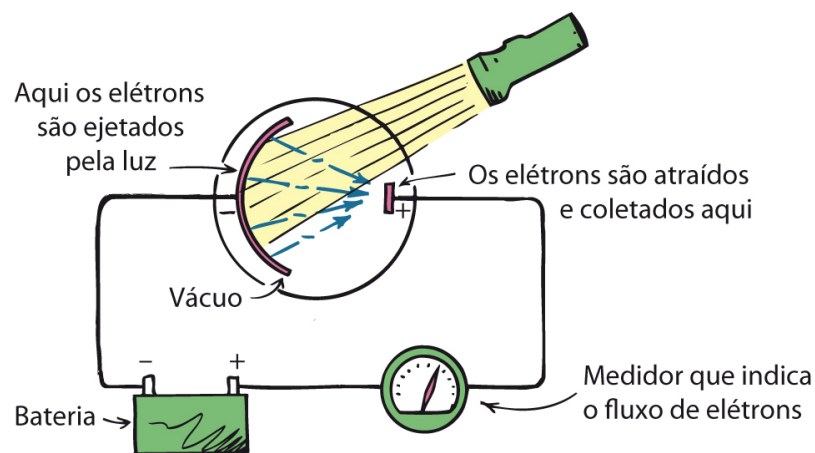




EFEITO FOTOELÉTRICO

No período final do século XIX, vários pesquisadores notaram que a luz era capaz de ejetar elétrons de diversas superfícies metálicas. Esse fenômeno é o **efeito fotoelétrico**.

O efeito fotoelétrico é esquematizado a seguir:



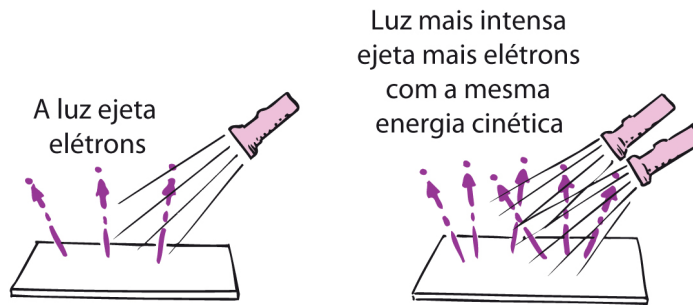
A luz que incide sobre uma superfície metálica, fotossensível e negativamente eletrizada, libera elétrons. Estes elétrons são atraídos pela placa positiva e produzem uma corrente elétrica mensurável. Se, ao invés disso, eletrizarmos essa segunda placa com uma carga negativa de valor suficiente para que ela consiga repelir os elétrons ejetados, a corrente pode ser interrompida. Podemos, então, calcular as energias dos elétrons ejetados, a partir da diferença de potencial entre as placas.

A ejeção de elétrons podia ser explicada pela física clássica, que considera a luz incidente como ondas luminosas fazendo um elétron oscilar com amplitudes cada vez maiores, até que finalmente ele se liberta da superfície do metal, da mesma forma como as moléculas de água se libertam da superfície da água quente. Para uma fonte de luz fraca, deveria levar um tempo considerável até ela ceder energia suficiente aos elétrons para que eles sejam ejetados da superfície do metal. Ao invés disso, descobriu-se que os elétrons eram ejetados imediatamente após a luz ser ligada – mas não em um número tão grande como no caso de uma fonte luminosa intensa. Um exame cuidadoso do efeito fotoelétrico levou a várias observações completamente contrárias à visão ondulatória clássica:

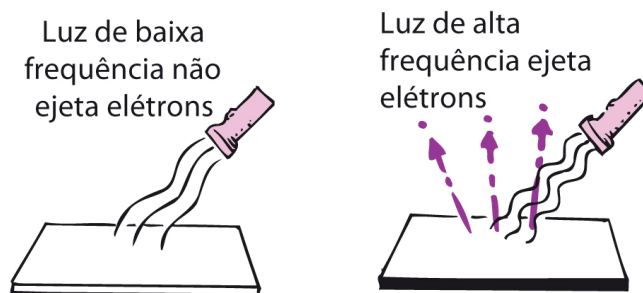
- O tempo de atraso entre o momento em que a luz é ligada e a ejeção dos primeiros elétrons não era afetado pela intensidade ou pela frequência da luz.



- ▶ O efeito era facilmente observado usando-se luz violeta ou ultravioleta, mas não quando se usava luz vermelha.
- ▶ A taxa com a qual os elétrons eram ejetados era proporcional à intensidade da luz.
- ▶ A energia máxima dos elétrons ejetados não era afetada pela intensidade da luz. Entretanto, havia indicações de que a energia dos elétrons realmente dependia da frequência da luz.



Quanto mais intensa for a luz, mais elétrons ela consegue arrancar da superfície do metal. Isto não está relacionado ao tempo de retardo da ejeção do elétron, pois ele é ejetado imediatamente, independente da intensidade da luz. Está relacionado à quantidade de elétrons ejetados. Outro detalhe é que a velocidade da ejeção dos elétrons é a mesma, não importando a intensidade da luz.



O efeito fotoelétrico sugere que a luz seja formada por partículas (os fótons, como vimos anteriormente). Os elétrons são mantidos em um metal por forças elétricas atrativas.

É necessária uma energia mínima, chamada de **função trabalho (W)** para que um elétron deixe a superfície do metal. Um fóton de baixa frequência, com energia menor do que W, não produzirá ejeção de elétrons. Somente um fóton com energia maior do que W produzirá o efeito fotoelétrico. Dessa maneira, a energia do fóton incidente terá de ser igual à energia cinética do elétron ejetado mais a energia necessária para ele sair do metal, W.

O efeito fotoelétrico foi estudado por Albert Einstein, que lhe proporcionou o prêmio Nobel em 1921. Esse efeito é descrito algebricamente da seguinte forma:

$$E = W + E_{C\text{máx}}$$



Em que:

- ▶ $E = h \cdot f$. Para os exercícios, utilize $f = c/\lambda$, em que c é a velocidade da luz, cujo valor é 3×10^8 m/s;
- ▶ W é a função trabalho, ou seja, a energia mínima exigida para remover um elétron de sua ligação atômica. A função trabalho também pode ser representada pela letra grega Φ ;
- ▶ $E_{C_{\text{máx}}}$ é a energia cinética máxima dos elétrons expelidos.

Atenção para a unidade de energia: é comum, além de utilizar joules (J) para a energia, utilizar elétron-volt (eV). 1 elétron-volt corresponde a $1,602 \times 10^{-19}$ J.

FUNÇÃO TRABALHO DE METAIS

Os metais possuem diferentes valores para a energia mínima (função trabalho) necessária para remover um elétron. Na tabela abaixo, seguem alguns valores de função trabalho:

METAL	FUNÇÃO TRABALHO (EV)
ALUMÍNIO	4,08
BERÍLIO	5,0
COBALTO	5,0
OURO	5,1
FERRO	4,5
PLATINA	6,35
ZINCO	4,3

O efeito fotoelétrico prova que a luz possui propriedades **corpúsculares**. Não podemos conceber o efeito fotoelétrico em termos de ondas. Por outro lado, já vimos que o fenômeno da interferência demonstra convincentemente que a luz possui propriedades **ondulatórias**. Não podemos conceber a interferência em termos de partículas.

Na física clássica, isso parece ser, e é, contraditório. Do ponto de vista da física quântica, a luz possui propriedades que lembram ambas. Ela é “exatamente como uma onda” ou “exatamente como uma partícula”, dependendo do experimento particular que é realizado. Dessa maneira, concebemos a luz de ambos os pontos de vista, como uma **onda-partícula**.

