

Universidade Federal Fluminense
Instituto de Física
Física IV

Quantização

Daniel

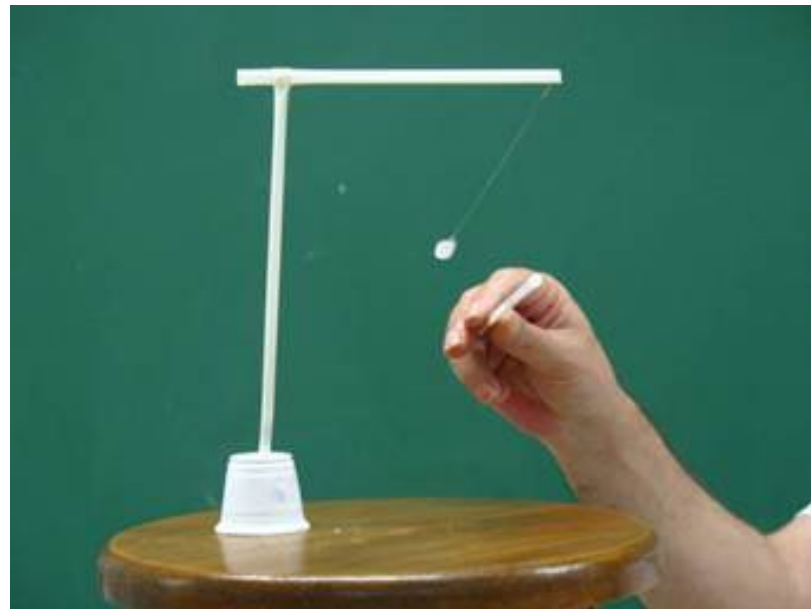
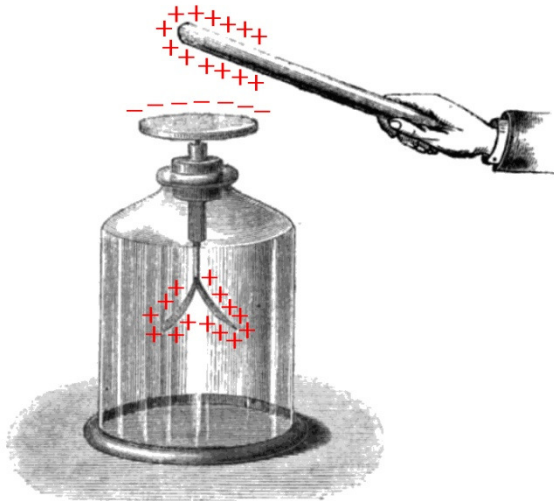
Niterói, 22 de Maio de 2013

O efeito fotoelétrico

Em 1886, Heinrich Hertz demonstrou que ondas eletromagnéticas poderiam ser geradas artificialmente.

Acidentalmente: um eletroscópio negativamente carregado podia ser descarregado por incidência de luz ultravioleta.

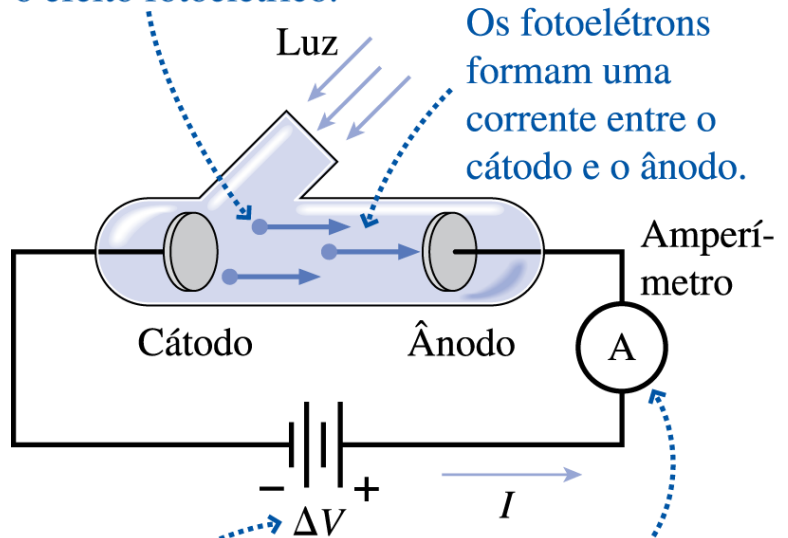
Em 1899 Thomson concluiu que as cargas elétricas que estavam sendo emitidas eram elétrons:



Efeito Fotoelétrico

Efeito fotoelétrico: emissão de elétrons por uma substância devido a incidência de luz em uma superfície.

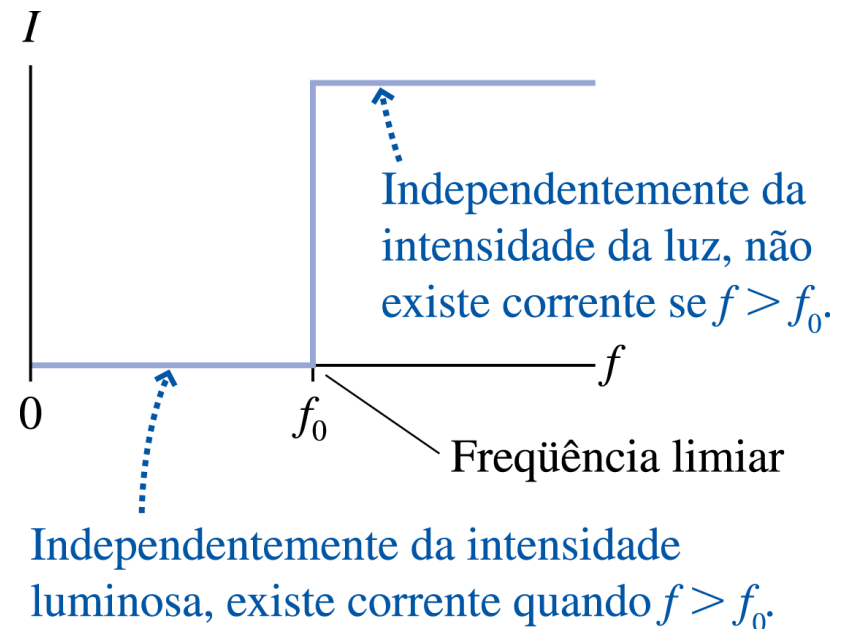
A luz ultravioleta faz o cátodo metálico emitir elétrons. Esse é o efeito fotoelétrico.



A diferença de potencial pode ser alterada ou invertida.

A corrente pode ser medida enquanto a diferença de potencial, a frequência da luz e a intensidade luminosa são variadas.

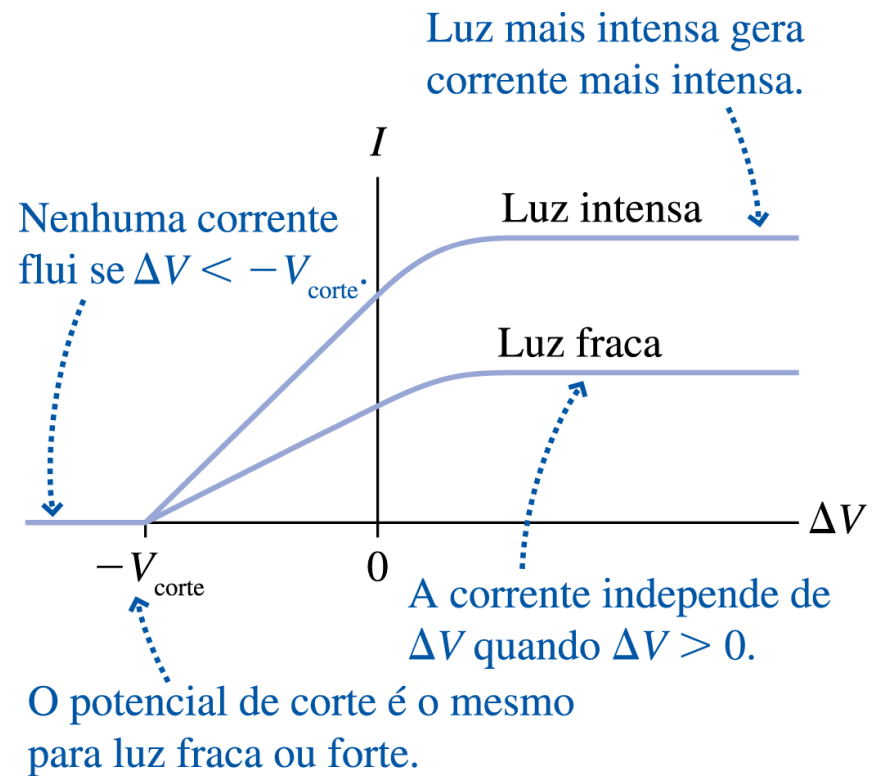
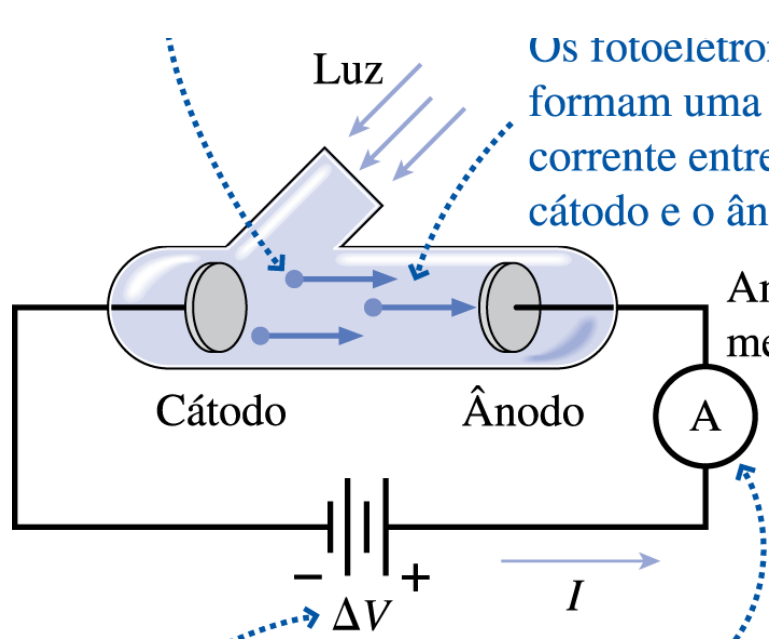
O experimento ao lado foi concebido por um estudante de Hertz (1900) Phillip Lenard. Já se tinha bombas de vácuo capaz de diminuir significativamente a pressão no tubo ao lado.



Efeito Fotoelétrico

Variando a diferença de potencial da fonte

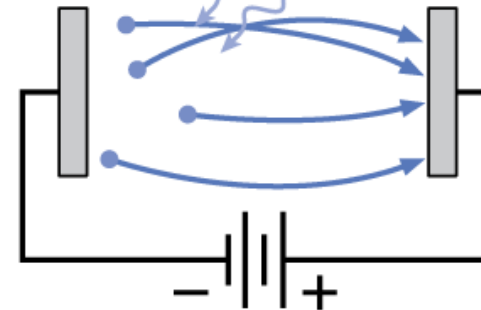
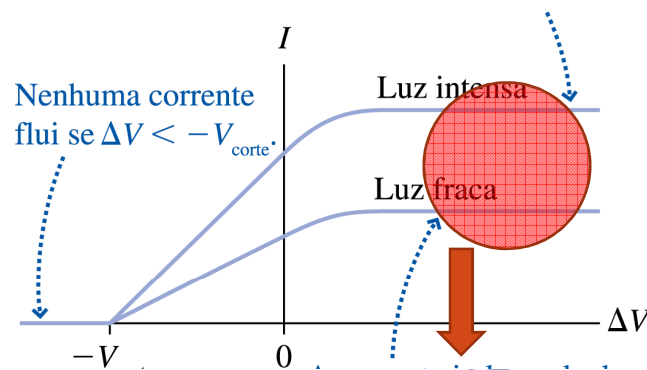
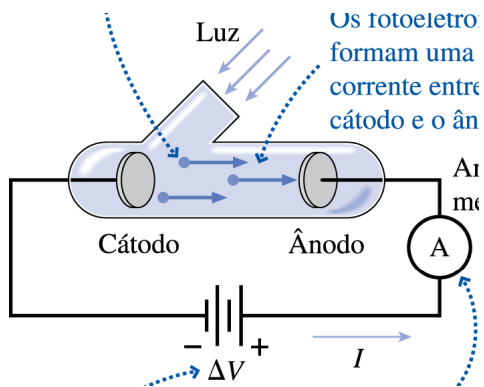
A física clássica não explica as observações deste experimento simples.



Efeito Fotoelétrico

Variando a diferença de potencial da fonte

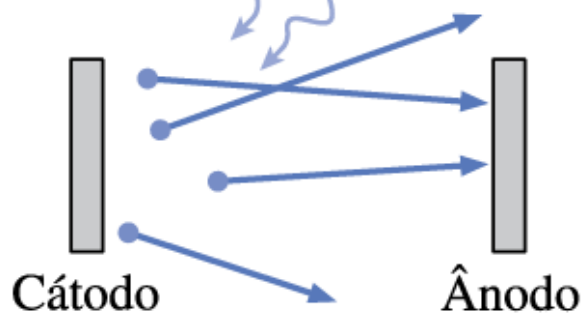
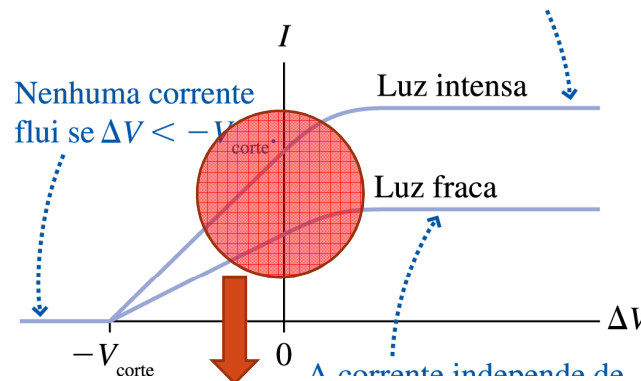
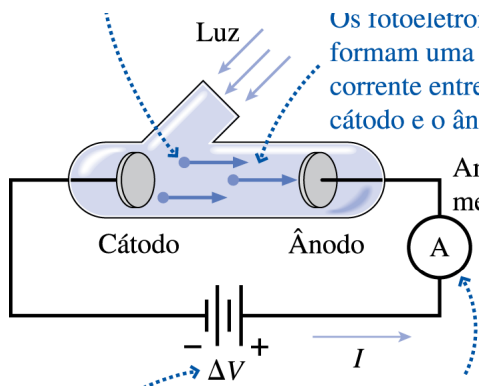
Potencial positivo.



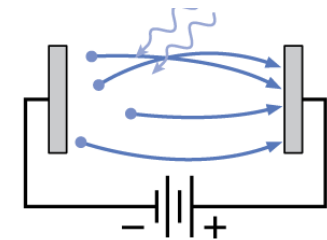
Efeito Fotoelétrico

Variando a diferença de potencial da fonte

Diferença de Potencial = 0



$\Delta V = 0$: os fotoelétrons deixam o cátodo em todas as direções. Poucos deles chegam ao ânodo.

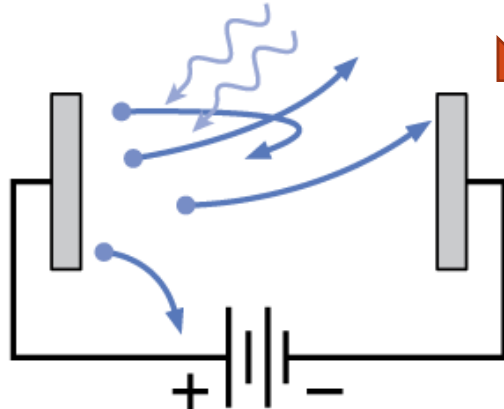
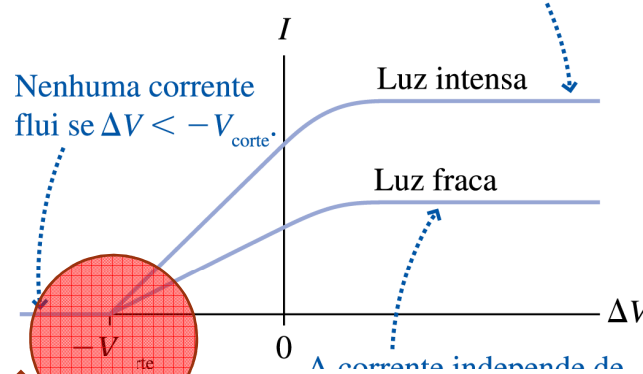
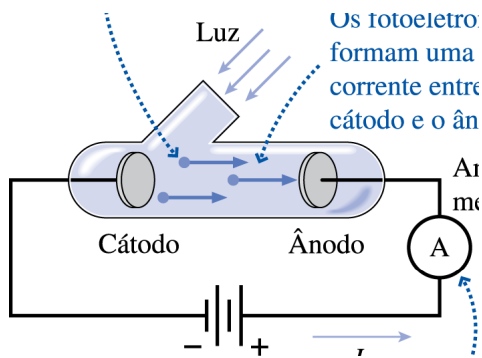


$\Delta V > 0$: um ânodo positivo atrai todos os fotoelétrons para si.

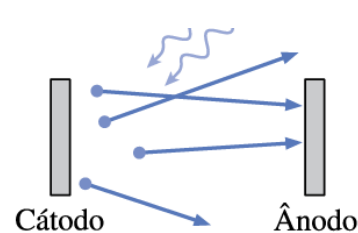
Efeito Fotoelétrico

Variando a diferença de potencial da fonte

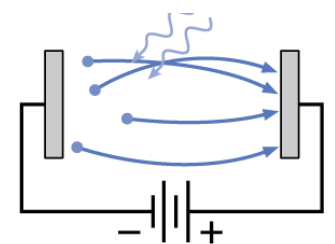
Potencial Negativo



$\Delta V < 0$: um ânodo negativo repele os elétrons. Apenas os mais rápidos conseguem chegar ao ânodo.



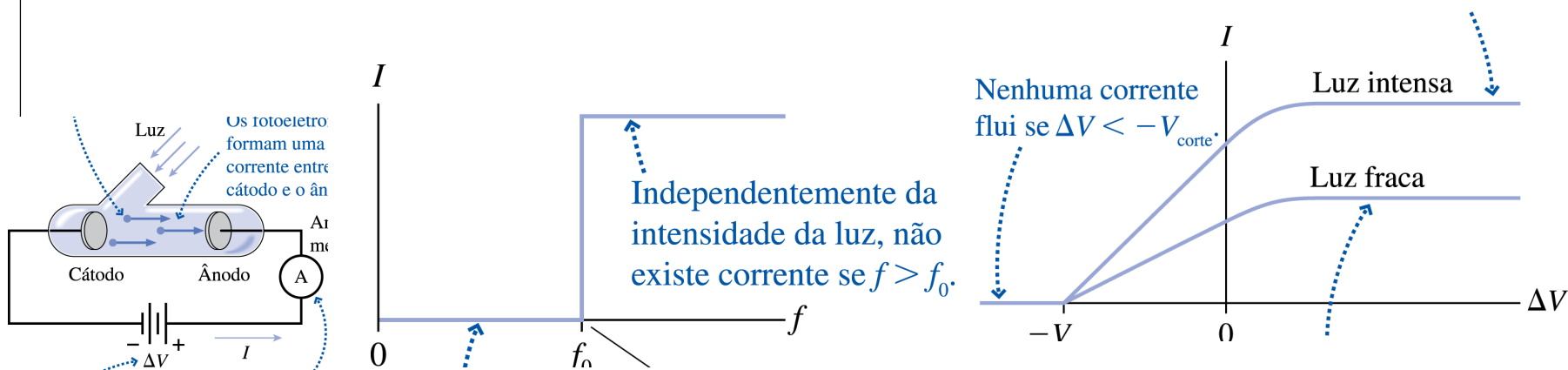
$\Delta V = 0$: os fotoelétrons deixam o cátodo em todas as direções. Poucos deles chegam ao ânodo.



Efeito Fotoelétrico

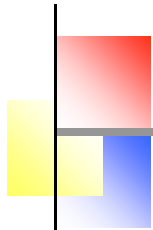
Principais conclusões de Lenard

- 1) A corrente I é diretamente proporcional à intensidade de luz.
- 2) A corrente I surge imediatamente quando a luz incide.
- 3) Fotoelétrons são emitidos apenas se a freq. da luz for maior que f_0 .
- 4) O valor de f_0 depende do material que constitui o cátodo.
- 5) ΔV positivo a corrente é constante. ΔV negativo, a corrente decresce até 0 A no potencial de corte (V_{corte}).
- 6) O V_{corte} independe da Intensidade da luz. A corrente depende da intensidade.



$$K_{\text{max}} = E_{\text{elétron}} - E_0 \quad - \quad K_f = K_i + e \Delta V \quad - \quad E_{\text{elétron}} \cong I \Delta t A \text{ (clássico)}$$

Efeito Fotoelétrico



Como explicar classicamente

- 1)
- 2) A corrente I surge imediatamente quando a luz incide.
- 3)
- 4)
- 5)
- 6) O V_{corte} independe da Intensidade da luz. A corrente depende da intensidade.

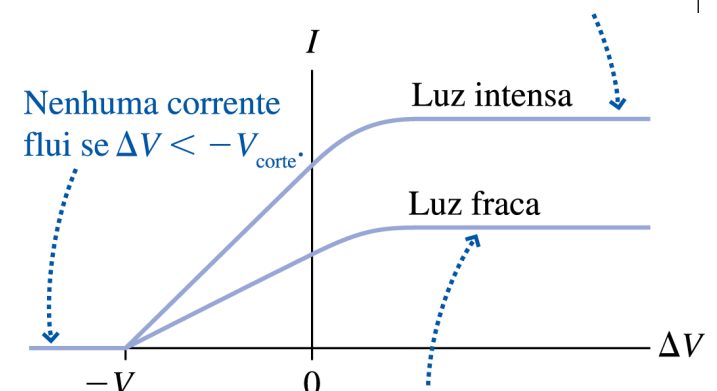
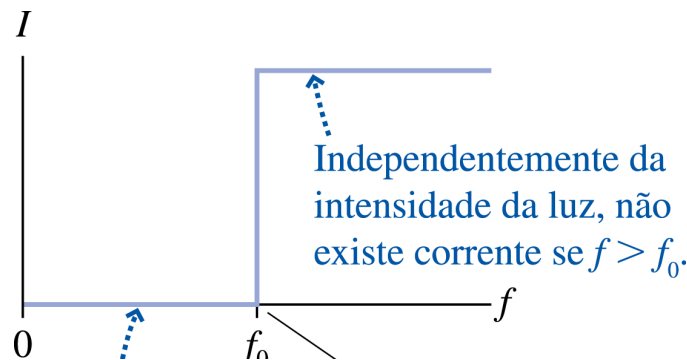
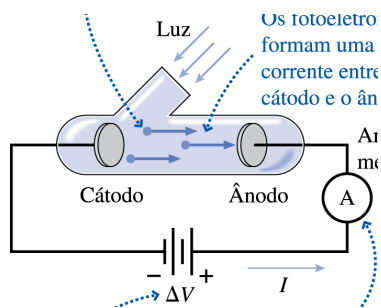
Postulados de Einstein

- 1) A luz de frequência f consiste em quanta discretos, $E = hf$. Com o v do fóton igual a velocidade da luz.
- 2) Os quanta de luz são emitidos ou absorvidos integralmente. Podem emitir 1, 2 e 3 quanta, mas não 1,5 quantum.
- 3) Um quanta da luz, quando absorvido pelo metal, transfere a totalidade de sua energia a um único elétron.

Efeito Fotoelétrico

Implicações dos Postulados de Einstein

- 1) A luz de frequência f consiste em quanta discretos, $E = hf$. Com o v do fóton igual a velocidade da luz.
- 2) Uma iluminação mais intensa transfere maior quantidade de quanta e portanto, mais elétrons são ejetados: Corrente aumenta com Intens.
- 3) O potencial de corte não depende da Intensidade da luz.
- 4) O quantum de luz é absorvido instantaneamente, não há atraso.

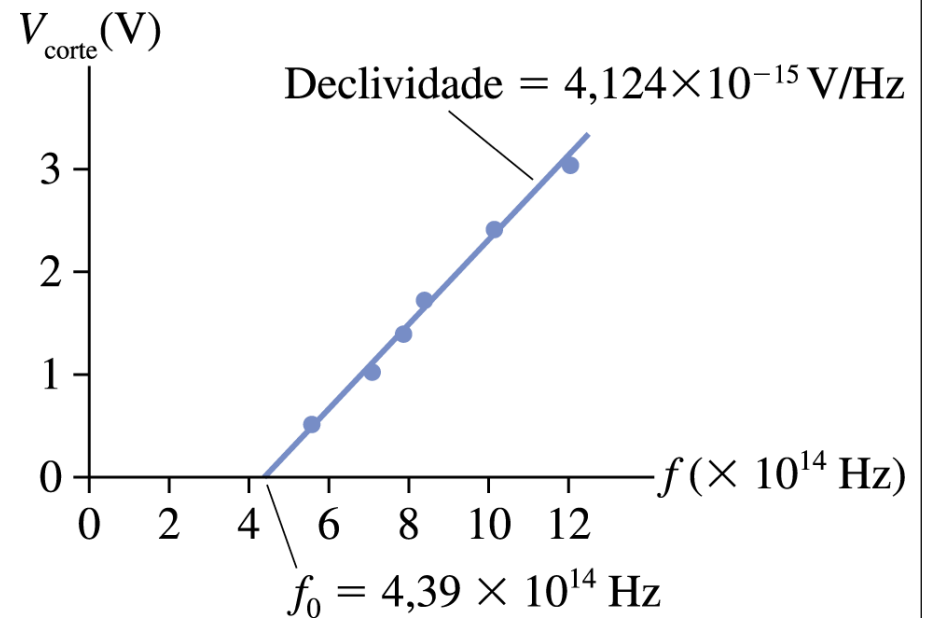
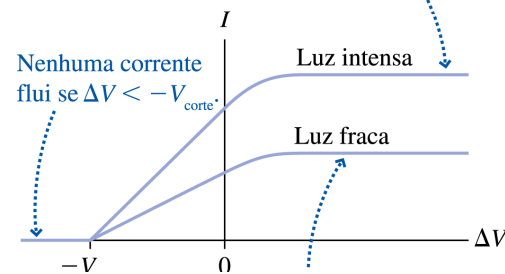
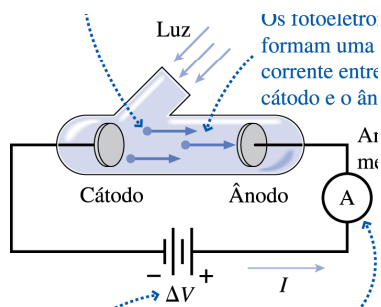


$$K_{\max} = hf - E_0 \quad - \quad V_{\text{corte}} = (hf - E_0)/e \quad - \quad E_{\text{elétron}} = hf \text{ (quântico)}$$

Efeito Fotoelétrico

Implicações dos Postulados de Einstein

Alguns dos dados de Millikan para um cátodo de cézio:



$$V_{\text{corte}} = (f - f_0)h/e$$