

Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
Gabarito 2ª Avaliação à Distância de Física para Computação - 2011/I

Nome: _____

Pólo: _____

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

***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.*

1ª Questão:

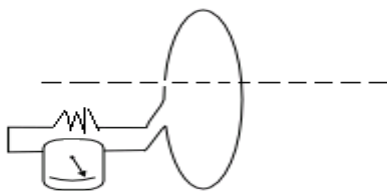
Se uma carga negativa passa de certo potencial para outro mais alto, ela ganha ou perde energia?
E se for positiva?

SOLUÇÃO:

Potencial elétrico é a capacidade que um corpo energizado tem de realizar trabalho, isto é, atrair ou repelir cargas elétricas. Esse potencial é proporcional ao quociente entre a energia potencial e a intensidade de uma carga q . Assim, caso a carga seja negativa e aumente de potencial, sua energia diminui, enquanto no caso da carga ser positiva a sua energia aumenta quando se aumenta o seu potencial.

2ª Questão:

- (a) Descreva o experimento de Faraday a partir da figura a seguir aproximando-se um ímã em forma de barra na espira, com pólo norte na direção da espira. A espira é parte de um circuito que contém um amperímetro.



SOLUÇÃO:

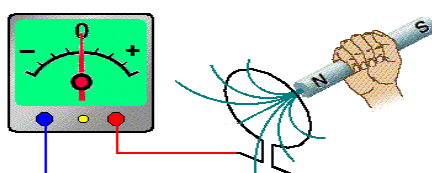


Figura: Animação em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/eleticidade-e-magnetismo/lei-de->

Quando um ímã é movimentado nas proximidades de uma espira condutora fechada, conforme mostra a figura acima, 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.

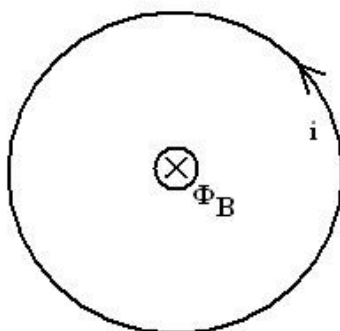


Figura: Representação de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica devido a variação do fluxo magnético: positivo entrando no plano da espira

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.

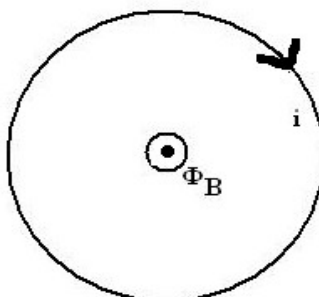


Figura: Representação de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica devido a variação do fluxo magnético: positivo saindo no plano da espira.

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.

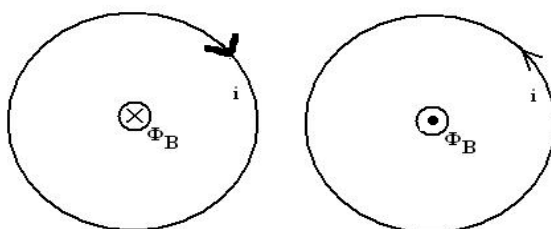


Figura: Representação de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica devido a variação do fluxo magnético: polo negativo entrando no plano da espira e saindo no plano da espira, respectivamente.

- (b) Na lei de Indução de Faraday, a fem induzida pode depender da resistência do circuito? E a corrente? Em caso afirmativo, explique como.

SOLUÇÃO:

A força eletromotriz equivale à diferença de potencial (voltagem) imposta a um material. No caso em questão, se o anel tiver o mesmo formato do exemplo (a) e for feito com um material isolante, a força eletromotriz decorrente da aproximação do ímã estará presente na mesma intensidade, pois depende da superfície através da qual se altera o fluxo magnético, sem gerar, contudo, corrente. Esta será mais, ou menos, intensa de acordo com a resistência do material à passagem de corrente, ou seja, sua resistividade (ou condutividade elétrica, medida da facilidade de conduzir corrente elétrica).

3ª Questão:

Descreva a teoria de Bohr para o átomo de hidrogênio explicando o seu espectro de emissão. De que forma a teoria de Bohr difere dos conceitos de física clássica?

SOLUÇÃO:

Bohr sugeriu uma explicação para o espectro do átomo de hidrogênio servindo-se do modelo criado por Rutherford. Nesse modelo, os elétrons carregados negativamente, circulavam em torno do núcleo com carga positiva, à custa das forças eletrostáticas de atração, obedecendo a Lei de Coulomb. Note-se porém que os elétrons podem ser vistos não apenas como partículas, mas também como ondas (segundo de Broglie, onda-matéria) que interferem umas com as outras. A órbita só é estável se satisfizer as condições referentes a uma onda estacionária, ou seja, cada comprimento de trajetória deve corresponder a um múltiplo inteiro do comprimento de onda. A consequência é que só podem ser aceitos valores bem determinados do raio da órbita e da energia do elétron. De acordo com o modelo eletrodinâmico clássico, uma carga sujeita a aceleração centrípeta numa órbita circular deve emitir continuamente radiação eletromagnética. Assim, devido à perda de energia, o elétron deveria descrever uma espiral e "cair" para o núcleo num prazo

relativamente curto de tempo. Entretanto, não é isso que acontece neste modelo (e nem na realidade). Pelo contrário, um elétron no modelo de Bohr não emite radiação enquanto a sua energia tem um dos valores bem determinados conforme dito anteriormente. Acontece, porém, que um elétron que não está no nível de energia mais baixo ($n = 1$), pode fazer uma mudança espontânea para um estado de menor energia e emitir a diferença energética sob a forma de um fóton (“partícula” de luz). Ao calcularmos o comprimento da onda eletromagnética correspondente, vamos encontrar o mesmo resultado que teríamos através da medição das linhas do espectro do hidrogênio. Não se deve ficar com a ideia de os elétrons estarem na realidade a orbitar ao redor do núcleo atômico.

4ª Questão:

Enuncie a teoria da dualidade onda-partícula de *de Broglie*.

SOLUÇÃO:

Em 1924 o físico francês Louis de Broglie lançou a hipótese de que, se a luz apresentava natureza dual, também uma partícula poderia comportar-se de modo semelhante. Desta forma, De Broglie expressou o comprimento de onda λ de uma partícula em função de sua quantidade de movimento: $Q = m \cdot V$. Da Relatividade, $E = m \cdot c^2$. Logo a massa associada a um fóton, cuja velocidade é a da luz (c), vale $m = E/c^2$. Então:

$$Q = mc = \frac{E}{c^2} \cdot c \Rightarrow Q = \frac{E}{c}. \text{ Como } E = hf \Rightarrow Q = \frac{hf}{c} = \frac{hf}{\lambda f} = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{Q}$$

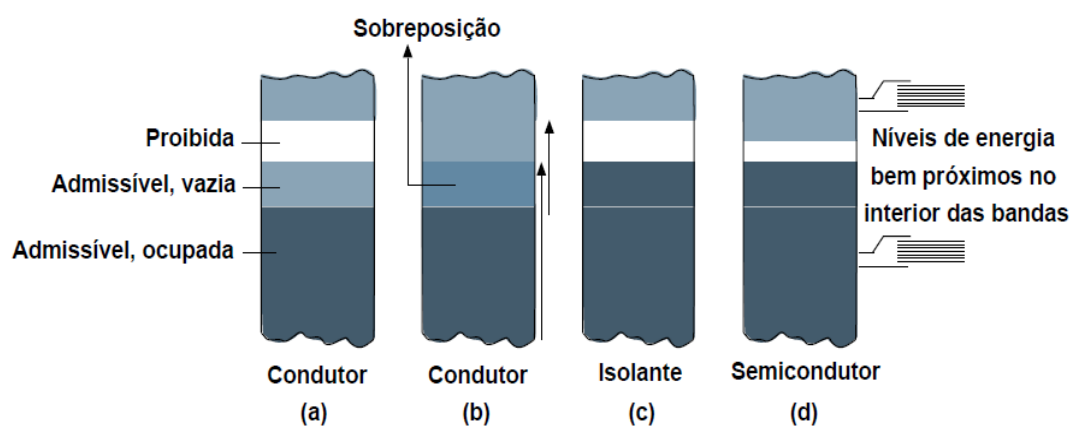
5ª Questão:

Conceitue banda de energia e a partir desse conceito explique o que são semicondutores. Esboce um esquema das bandas de energia para condutores, isolantes e semicondutores.

SOLUÇÃO:

A estrutura de bandas (faixas) refere-se à forma da relação entre a energia e o momento (quantidade de movimento, ou seja o produto de sua massa por sua velocidade) 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. Quando colocados próximos, os átomos dão origem a níveis energéticos alterados, de tal modo que aqueles muito próximos ao núcleo são pouco alterados, enquanto os níveis mais externos sofrem grande influência da proximidade de outro átomo, dando origem a mais níveis de energia, com valores próximos. Quando são muitos átomos próximos, influenciando-se em seus níveis energéticos individuais, formam-se faixas de níveis energéticos, que são denominadas bandas. 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 (faixa). 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. Isto ocorre pela perturbação dos níveis de energia do grupo de átomos do cristal, com a introdução de níveis intermediários de energia.