot f = 6 \cdot 10^{-19}$$~~

$$f = \frac{10^{-19}}{10^{-34}} = 10^{15} \text{ Hz}$$

Alternativa A