**AULA 2 - EFEITO FOTOELÉTRICO**

1. A função trabalho de certo metal vale 2,5 eV.

a) Verifique se ocorre emissão fotoelétrica quando sobre esse metal incide luz de comprimento de onda 6,0×10­7m. A constante de Planck é h4,2×10­15eV.s e a velocidade da luz no vácuo é c=3,0×108m/s.

b) Qual é a frequência mais baixa da luz incidente capaz de arrancar elétrons do metal?

2**.** Para liberar elétrons da superfície de um metal, é necessário iluminá-lo com luz de comprimento de onda igual ou menor que . Qual o potencial de superfície (também chamado "função trabalho") deste metal, em eV (elétron-volts)? Qual a frequência, em unidades de , necessária para liberar elétrons com energia cinética igual a 3,0 eV?

3**.** O efeito fotoelétrico, cuja descrição por Albert Einstein está completando 100 anos em 2005 (ano internacional da Física), consiste na emissão de elétrons por um metal no qual incide um feixe de luz. No processo, "pacotes" bem definidos de energia luminosa, chamados fótons, são absorvidos um a um pelos elétrons do metal. O valor da energia de cada fóton é dado por E(fóton) = h.f, onde e V.s é a chamada constante de Planck e f é a frequência da luz incidente. Um elétron só é emitido do interior do metal se a energia do fóton absorvido for maior que uma energia mínima. Para os elétrons mais fracamente ligados ao metal, essa energia mínima é chamada função trabalho (W) e varia de metal para metal (ver a tabela a seguir).

Considere c = 300.000 km/s.



a) Calcule a energia do fóton (em eV), quando o comprimento de onda da luz incidente for igual a 5.10-7m.

b) A luz de 5.10-7m é capaz de arrancar elétrons de quais dos metais apresentados na tabela?

c) Qual será a energia cinética de elétrons emitidos pelo potássio, se o comprimento de onda da luz incidente for 3×10-7 m? Considere os elétrons mais fracamente ligados do potássio e que a diferença entre a energia do fóton absorvido e a função trabalho (W) é inteiramente convertida em energia cinética.

 4**.** Considere o texto e as afirmações a seguir.

Após inúmeras sugestões e debates, o ano 2005 foi declarado pela ONU o "Ano Mundial da Física". Um dos objetivos dessa designação é comemorar o centenário da publicação dos trabalhos de Albert Einstein, que o projetaram como físico no cenário internacional da época e, posteriormente, trouxeram-lhe fama e reconhecimento. Um dos artigos de Einstein publicado em 1905 era sobre o efeito fotoelétrico, que foi o principal motivo da sua conquista do Prêmio Nobel em 1921. A descrição de Einstein para o efeito fotoelétrico tem origem na quantização da energia proposta por Planck em 1900, o qual considerou a energia eletromagnética irradiada por um corpo negro de forma descontínua, em porções que foram chamadas quanta de energia ou fótons. Einstein deu o passo seguinte admitindo que a energia eletromagnética também se propague de forma descontínua e usou esta hipótese para descrever o efeito fotoelétrico.

Em relação ao efeito fotoelétrico numa lâmina metálica, pode-se afirmar que:

I. A energia dos elétrons removidos da lâmina metálica pelos fótons não depende do tempo de exposição à luz incidente.

II. A energia dos elétrons removidos aumenta com o aumento do comprimento de onda da luz incidente.

III. Os fótons incidentes na lâmina metálica, para que removam elétrons da mesma, devem ter uma energia mínima.

IV. A energia de cada elétron removido da lâmina metálica é igual à energia do fóton que o removeu.

Analisando as afirmativas, conclui-se que somente:

a) está correta a afirmativa I.

b) está correta a afirmativa IV.

c) estão corretas as afirmativas I e III.

d) estão corretas as afirmativas II e IV.

e) estão corretas as afirmativas III e IV.

5. O efeito fotoelétrico, explorado em sensores, células fotoelétricas e outros detectores eletrônicos de luz, refere-se à capacidade da luz de retirar elétrons da superfície de um metal. Quanto a este efeito, pode-se afirmar que:

a) a energia dos elétrons ejetados depende da intensidade da luz incidente.

b) a energia dos elétrons ejetados é discreta, correspondendo aos quanta de energia.

c) a função trabalho depende do número de elétrons ejetados.

d) a velocidade dos elétrons ejetados depende da cor da luz incidente.

e) o número de elétrons ejetados depende da cor da luz incidente.

6. Utilizando um controlador, André aumenta a intensidade da luz emitida por uma lâmpada de cor vermelha, sem que esta cor se altere. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que a intensidade da luz aumenta porque

a) a frequência da luz emitida pela lâmpada aumenta.

b) o comprimento de onda da luz emitida pela lâmpada aumenta.

c) a energia de cada fóton emitido pela lâmpada aumenta.

d) o número de fótons emitidos pela lâmpada, a cada segundo, aumenta.

7. Considere as seguintes afirmações sobre o efeito fotoelétrico.

I - O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por radiação eletromagnética.

II - O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com um modelo ondulatório para a luz.

III - Uma superfície metálica fotossensível somente emite fotoelétrons quando a frequência da luz incidente nessa superfície excede certo valor mínimo, que depende do metal.

Quais estão corretas?

a) Apenas I.

b) Apenas II.

c) Apenas I e II.

d) Apenas I e III.

e) I, II e III.

8. A intensidade luminosa é a quantidade de energia que a luz transporta por unidade de área transversal à sua direção de propagação e por unidade de tempo. De acordo com Einstein, a luz é constituída por partículas, denominadas fótons, cuja energia é proporcional à sua frequência. Luz monocromática com frequência de 6 x 1014 Hz e intensidade de 0,2 J/m2.s incide perpendicularmente sobre uma superfície de área igual a 1 cm2. Qual o número aproximado de fótons que atinge a superfície em um intervalo de tempo de 1 segundo?

(Constante de Planck: h = 6,63 x 10­34 J.s)

a) 3 x 1011. b) 8 x 1012.

c) 5 x 1013. d) 4 x 1014.

e) 6 x 1015.

9. Assinale a(s) proposição (ões) CORRETA(S):

(01) Devido à alta frequência da luz violeta, o "fóton violeta" é mais energético do que o "fóton vermelho".

(02) A difração e a interferência são fenômenos que somente podem ser explicados satisfatoriamente por meio do comportamento ondulatório da luz.

(04) O efeito fotoelétrico somente pode ser explicado satisfatoriamente quando consideramos a luz formada por partículas.

(08) A luz, em certas interações com a matéria, comporta-se como uma onda eletromagnética; em outras interações ela se comporta como partícula.

(16) O efeito fotoelétrico é consequência do comportamento ondulatório da luz.

10. É possível haver emissão fotoelétrica por uma superfície de cobre iluminada por luz visível?

Dados: Função trabalho do cobre: 4,4 eV (1 eV = 1,6.10-19 J)

- Intervalo do comprimento de onda da luz visível: 400 nm a 700 nm (1 nm = 1.10-9 m)

- velocidade da luz no vácuo: 3.108 m/s

- constante de Planck: 6,63.10-34 J.s

11. (MEC) O efeito fotoelétrico contrariou as previsões teóricas da física clássica porque mostrou que a energia cinética máxima dos elétrons, emitidos por uma placa metálica iluminada, depende:

a) exclusivamente da amplitude da radiação incidente.

b) da frequência e não do comprimento de onda da radiação incidente.

c) da amplitude e não do comprimento de onda da radiação incidente.

d) do comprimento de onda e não da frequência da radiação incidente.

e) da frequência e não da amplitude da radiação incidente.

12. Uma superfície metálica de sódio é iluminada com radiação com um comprimento de onda de 300nm. A função de trabalho para o sódio tem valor de 2,64 eV. A constante de Planck é h4,2×10­15eV.s e a velocidade da luz no vácuo é c=3,0×108m/s.

Calcule:

a) a energia cinética dos elétrons emitidos;

b) o comprimento de onda crítico para o sódio.

13. Analise as afirmações a seguir a escolha a opção correta:

Sobre o efeito fotoelétrico, pode-se dizer que a energia cinética de cada elétron extraído do metal depende:

I. Da intensidade da luz incidente.

II. Da frequência da luz incidente.

III. Do ângulo de incidência da luz.

a) Se apenas as afirmativas I e II forem falsas

b) Se apenas as afirmativas II e III forem falsas

c) Se apenas as afirmativas I e III forem falsas

d) Se todas forem verdadeiras

e) Se todas forem falsas

14. Selecione a alternativa que apresenta as palavras que completam corretamente as lacunas, pela ordem, no seguinte texto relacionado com o efeito fotoelétrico. O efeito fotoelétrico, isto é, a emissão de ......….. por metais sob a ação da luz, é um experimento dentro de um contexto físico extremamente rico, incluindo a oportunidade de pensar sobre o funcionamento do equipamento que leva à evidência experimental relacionada com a emissão e a energia dessas partículas, bem como a oportunidade de entender a inadequacidade da visão clássica do fenômeno. Em 1905, ao analisar esse efeito, Einstein fez a suposição revolucionária de que a luz, até então considerada como um fenômeno ondulatório, poderia também ser concebida como constituída por conteúdos energéticos que obedecem a uma distribuição …............ , os quanta de luz, mais tarde denominados …........ .

a) fótons – contínua – fótons

b) fótons – contínua – elétrons

c) elétrons – contínua – fótons

d) elétrons – discreta – elétrons

e) elétrons – discreta – fótons

15. Quando a luz incide sobre uma fotocélula ocorre o evento conhecido como efeito fotoelétrico. Nesse evento,

a) é necessária uma energia mínima dos fótons da luz incidente para arrancar os elétrons do metal.

b) os elétrons arrancados do metal saem todos com a mesma energia cinética.

c) a quantidade de elétrons emitidos por unidade de tempo depende do quantum de energia da luz incidente.

d) a quantidade de elétrons emitidos por unidade de tempo depende da frequência da luz incidente.

e) o quantum de energia de um fóton da luz incidente é diretamente proporcional a sua intensidade.

16. No efeito fotoelétrico, um elétron só é emitido do interior do metal se a energia do fóton absorvido for maior que uma energia mínima. Para os elétrons mais fracamente ligados ao metal, essa energia mínima é chamada função trabalho φ e varia de metal para metal. Segundo Einstein, se um elétron é emitido, então ele terá energia cinética dada por **ECIN = h.f –φ.** O gráfico mostra dados experimentais de uma tentativa de produzir o Efeito Fotoelétrico num certo metal.



Determine a energia cinética máxima dos fotoelétrons (em eV) quando iluminamos a mesma superfície metálica com luz de comprimento de onda de 5000 Å (1Å = 1.10-10 m). Considere c = 300.000 km/s (velocidade da luz) e adote h4,0×10­15 eV.s

17. A função trabalho do tungstênio é 4,5 eV. Calcule a velocidade do mais rápido elétron emitido de uma placa de tungstênio para fótons incidentes de 5,8 eV. Considere a massa do elétron=9.10-31kg e 1eV=1,6.10-19J.

18. A tabela abaixo mostra as frequências para três tipos distintos de ondas eletromagnéticas que irão atingir uma placa metálica cuja função trabalho corresponde a 4,5eV.



A partir dos valores das frequências podemos afirmar que:

Dados: Considere a constante de Planck como h = 4,0.10– 15eV.s, e a velocidade da luz no vácuo c = 3,0.108m/s

a) A onda C possui frequência menor que a frequência de corte.

b) A energia cinética do elétron ejetado da placa quando atingida pela onda D é de 13,5eV.

c) O efeito fotoelétrico não ocorrerá com nenhuma das ondas.

d) A razão entre a frequência de corte e a frequência da onda A é 0,085.

e) O comprimento de onda referente à onda B é 2,0.10– 10m.

19. Um importante passo no desenvolvimento das teorias sobre a natureza da luz foi dado por um fenômeno chamado de efeito fotoelétrico, descoberto por H. Hertz, em 1897. Esse efeito consiste na emissão de elétrons por uma placa metálica, quando a luz incide sobre ela. Assinale a(s) proposição(ões) correta(s) sobre o efeito fotoelétrico.

(01) Aumentando-se a intensidade luminosa da luz incidente sobre uma placa metálica, a energia dos elétrons ejetados também aumenta.

(02) Quanto maior for a função trabalho de um metal, para uma frequência fixa da luz incidente, maior será a energia cinética dos elétrons ejetados do metal.

(04) O efeito fotoelétrico pode ser explicado usando-se a teoria corpuscular da luz.

(08) Existe uma frequência limite da luz incidente abaixo da qual os elétrons não são ejetados da placa metálica.

(16) A energia da luz incidente sobre a placa metálica independe da frequência da luz.

20. (FFC 2003) Num experimento sobre efeito fotoelétrico, considere a função de trabalho na lâmina de metal igual 6,63 eV. Nesta hipótese, determine a frequência de corte da radiação incidente, em Hz.

Constante de Planck = 6,63.10-34J.s

a) 1,6 × 1014 b) 1,6 × 1015

c) 2,4 × 1015 d) 2,75 × 1015

e) 4,39 × 1015

***GABARITOS:***

1. a) Não ocorrerá emissão. b) 6,0 × 1014 Hz

2. 2,1 eV e aproximadamente 12 x 1014 Hz

3. a) 2,4eV; b) césio e potássio; c) 1,7eV

4. [C]

5. [D]

6. [D]

7. [D]

8. [C]

9. 01+02+08=11

10. Um fóton de luz visível não consegue provocar emissão fotoelétrica numa placa de cobre, pois não tem energia suficiente para tal.

11. [E]

12. a)1,68 eV; b) 505 nm

13. [C]

14. [E]

15. [A]

16. Ecin= 0,4 eV.

17. 6,7x105 m/s

18. [B]

19.SOMA=12

20. [B]