

Laboratório de Física Moderna

Efeito Fotoelétrico

Aula 03

Marcelo Gameiro Munhoz
munhoz@if.usp.br

Nossa proposta para este trabalho

- 1º Passo: verificar as observações de Lenard
- 2º passo: verificar a previsão de Einstein

1º Passo: verificar as observações de Lenard

- A partir dessas medidas, verificar se a corrente é proporcional à intensidade de luz:
 - para uma determinada frequência de luz incidente e um valor fixo de tensão, o que acontece com a corrente quando diferentes atenuadores são utilizados?
- E verificar se a energia cinética dos elétrons aumenta com a frequência da luz incidente:
 - qual o valor da tensão que zera a corrente do circuito para diferentes frequências de luz?

2º passo: verificar a previsão de Einstein

- Medir a corrente em função da tensão para extrair, de maneira mais precisa, o valor da tensão que zera a corrente (V_0) para cada frequência de luz (ν)
- Verificar se V_0 é linearmente proporcional a ν
- Medir a constante de proporcionalidade e verificar se é compatível com a constante de Planck ($V_0 = h/e \cdot \nu - \phi$)

Análise dos dados

- Como extrair de maneira rigorosa o valor de V_0 dos dados?
- Como avaliar a incerteza dessa medida?
- Uma vez obtidos os valores de V_0 para cada frequência ν , verificar o comportamento de $V_0 \times \nu$ e, se possível, extrair o valor da constante de Planck h
- Avaliar o valor de h obtido. **Considerando-se as incertezas**, o que podemos concluir sobre as previsões de Herr Einstein?

Como extrair de maneira rigorosa o valor de V_0 dos dados?

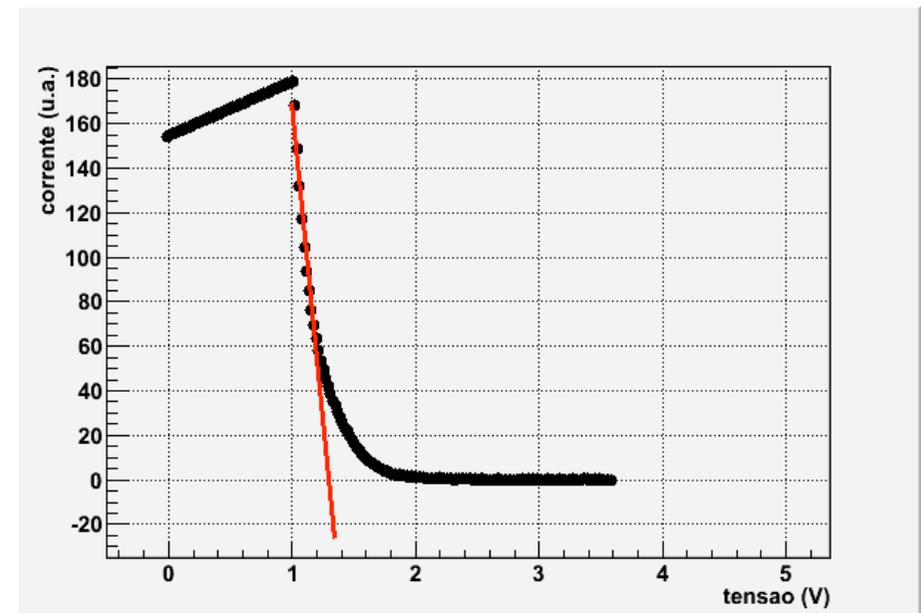
- Considerar as incertezas da corrente (i) e da tensão (V). Como podemos avaliar as incertezas dessas medidas? O que devemos levar em consideração?
- Criar um método (um procedimento) para extrair V_0 dos gráficos de $i \times V$, considerando todos os fatores presentes nas medidas
- É importante considerar o efeito da temperatura? E das correntes de fundo? Podemos apenas ignorá-las?

Como extrair de maneira rigorosa o valor de V_0 dos dados?

- Uma sugestão:
 - subtrair as correntes de fundo (verificar se **realmente** elas foram eliminadas dos dados)

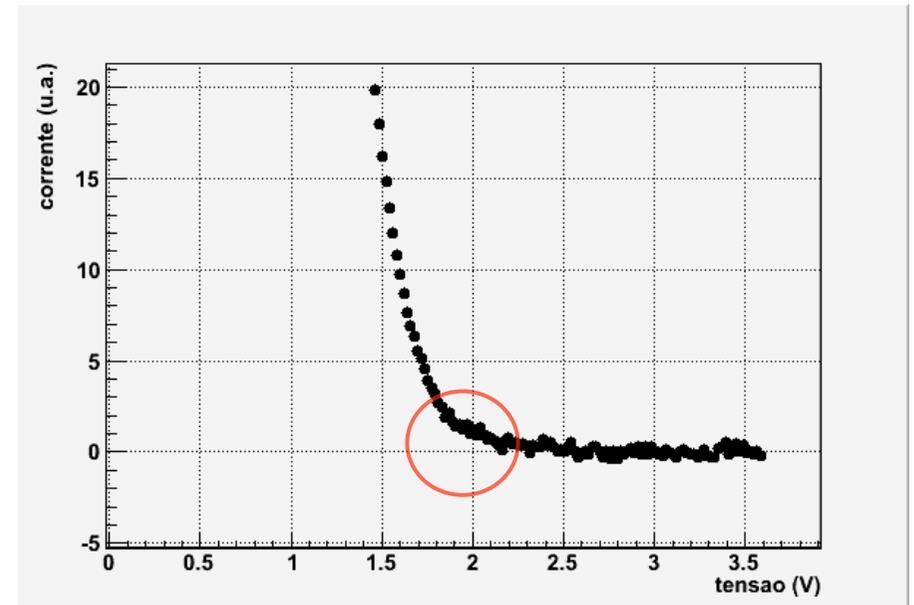
Como extrair de maneira rigorosa o valor de V_0 dos dados?

- Uma sugestão:
 - subtrair as correntes de fundo (verificar se **realmente** elas foram eliminadas dos dados)
 - ajustar uma reta aos pontos que apresentam um comportamento linear
 - extrapolar a mesma para o eixo-x a fim de identificar o valor de V_0
- Por que este método é válido?



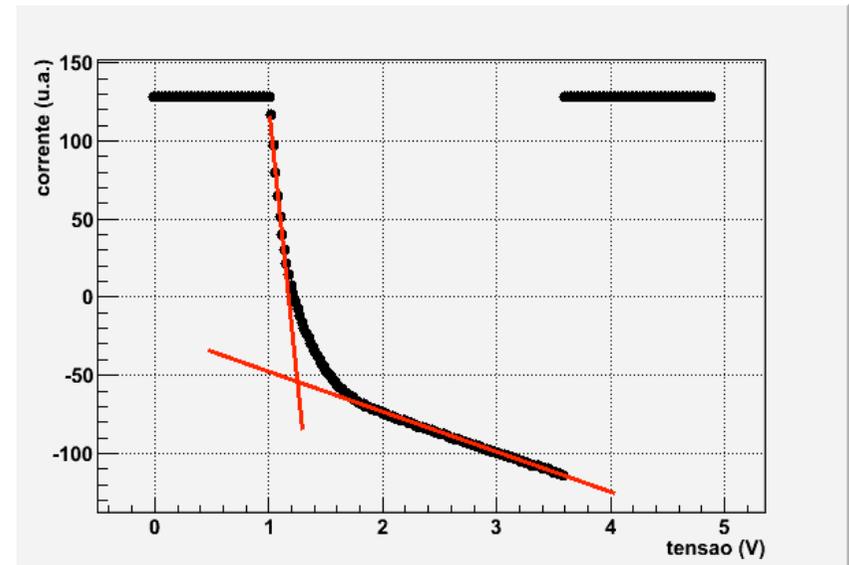
Como extrair de maneira rigorosa o valor de V_0 dos dados?

- Outra sugestão:
 - após subtrair as correntes de fundo (verificar se **realmente** elas foram eliminadas dos dados), encontrar o valor no eixo-x onde a corrente deixa de ser nula (ou negativa)
- Por que este método é válido?



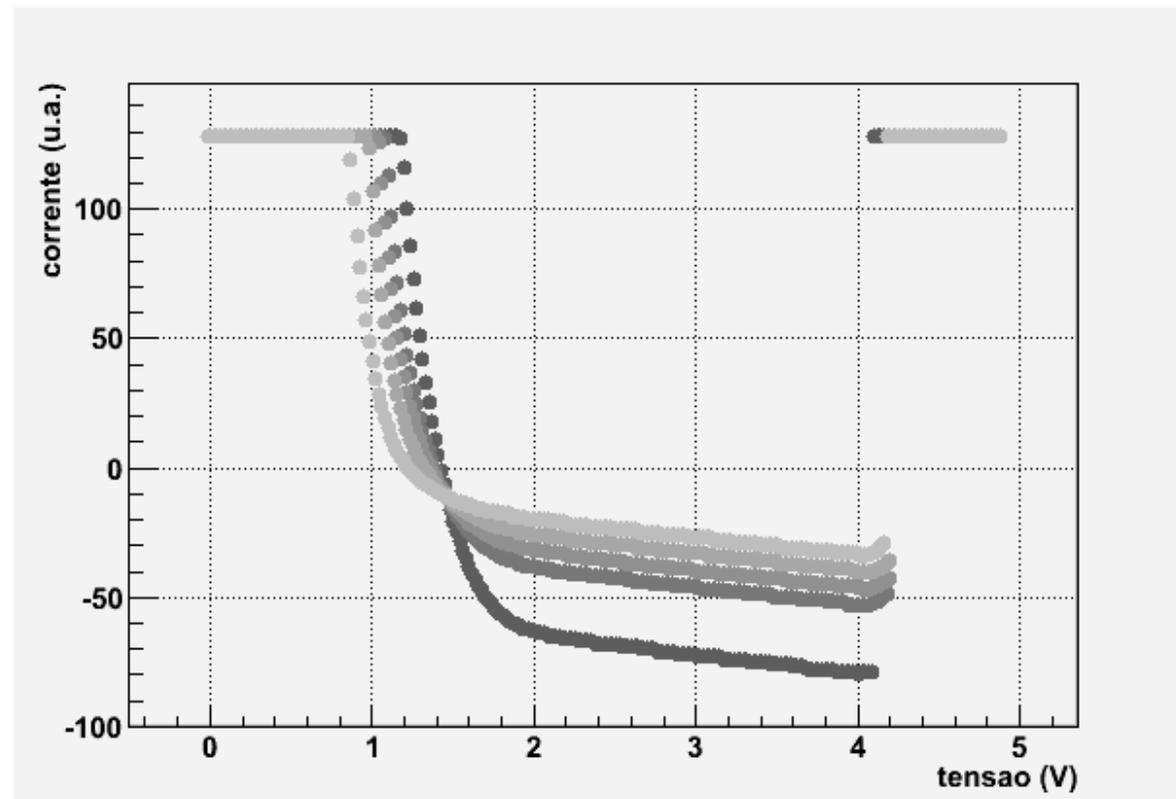
Como extrair de maneira rigorosa o valor de V_0 dos dados?

- Mais uma sugestão:
 - ao invés subtrair as correntes de fundo, ajustar uma reta aos pontos que apresentam um comportamento linear nos dois extremos e encontrar o valor no eixo-x onde elas se encontram a fim de identificar o valor de V_0
- Por que este método é válido?



Como extrair de maneira rigorosa o valor de V_0 dos dados?

- As medidas com várias intensidades de luz podem ajudar? Como e por quê?



Como avaliar a incerteza dessa medida?

- Elaborar uma maneira de avaliar as incertezas de V_0 que deve refletir:
 - as incertezas de i e V
 - **e o procedimento usado para extraí-lo dos dados**

Analisar $V_0 \times v$

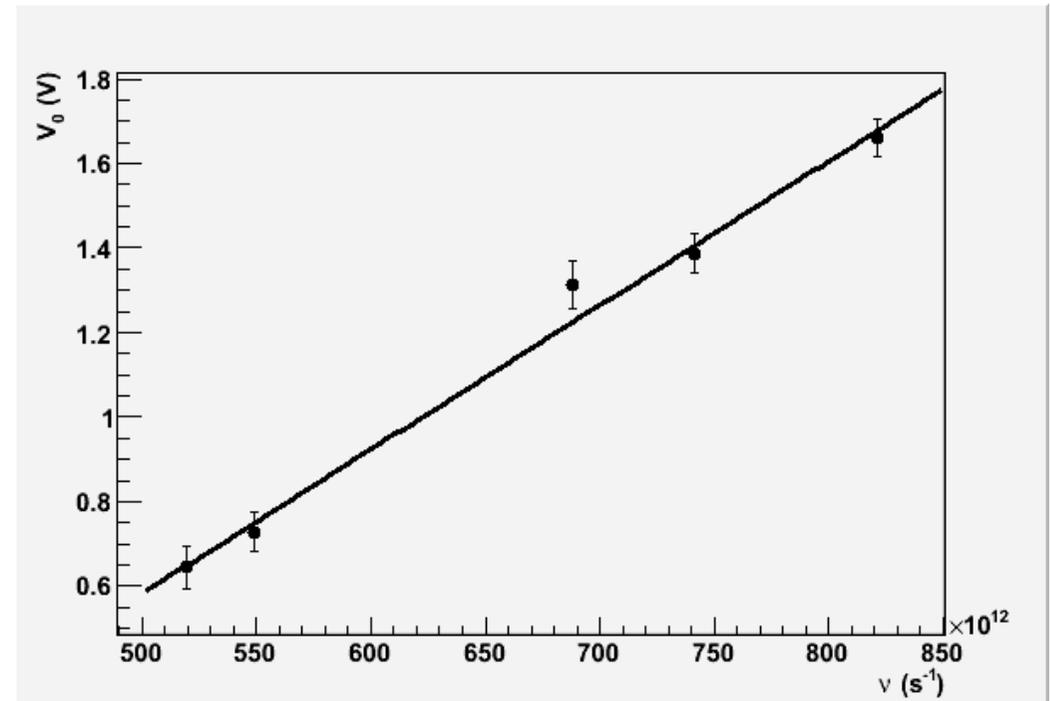
- Devemos considerar uma incerteza em v ?
- Como se certificar que o comportamento de $V_0 \times v$ é linear?
- Caso seja linear, realizar um ajuste de uma reta aos dados
- A incerteza de h deve refletir as incertezas de V_0 e v

Como interpretar os resultados?

- A que conclusões os dados e sua análise nos permite chegar?
- Será que compreendemos e consideramos todos os fatores que poderiam influenciar os resultados do nosso experimento?
- Como descobrir isso?

Exemplo de um experimento realizado

- Resultado:
 $h = 5,5(3) \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- O que podemos concluir deste resultado?
 - E_c de fato apresenta uma dependência linear com ν
 - Porém, a constante de proporcionalidade não é compatível com a constante de Planck



Exemplo de um experimento realizado

- Como podemos interpretar este resultado?
- Podemos considerar que:
 - Ou a previsão de Einstein está errada
 - Ou não consideramos todos os fatores do experimento que poderiam influenciar no seu resultado
- Temos que esgotar a segunda possibilidade antes de concluir a primeira !

Efeito da temperatura do metal

- Será que o fato do metal não estar em zero absoluto influencia no resultado?
- W. W. Roehr (*Physical Review* 44, 866 (1933)) mostrou que não quando V_0 é extraído de maneira consistente!

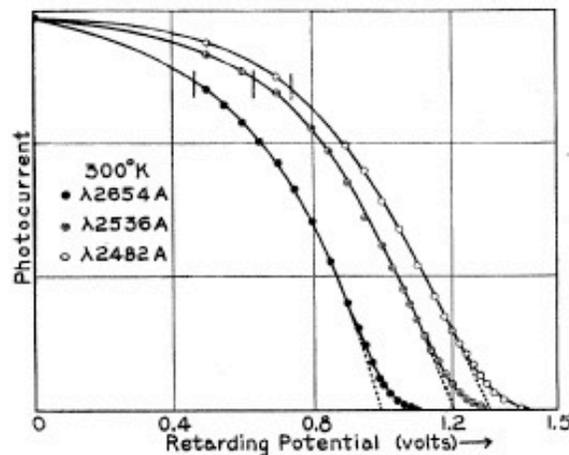


FIG. 4. Current-voltage curves for room temperature.

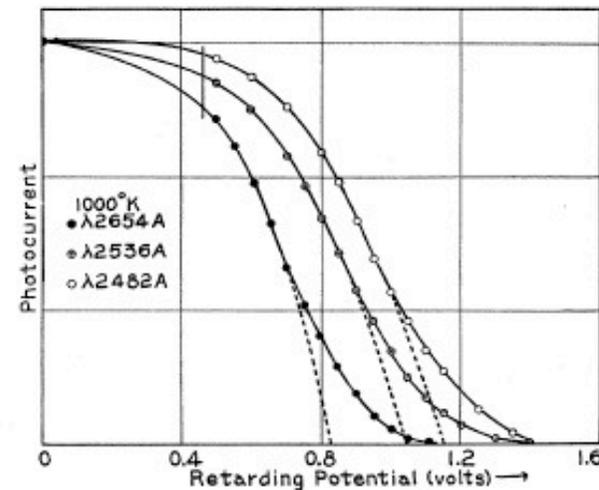


FIG. 5. Current-voltage curves for 1000°K.

Quais efeitos podemos considerar?

- Use a criatividade!
- Algumas idéias:
 - Devemos considerar efeitos devido à geometria da fotocélula?
 - Devemos considerar a influência da mistura de diferentes raios na medida?
 - Será que as incertezas foram tratadas corretamente?

A relatório do experimento

- Relato sobre o experimento cujo objetivo é permitir ao leitor avaliar o estudo realizado (de maneira ampla) e reproduzi-lo
- Deve ser objetivo e sucinto:
 - Breve introdução ao problema a ser estudado (**objetivos do estudo**) com sua contextualização
 - Descrição do aparato experimental e os procedimentos de medida
 - Resultados das medidas (os dados colhidos), **justificando porque cada medida foi feita**
 - Descrição da análise dos dados **justificando os métodos utilizados** e discussão sobre os resultados obtidos
 - Discussão sobre as conclusões **deixando claro como chegou às mesmas**, e desdobramentos do estudo