

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação

Gabarito da 2ª AP de Física para Computação - 2010.2

Nome: _____

Pólo: _____

Observação: Em todas as questões, explique passo a passo todas as etapas do seu desenvolvimento. Não se limite à aplicação de fórmulas. Desse modo, resultados parciais e evidências de compreensão do conteúdo pertinente podem ser considerados e pontuados. É permitido o uso de máquina de calcular.

Questão	Valor	Nota
1ª Questão	2,0	
2ª Questão	2,0	
3ª Questão	2,0	
4ª Questão	2,0	
5ª Questão	2,0	
Total	10,0	

1ª Questão.

Duas lâmpadas, uma de resistência R_1 e a outra de resistência R_2 , $R_1 < R_2$, estão ligadas a uma bateria (a) em paralelo e (b) em série. Que lâmpada brilha mais (dissipa mais energia) em cada caso? Evidencie algebricamente sua explicação.

(a) Seja ϵ a fem da bateria. Quando as lâmpadas são conectadas em paralelo a diferença de potencial através delas é a mesma e é a mesma que a fem da bateria. A potência dissipada pela lâmpada 1 é $P_1 = \epsilon^2 R_1$ e a potência dissipada

pela lâmpada 2 é $P_2 = i^2 R_2$. Como R_1 é maior que R_2 , a lâmpada 2 dissipa energia a uma taxa maior do que a lâmpada 1, sendo portanto a mais brilhante.

(b) Quando as lâmpadas são conectadas em série a corrente nelas é a mesma. A potência dissipada pela lâmpada 1 é agora $P_1 = i^2 R_1$ e a potência dissipada pela lâmpada 2 é $P_2 = i^2 R_2$. Como R_1 é maior do que R_2 , mais potência é dissipada pela lâmpada 1 do que pela lâmpada 2 sendo agora a lâmpada 1 a mais brilhante.

2ª Questão.

(a) Descreva o experimento de Faraday a partir da figura a seguir, em que se aproxima um ímã em forma de barra da espira, com pólo positivo na apontado para a espira. A espira é parte de um circuito que contém um amperímetro. Se, em sua explicação, uma corrente for gerada, explique qual o sentido dela. Se, diferentemente, o ímã for aproximado com o polo negativo, explique o que seria alterado. Em ambos os casos, depois de aproximar o ímã, ele é mantido parado. Neste caso, qual é a corrente na espira?

(b) A seguir, o ímã segue caminho inverso, sendo afastado da espira. Neste caso, há corrente na espira? Em qual sentido? Para facilitar sua explicação, suponha que a espira está num plano e você se encontra em frente a ela. Utilize-se das expressões “no sentido horário” e “no sentido anti-horário”.

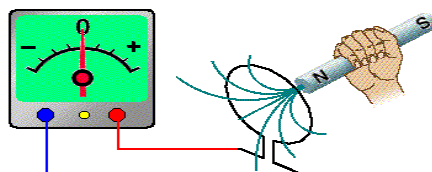
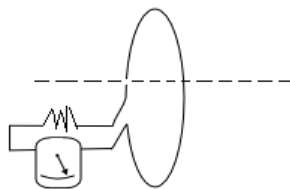


Figura: Animação em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/electricidade-e-magnetismo/lei-de-faraday.php>

Quando um ímã é movimentado nas proximidades de uma espira condutora fechada, conforme mostra a figura 01, surge uma força eletromotriz induzida nesta espira, e uma corrente elétrica pode ser detectada neste circuito. A lei de Faraday expressa apenas a intensidade da força eletromotriz induzida. Sendo assim, em 1834, o físico russo Heinrich E. Lenz (1804-1865) define que a força eletromotriz é igual ao negativo da variação do fluxo magnético no interior da espira, assumindo a forma:

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt}$$

Assim, a lei de Lenz evidencia o aparecimento de uma reação contrária à ação provocada pelo ímã. Ou seja, se o norte do ímã se aproxima da espira, o sentido da força eletromotriz é anti-horário. Isto porque, conforme convencionado, o norte é o sentido positivo da indução magnética. Por sua vez, o sentido do movimento das cargas positivas coincide com o sentido da força eletromotriz induzida, conforme mostrado na figura abaixo. Na figura, o símbolo \otimes denota que a velocidade do ímã, é “para dentro” do plano da espira. À medida que a velocidade diminui, o fluxo diminui progressivamente até se anular quando o ímã para.

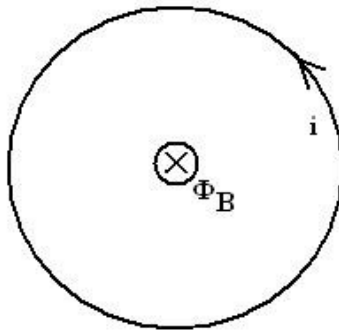


Figura: Representação de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica devido a variação do fluxo magnético: positivo entrando no plano da espira

Quando o ímã, a partir do repouso a que chegou começa a percorrer o caminho no sentido inverso, ou seja, afastando-se do plano da espira, a corrente induzida será no sentido inverso, conforme mostrado na figura abaixo (sentido horário). Na figura, o símbolo \odot denota o sentido da velocidade do ímã, ou seja, “para fora” do plano da espira. Note que o ímã sempre esteve com o pólo positivo apontado para a espira, tanto na aproximação quanto no recuo.

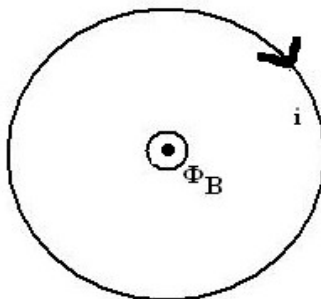


Figura: Representação de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica devido a variação do fluxo magnético: positivo saindo no plano da espira.

Os sentidos observados nos dois casos descritos (aproximação e afastamento) são invertidos no caso de o ímã ser aproximado com o pólo negativo à frente, ou seja, em posição invertida em relação aos exemplos acima. Assim, quando o ímã se aproxima com o pólo negativo à frente, a corrente induzida é no sentido horário. Da mesma

forma, quando o ímã para de se deslocar, a corrente induzida se anula. Em seguida, com o afastamento, a corrente induzida é no sentido anti-horário.

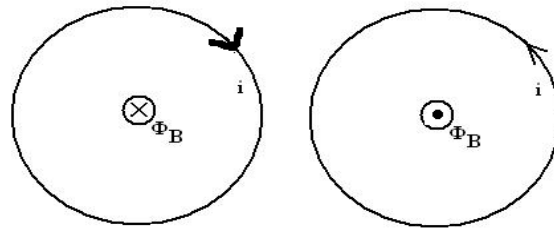
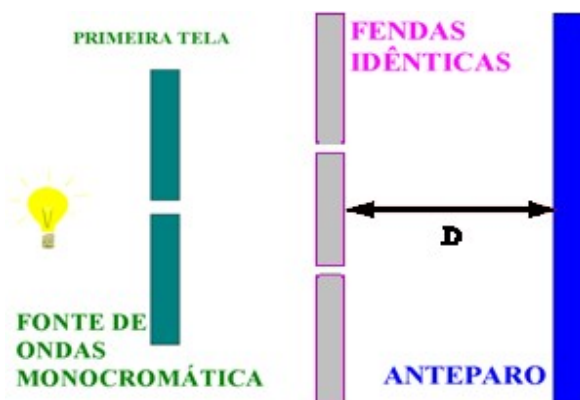


Figura: Representação de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica devido a variação do fluxo magnético: polo negativo entrando no plano da espira e saindo no plano da espira, respectivamente.

3ª Questão.

(a) Esboce o aparelho utilizado no experimento de Young, em que radiação eletromagnética coerente proveniente de duas fendas chega a um anteparo. Explique qualitativa e quantitativamente o fenômeno.

Uma fonte de luz monocromática é colocada atrás de uma tela opaca contendo uma estreita fenda da ordem de um micron. Logo em seguida aparece uma segunda tela, provida de duas fendas idênticas. Caso a luz fosse um feixe de partículas andando em linha reta, não se observaria nada no anteparo, pois toda a luz seria barrada na segunda tela. No entanto, são obtidas várias franjas claras e escuras que correspondem às interferências construtivas e destrutivas respectivamente. As interferências ocorrem pela diferença de caminho entre os dois feixes de onda que saem das duas fendas situadas na segunda tela. Se esta diferença for um múltiplo inteiro de um comprimento de onda " λ ", ocorrerá interferência construtiva, aparecendo à franja clara. Do mesmo modo, se a diferença de caminho for um número ímpar de meio comprimento de onda ($\lambda/2$), acontecerá à interferência destrutiva, aparecendo à franja escura.



(b) Dentro deste contexto, explique o que acontece com a energia das ondas de radiação eletromagnética no anteparo quando ocorre uma interferência destrutiva.

A luz (onda-eletromagnética) transporta energia e esta energia pode ser obtida a partir dos valores dos campos elétricos e magnéticos. A intensidade luminosa,

produzida por uma onda eletromagnética, é proporcional ao valor desta energia. Quando ondas idênticas (a menos de uma diferença de fase) provenientes de duas fontes superpõem-se em um ponto do espaço, os valores dos campos elétrico e magnético se combinam e resultam em valores somados de módulos maiores ou menores que os de uma das ondas. Podem mesmo ter módulo zero em alguns pontos. Esse efeito é chamado de Interferência. Portanto, a intensidade resultante das ondas combinadas pode ser maior ou menor do que a intensidade de cada uma delas. Assim quando ocorre interferência destrutiva a energia das ondas combinadas nesses pontos é nula, porque os campos elétrico e magnético associados a ela são nulos.

4ª Questão.

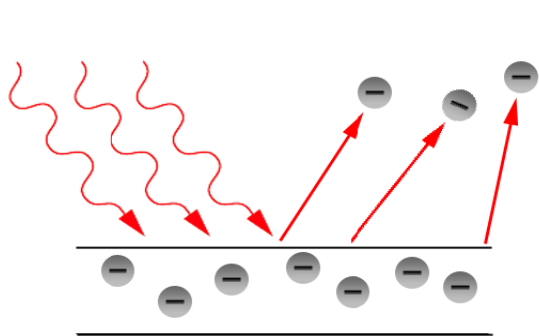
(a) De acordo com o modelo de Bohr, se um elétron no átomo de hidrogênio passa para uma órbita de raio médio maior, sua energia total aumenta ou diminui? Qualquer variação de energia seria permitida a tal elétron?

A energia cinética está relacionada ao valor esperado da velocidade. Este diminui conforme o elétron se move para camadas mais externas (longe do núcleo). Portanto, quanto maior o raio, menor a energia cinética. Ademais, os estados eletrônicos em que o elétron se situa mais próximo ao núcleo são “mais ligados”, ou seja, o elétron tem energia mais baixa, fica “preso” a um poço de potencial. Quando recebe energia, se afasta do núcleo, para “estados menos ligados”.

(b) O efeito fotoelétrico está relacionado com a liberação de elétrons de átomos por meio do fornecimento a eles de quantidades de energia contínua ou discretamente distribuídas?

Explique suas respostas.

Através do efeito fotoelétrico podemos demonstrar o caráter quântico da radiação eletromagnética. O efeito fotoelétrico é a emissão de elétrons por um material, geralmente metálico, quando exposto a uma radiação eletromagnética (como a luz) de frequência suficientemente alta, que depende do material. Ele pode ser observado quando a luz incide numa placa de metal, literalmente arrancando elétrons da placa. Os elétrons que giram à volta do núcleo são aí mantidos por forças de atração. Se a estes for fornecida energia suficiente, eles abandonarão as suas órbitas. O efeito fotoelétrico implica que, normalmente sobre metais, se faça incidir um feixe de radiação com energia superior à energia de remoção dos elétrons do metal, provocando a sua saída das órbitas: sem energia cinética (se a energia da radiação for igual à energia de remoção) ou com energia cinética, se a energia da radiação exceder a energia de remoção do elétrons.



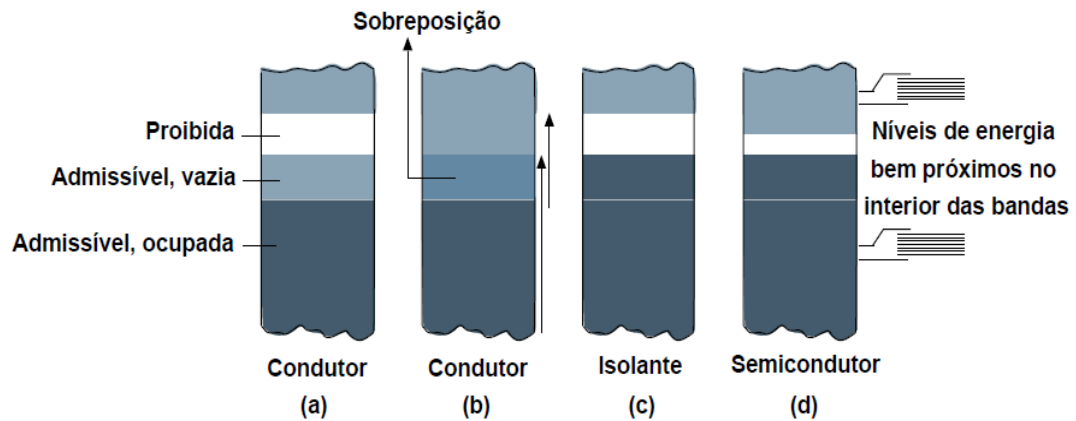
A grande dúvida que se tinha a respeito do efeito fotoelétrico era que quando se aumentava a intensidade da luz, ao contrário do esperado, a luz não arrancava os elétrons do metal com maior energia cinética. O que acontecia era que uma maior quantidade de elétrons era ejetado. Por exemplo, a luz vermelha de baixa frequência estimula os elétrons para fora de uma peça de metal. Na visão clássica, a luz é uma onda contínua cuja energia está espalhada sobre a onda. Todavia, quando a luz fica mais intensa, mais elétrons são ejetados, contradizendo, assim a visão da física clássica que sugere que os mesmos deveriam se mover mais rápido (energia cinética) do que as ondas. Quando a luz incidente é de cor azul, essa mudança resulta em elétrons muito mais rápidos. A razão é que a luz pode se comportar não apenas como ondas contínuas, mas também como feixes discretos de energia chamados de fótons. Um fóton que tem energia associada a cor azul, por exemplo, contém mais energia do que um fóton que tem energia associada a cor vermelha. Assim, o “fóton azul” age essencialmente como uma “bola de bilhar” com mais energia, desta forma transmitindo maior movimento a um elétron. Esta interpretação corpuscular da luz também explica por que a maior intensidade aumenta o número de elétrons ejetados - com mais fótons colidindo no metal, mais elétrons têm probabilidade de serem atingidos.

5ª Questão.

- (a) Conceitue banda de energia discutindo as faixas de energia nas quais as partículas condutoras podem se encontrar.
- (b) Esboce um esquema das bandas de energia para condutores, isolantes e semicondutores. Explique o que seria, neste contexto, o processo de dopagem.

A estrutura de bandas refere-se à forma da relação entre a energia e o momento de um elétron em um material sólido (cristal). Os níveis de energia de átomos individuais são, em geral, bem afastados, especialmente os de mais baixa energia. As bandas podem se apresentar muito separadas ou próximas, em termos de energia. As bandas de energia mais baixa são preenchidas com os elétrons ligados aos átomos individuais. Os elétrons que podem conduzir são os das bandas de energia mais alta. A banda mais alta que possui elétrons é denominada banda de valência. Esta pode estar parcial ou totalmente preenchida (depende do tipo de átomo e suas ligações no sólido). Se estiver parcialmente preenchida, haverá facilidade de um elétron, sob a ação de um campo elétrico, passar para um estado com energia um pouco maior, disponível na mesma banda. Logo, este material será um bom condutor. Se a banda de energia estiver totalmente preenchida e houver grande diferença de energia entre ela e a próxima banda, um campo elétrico moderado não consegue fazer com que os elétrons passem a estados energéticos maiores. Este tipo de material é isolante. A banda mais baixa na qual existem estados não ocupados é denominada banda de condução. Em um condutor, a banda de valência é também uma banda de condução. A diferença de energia entre as bandas admissíveis é a banda proibida de energia. No caso de semicondutores temos uma diferença de energia pequena que é superável com agitação térmica, deixa “buracos” na banda de valência.

A Estrutura de bandas de energia para materiais condutores, isolantes e semicondutores é dada pela figura:



Processo de dopagem é a adição de impurezas químicas elementares em um semicondutor com a finalidade de dotá-lo de propriedades de condução controlada específica para aplicação em dispositivos eletrônicos elementares de circuitos.

Boa Prova!