

PRIMÓRDIOS DA MECÂNICA QUÂNTICA

FÍSICA CLÁSSICA
 NEWTON \Rightarrow MECÂNICA
 MAXWELL \Rightarrow ELETROMAG.

INCAPAZES DE
 EXPLICAR CERTOS
 FENÔMENOS NO
 FINAL DO SÉC. XIX
 ENTRE ELAS:

- \leadsto RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO
- \leadsto EFEITO FOTOELÉTRICO
- \leadsto LINHAS ESPECTRAIS

* RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO

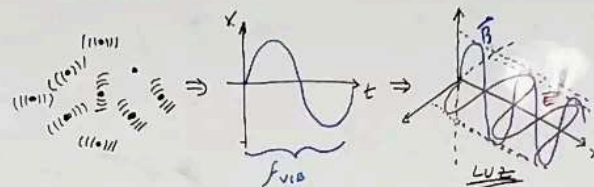
CORPOS AQUECIDOS EMITEM LUZ.

- FERRO AQUECIDO
- FLUXEM EM VELAS
- ESTRELAS

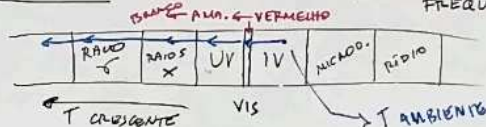
CORPO NEGRO: MODELO USADO PARA ENTENDER FENÔM.

- NÃO REFLETE OU TRANSMITE LUZ
- NEGRO QUANDO FRIO, MAS EMITE LUZ QUANDO QUENTE
- BOM MODELO PARA CORPOS EM ALTA TEMPERATURA
- EMISSÃO SE DÁ PELA VIBRAÇÃO DE PARTÍCULAS: PARTE DA ENERGIA SE TORNA LUZ

SIMILAR A UM
 SISTEMA DE PARTÍCULAS
 ONDE A ENERGIA TOTAL É
 A SOMA DAS ENERGIAS
 DAS PARTÍCULAS



EM TEORIA: MAIOR T \rightarrow MAIOR f_{vib} \rightarrow LUZ COM MAIOR FREQUÊNCIA



NA PRÁTICA: MESMO COM T CRESCENTE, LUZ EMITIDA TEM FREQUÊNCIA MÁXIMA NO UV

MAX PLANCK (1900) CONSEGUIU EXPLICAR ISSO ASSUMINDO:

1) HIPÓTESE QUÂNTICA:

- ENERGIA DAS VIBRAÇÕES NÃO É CONTÍNUA E SIM DISCRETA
 - A ENERGIA TOTAL É A SOMA DE UM NÚMERO INTEIRO (n) DE PACOTES ("QUANTUM") DE ENERGIA. SERIA ENTÃO UM MÚLTIPLO DE UMA ENERGIA MÍNIMA E_0
- $E_{vib} = n E_0$

2) RELAÇÃO COM A FREQUÊNCIA:

- A ENERGIA MÍNIMA É PROPORCIONAL A FREQUÊNCIA DA VIBRAÇÃO DOS ÁTOMOS

$$E_0 = h f_{vib} \quad \text{CONST. DE PLANCK: } 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

COM ESSAS OBSERVAÇÕES PLANCK MOSTROU:

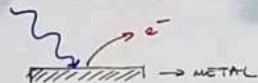
- OSCILADORES (CORPOS QUE VIBRAM) TROCAM ENERGIA
- MESMO QUE NO COMEÇO MUITOS TENHAM ALTA ENERGIA, ELAS RAPIDAMENTE TRANSFEREM PARA OS OUTROS
- NO EQUILÍBRIO POUCOS POSSUEM POUCA OU MUITA ENERGIA (FREQUÊNCIA): A MAIORIA FICA PRÓXIMO A UMA MÉDIA
- ESSES SÃO OS QUE GERAM A LUZ OBSERVADA



PRIMÓRDIOS DA MECÂNICA QUÂNTICA

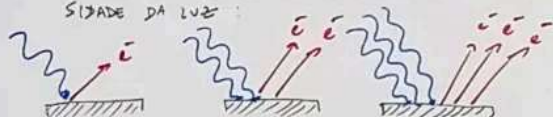
* EFEITO FOTOELÉTRICO

EM CERTAS CONDIÇÕES É POSSÍVEL GERAR CORRENTE ELÉTRICA AO INCIDIR LUZ SOBRE UM METAL

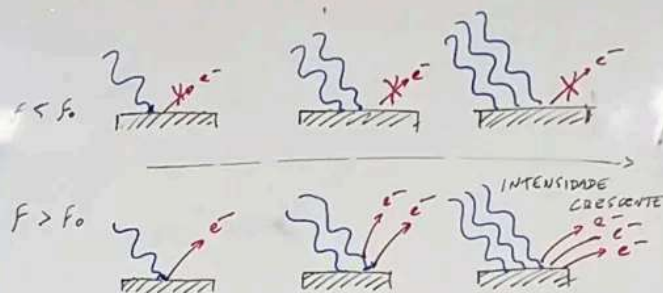


SEGUNDO A FÍSICA CLÁSSICA:

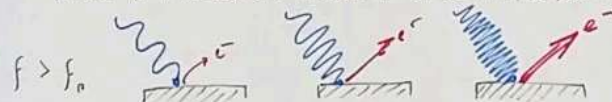
EM TEORIA: QUANTIDADE DE ENERGIA DOS ELÉTRONS EJETADOS DEPENDE UNICAMENTE DA INTENSIDADE DA LUZ:



NA PRÁTICA: REMOÇÃO DE e^- DEPENDE DA FREQUÊNCIA, E NÃO DA INTENSIDADE. LUZ ABAIXO DE FREQUÊNCIA MÍNIMA f_0 NÃO REMOVE ELÉTRON. ACIMA DESSE MÍNIMO, AUMENTAR A INTENSIDADE AUMENTA O NÚMERO DE ELÉTRONS EJETADOS



OBSERVOU-SE TAMBÉM QUE CASO $f > f_0$, QUANTO MAIOR A FREQUÊNCIA MAIOR A ENERGIA CINÉTICA DOS e^-



ALBERT EINSTEIN (1905) USOU AS IDEIAS DE PLANCK PARA EXPLICAR TAL FENÔMENO

1) HIPÓTESE QUÂNTICA:

- A ENERGIA DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA É DISCRETA
- A ENERGIA TOTAL É IGUAL A SOMA DE UM NÚMERO INTEIRO DE PACOTES
- A ENERGIA DA LUZ É MÚLTIPLO DE UMA ENERGIA MÍNIMA

$$E_{LUZ} = hE_0$$

- EINSTEIN SUBSTITUIU QUE UM QUANTUM DE ENERGIA LUMINOSA É A ENERGIA DE UMA PARTÍCULA QUE ELE NOMENOU FÓTON

$$E_0 = E_{FOTON}$$

2) RELAÇÃO COM A FREQUÊNCIA:

- A ENERGIA DO FÓTON, EM ANLOGIA A PROPOSTA DE PLANCK, É PROPORCIONAL A SUA FREQUÊNCIA

$$E_{FOTON} = h f_{FOTON}$$

COM TALS OBSERVAÇÕES ELE DEDUZIU:

- ELÉTRONS SÃO ARRANCADOS APENAS SE O FÓTON POSSUI FREQUÊNCIA MAIOR QUE UMA MÍNIMA. MAIOR INTENSIDADE AUMENTA O NÚMERO DE FÓTONS, MAS AINDA COM ENERGIA MENOR DO QUE A REQUERIDA.
- CHAMOU A ENERGIA PARA RETIRAR O e^- DE UM METAL DE FUNÇÃO TRABALHO:

$$\phi = hf_0$$

- SE $f > f_0$, QUANTO MAIOR A INTENSIDADE MAIS ELÉTRONS SÃO REMOVIDOS

PRIMÓRDIOS DA MECÂNICA QUÂNTICA

- A ENERGIA QUE SOBRA QUANDO $f_{\text{fóton}} > f_0$ ($E_{\text{fóton}} > \phi$) É CONVERTIDA EM ENERGIA CINÉTICA (VELOCIDADE) DO ELÉTRON:

$$E_{\text{cin}} = E_{\text{fóton}} - \phi = hf_{\text{fóton}} - hf_0$$

- SE $f_{\text{fóton}} < f_0$, E_{cin} É ZERO, E CASO f AUMENTE A ENERGIA CINÉTICA CRESCE LINEARMENTE COM A FREQUÊNCIA:

