

Volume 1 • Módulo 4 • Física • Unidade 7

Aprendendo sobre as correntes elétricas

Andreia Mendonça Saguia, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas, Wellington Wallace Miguel Melo.

Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderão ser utilizadas e/ou adaptadas, de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Ele poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção, existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 7 – Aprendendo sobre as correntes elétricas –, procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo de correntes; para isto, alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos da eletrostática. Apresentamos algumas atividades experimentais que ilustram a diversidade do assunto, trazendo novos e divertidos experimentos sobre um tema tão vasto como o de correntes elétricas.

Esperamos, por meio deste material, atuar ao seu lado com um conjunto de opções que venham a atender a necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

Apresentação da unidade do material do aluno

Caro professor, apresentamos as características principais da unidade que trabalharemos.

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	1	4	7	4

Titulo da unidade	Tema
Aprendendo sobre as correntes elétricas	Corrente elétrica
Objetivos da unidade	
Conceituar corrente elétrica	
Calcular o fluxo de elétrons em uma corrente	
Diferenciar o sentido do fluxo de elétrons e da corrente elétrica	
Identificar os diferentes tipos de corrente elétrica	
Calcular a resistência elétrica de um resistor	
Seções	Páginas no material do aluno
1. A ocorrência da corrente elétrica	183 a 188
2. O sentido convencional da corrente elétrica	189 a 192
3. Diferença de potencial elétrico ou voltagem	192 a 193
4. Resistência elétrica	194

A seguir, serão oferecidas algumas atividades para potencializar o trabalho em sala de aula. Verifique, portanto, a relação entre cada seção deste documento e os conteúdos do Material do Aluno.

Você terá um amplo conjunto de possibilidades de trabalho.

Vamos lá!

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades

Para dar suporte às aulas, seguem os recursos, ferramentas e ideias no Material do Professor, correspondentes à Unidade acima:



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



Ferramentas

Atividades que precisam de ferramentas disponíveis para os alunos.



Avaliação

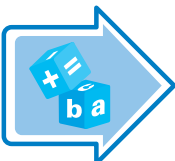
Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.



Exercícios

Proposições de exercícios complementares

Atividade Inicial

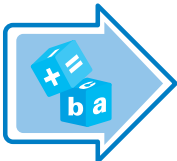
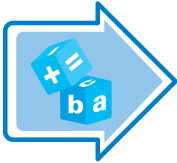

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Bateria de frutas e legumes	Dois pedaços de fio elétrico fino de 20 cm cada um, duas moedas de 5 centavos de real (ou dois parafusos de cobre ou, ainda, duas placas de cobre), 2 parafusos galvanizados (ou duas placas de zinco), um LED (de preferência, vermelho, pois este opera com baixa voltagem: só 1.8 V) e uma batata grande.	Mostraremos que algumas frutas e legumes podem ser usados como fonte de energia elétrica. Como exemplo, vamos acender um LED utilizando uma batata. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid12-Ativ-Inicial.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos

Seção 1 – A ocorrência da corrente elétrica

Páginas no material do aluno

183 a 192

Seção 2 – O sentido convencional da corrente elétrica


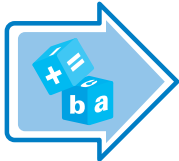
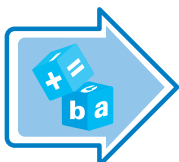
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando o multímetro para medir correntes elétricas	Bateria 9V; Clip para bateria; Multímetro digital; Lâmpada automotiva simples; 2m - Cabinho (0,20mm ²) ou qualquer outro fio fino; Fita isolante; Interruptor Liga e Desliga (on – off); Conector sindal 3 vias; Alicates de corte; Chave de fenda pequena.	Nesta prática, procuramos familiarizar os alunos ao uso de instrumentos de medidas de grandezas elétricas e à presença da corrente elétrica no circuito.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos
	Circuito de massinha de modelar	Três pilhas pequenas de 1,5 V cada uma, LEDs de cores variadas e massinha de modelar (feita de sal).	Nesta atividade, vamos aproveitar a flexibilidade da massinha de modelar para montar diferentes circuitos e explorar de modo divertido algumas propriedades da corrente elétrica. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid12-Sec1e2.wmv).	grupos de 4 ou 5 alunos	40 minutos.
	Corrente na área	Software GeoGebra e o applet (Fisica_Mod3_Un12_Sec1.ggb), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxilia na discussão do conceito de corrente elétrica. Com ele é possível controlar a quantidade de cargas (elétrons) que atravessa uma área transversal, bem como o tempo (em segundos) que essas cargas demoram para efetuar tal travessia. Os valores da carga (em Coulombs) e da corrente (em Ampères) são exibidos na tela. Ao clicar sobre o botão 'iniciar', as cargas são animadas e atravessam a área transversal. A fim de alterar os parâmetros e visualizar uma nova animação, é preciso acionar o botão 'reiniciar'.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Seção 3 – Diferença de potencial elétrico ou voltagem

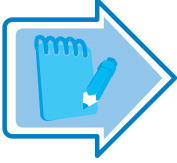
Páginas no material do aluno

192 a 194

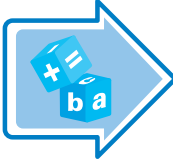
Seção 4 – Resistência elétrica

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Potencial de uma carga puntiforme	Applet (Fisica_Mod3_Un12_Sec3.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão do conceito de diferença de potencial. Com ele, é possível calcular rapidamente o potencial elétrico devido a uma carga puntiforme em dois pontos distintos do espaço e obter a diferença de potencial entre estes pontos. Os dois pontos espaciais são representados por um quadrado e um círculo, que podem ser arrastados para novas posições, utilizando o <i>mouse</i> . O valor da carga elétrica puntiforme pode ser facilmente modificado na interface gráfica.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos
	Usando o multímetro para medir tensões elétricas	Bateria 9V; Clip para bateria; Multímetro digital; Lâmpada automotiva simples; 2m - Cabelinho (0,20mm ²) ou qualquer outro fio fino; Fita isolante; Interruptor Liga e Desliga (<i>on – off</i>); Conector sindal 3 vias; Alicates de corte; Chave de fenda pequena.	Nesta prática, o professor irá explorar os conceitos de um circuito elétrico, assim como o conceito de diferença de potencial.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos
	Usando o multímetro para medir resistências elétricas	3 Resistores de 1k Ω ; Multímetro digital	Durante esta prática, o professor terá a oportunidade de comprovar, junto a seus alunos, a dependência direta da resistência com o comprimento do resistor e a dependência inversa da resistência com a seção transversal do resistor. Mais uma vez, façamos uso do multímetro e de alguns resistores comerciais (1k Ω).	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Corrente Elétrica, Fluxo de Elétrons e Resistência Elétrica. Um arquivo contendo a Lista de Exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Bateria de frutas e legumes	Dois pedaços de fio elétrico fino de 20 cm cada um, duas moedas de 5 centavos de real (ou dois parafusos de cobre ou, ainda, duas placas de cobre), 2 parafusos galvanizados (ou duas placas de zinco), um LED (de preferência, vermelho, pois este opera com baixa voltagem: só 1.8 V) e uma batata grande.	Mostraremos que algumas frutas e legumes podem ser usados como fonte de energia elétrica. Como exemplo, vamos acender um LED utilizando uma batata. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid12-Ativ-Inicial.wmv).	O professor interage com toda a turma	30 minutos

Aspectos operacionais

- Para estimular a participação dos alunos, inicie o experimento com uma conversa sobre como a energia elétrica está presente em nosso dia a dia e como ela, neste momento, se tornou indispensável. Lembre a eles o caos que fica a cidade num dia de apagão.
- Agora, para provocá-los, lance uma pergunta do tipo: sabemos que os alimentos são fontes de energia para os seres humanos, mas será que eles também podem ser fontes de energia elétrica?
- Para mostrar aos alunos que alguns alimentos se comportam como baterias, proponha a eles acender um LED utilizando apenas uma batata.
- Primeiro, finque um parafuso galvanizado (coberto por uma camada de zinco) numa extremidade da batata e uma moedinha na outra. Se você tiver um multímetro, poderá observar que a voltagem gerada é de aproximadamente 0,9 V (veja Fig. 1)
- Essa voltagem não é suficiente para acender um LED (1,8 V). Para obter a voltagem desejada, montaremos um circuito em série.
- Corte a batata ao meio (os pedaços serão chamados de metade 1 e metade 2). Finque um parafuso e uma moeda nas extremidades de cada metade. Perceba que agora temos duas pilhas. Com a ajuda de um multímetro, você poderá verificar que cada pilha fornece uma faixa de 0,9 V (veja Fig. 2).
- Para ligar as pilhas em série, utilize um pedaço de fio para conectar o parafuso da metade 1 com a moeda da metade 2. Se precisar, utilize fita isolante para fixar o fio. Essa montagem equivale a uma pilha de aproximadamente 1,8 V (veja Fig. 3).

- Para acender o LED, conecte uma das extremidades do segundo pedaço de fio ao parafuso da metade 2 e a outra extremidade do fio com uma das pernas do LED.
- Encoste a perna livre do LED na moeda fincada na metade 1 (veja o resultado final na Fig. 4). Essas duas pilhas podem manter o LED aceso por alguns dias. Se tivéssemos usado duas batatas inteiras, o LED poderia permanecer aceso por mais de uma semana.
- Lembre-se de que o LED só deixa passar corrente num sentido; assim, se ele não acender na 1ª tentativa, inverta a ligação das pernas do LED com o fio e a moeda.
- Se ainda assim o LED não acender, tente conectar mais batatas em série, para obter uma voltagem final mais alta.
- Para enriquecer ainda mais a aula, você pode testar a eletricidade em outros alimentos. Cenoura, beterraba, chuchu, limão e laranja também são fontes de energia elétrica. Todos eles fornecem uma voltagem de aproximadamente 0,9 V. Outra forma de explorar esse experimento é utilizando outros pares de metais, por exemplo: cobre/zinco, magnésio/ferro, alumínio/cobre, prego zincado/cobre, etc.
- Observe que todo material culinário que for utilizado neste experimento deve ser descartado (pois eles podem conter metal diluído).

Figuras ilustrativas da Montagem Experimental:

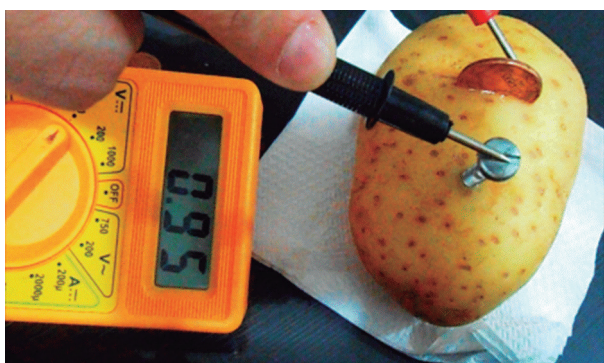


Figura 1



Figura 2

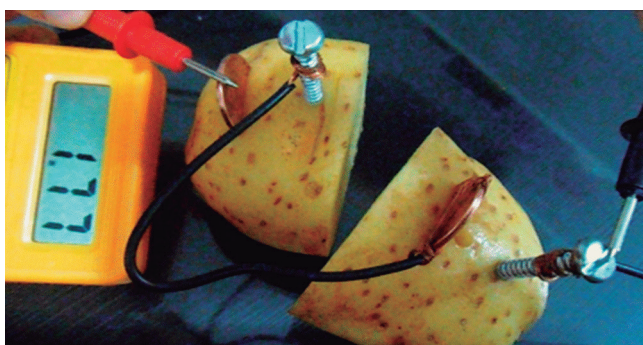


Figura 3

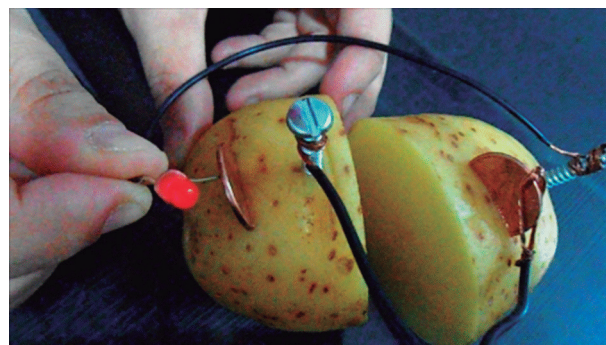
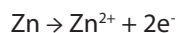


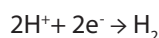
Figura 4

Aspectos pedagógicos

Após a apresentação do experimento, os alunos devem ficar bastante curiosos para entender o funcionamento dessa pilha feita com uma batata e dois metais. Nesse momento, você pode fornecer a eles uma explicação bem simples, baseada no funcionamento do circuito com uma batata inteira, um prego e uma moeda conectados externamente por um fio. Algumas dicas: pilhas são dispositivos onde ocorrem reações químicas espontâneas que geram corrente elétrica. Elas são formadas por dois eletrodos (terminais positivo e negativo) e um eletrólito (solução aquosa formada por íons). No nosso caso, a batata funciona como a solução eletrolítica. Ela contém o ácido fosfórico (H_3PO_4), que se dissolve em sua própria água e se dissocia em íons positivos e negativos. Esses íons podem se movimentar porque ficam livres na solução e são arrastados pela água. O prego de zinco funciona como o terminal negativo da pilha, e a moeda como o terminal positivo. Vejamos por quê. O zinco se dissolve no líquido eletrolítico, transformando-se em íons Zn^{2+} e 2 elétrons. Os íons Zn^{2+} se misturam com a solução da batata, e os 2 elétrons livres são deixados no metal (no prego). Essa reação pode ser escrita como:



Enquanto os íons de zinco entram na solução, dois íons de hidrogênio (2H^+) da solução se combinam com 2 elétrons da superfície da moeda de cobre e formam o gás hidrogênio, que escapa para o ar. Essa reação pode ser escrita como:



Os elétrons livres deixados no prego de zinco passam pelo fio externo e vão suprir a placa de cobre que havia perdido dois elétrons. Esse fluxo de elétrons é o responsável por acender o LED. A energia elétrica vem da energia química liberada durante a reação do zinco com a solução ácida.

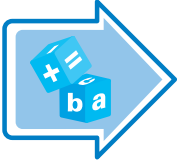
Para entender como o circuito funciona convencionalmente de forma fechada, lembre-se de que o fluxo de elétrons, por meio do fio externo do prego para a moeda, representa uma corrente positiva no sentido contrário (da moeda para o prego). Já dentro da batata, existe um fluxo de íons positivos (tanto Zn^{2+} quanto H^+) do prego para a moeda (os íons positivos são atraídos para a moeda para se combinarem com os elétrons que estão chegando do prego), fechando o circuito.

Seção 1 – A ocorrência da corrente elétrica

Páginas no material do aluno

183 a 192

Seção 2 – O sentido convencional da corrente elétrica

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando o multímetro para medir correntes elétricas	Bateria 9V; Clip para bateria; Multímetro digital; Lâmpada automotiva simples; 2m - Cabinho (0,20mm ²) ou qualquer outro fio fino; Fita isolante; Interruptor Liga e Desliga (on – off); Conector sindal 3 vias; Alicate de corte; Chave de fenda pequena.	Nesta prática, procuramos familiarizar os alunos ao uso de instrumentos de medidas de grandezas elétricas e à presença da corrente elétrica no circuito.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Aspectos operacionais

A princípio, o uso do multímetro parece ser algo muito complexo, porém a utilização do mesmo acaba sendo um benefício tanto para a vida cotidiana do aluno da Nova EJA quanto para o desempenho das aulas do professor. Os alunos, familiarizando-se com as técnicas de medida elétrica, poderão evitar danos em equipamentos e perigos à sua saúde.

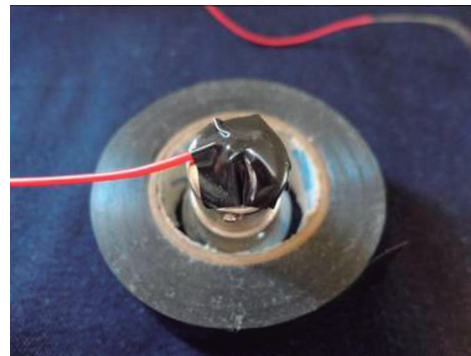
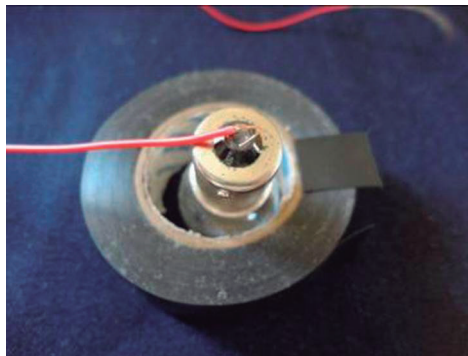
- Confira, na imagem a seguir, os materiais necessários para a realização do experimento.



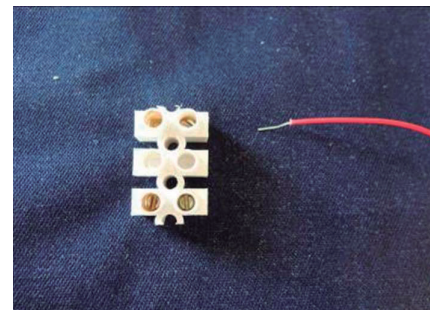
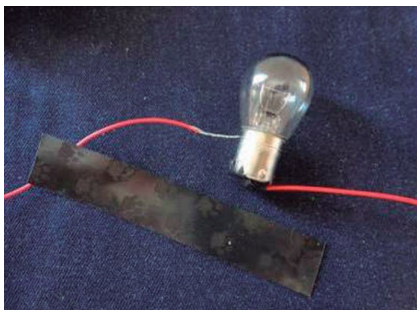
- Posicione a chave seletora do multímetro no maior valor possível de corrente elétrica (10A – lembre-se de mudar a ponta de prova vermelha de posição).



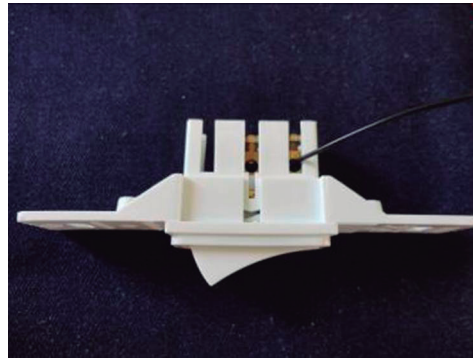
- Conecte o terminal vermelho do clip de bateria ao borne inferior da lâmpada (se possível, use um pedaço de fio vermelho).



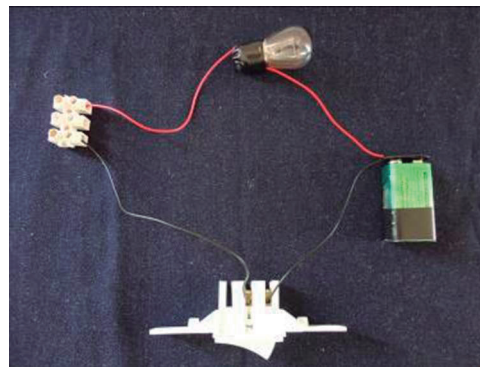
- Desencape uma das extremidades do fio e circule o borne ao redor da lâmpada; a outra extremidade conecte a um lado do conector sindal (lembre-se de usar a fita isolante para evitar curto-circuito).



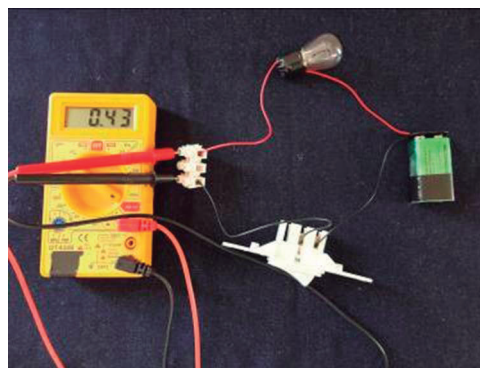
- Conecte o terminal preto do clip de bateria em um dos bornes da chave liga e desliga.



- Conecte o segundo borne da chave liga e desliga à extremidade do conector sindal (se possível, use um pedaço de fio preto).



- Do lado oposto do conector sindal, acople o multímetro.



Aspectos pedagógicos

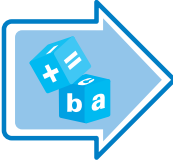
- O uso do multímetro deve ser coordenado pelo professor, para evitar o posicionamento errôneo da chave seletora do mesmo.
- O aluno pode ser levado a crer que a chave liga e desliga não terá efeito quando posicionada após a lâmpada e que a mesma permanecerá acesa. Vale o professor ressaltar que o sentido convencional da corrente elétrica foi interrompido.
- Manter a lâmpada acesa por muito tempo acarreta o descarregamento rápido da bateria de 9V, devido à alta potência da lâmpada (25W); assim, evite o acionamento longo do interruptor.
- Caso o professor possua, à disposição, lâmpadas específicas para a tensão de 9V, terá um desenvolvimento melhor do experimento.

Seção 1 – A ocorrência da corrente elétrica

Seção 2 – O sentido convencional da corrente elétrica

Páginas no material do aluno

183 a 192

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Circuito de massinha de modelar	Três pilhas pequenas de 1,5 V cada uma, LEDs de cores variadas e massinha de modelar (feita de sal).	Nesta atividade, vamos aproveitar a flexibilidade da massinha de modelar para montar diferentes circuitos e explorar de modo divertido algumas propriedades da corrente elétrica. Vídeo ilustrando a experiência está disponível no material anexo do professor (Mod3-Unid12-Sec1e2.wmv).	grupos de 4 ou 5 alunos	40 minutos.

Aspectos operacionais

- Uma boa maneira de iniciar esta atividade é chamando a atenção dos alunos para o seguinte fato: embora poucos se deem conta, a massinha de modelar feita com sal é uma boa condutora de eletricidade. Que tal, então, aproveitar essa propriedade da massinha para aprender um pouco sobre corrente elétrica? A vantagem da massinha sobre o fio é que sua maleabilidade permite criar diferentes configurações e conexões com muita facilidade.
- Esta atividade pode ser realizada de forma demonstrativa pelo professor, mas a aula será mais divertida se os alunos puderem brincar com a massinha e construir seus próprios circuitos. Por isso, sugerimos que a turma seja dividida em pequenos grupos (4 ou 5 alunos cada um).

- Cada grupo de alunos deve estar munido de três pilhas (1,5 V), massinha de modelar e um ou dois LEDs.
- Primeiramente, oriente os alunos a conectar as pilhas em série para obter uma voltagem de 4,5 V (suficiente para acender os LEDs). Eles devem usar fita isolante para manter as pilhas em contato.
- Para criar o circuito, peça aos alunos para tomar duas porções de massinha e enrolá-las, de modo a obter dois cilindros compridos. Por último, eles devem conectar cada cilindro de massinha a um dos polos do conjunto de pilhas.
- Se você tiver um multímetro, poderá testar a voltagem do circuito, conectando os cilindros de massinha. Ela deve ser menor que a voltagem da associação de pilhas, pois a massinha, apesar de ser uma boa condutora de eletricidade, apresenta uma resistência bem maior que a de um metal.
- Agora, utilizando os LEDs, podem-se testar algumas propriedades da corrente e da resistência que são apresentadas nesta Unidade. Por exemplo:

1. Circuito aberto e fechado

Para comparar as duas situações, faça as conexões como mostrado nas Figuras 1a e 1b. Mostre que, no caso do circuito fechado, fluirá uma corrente e o LED acenderá.



Figura 1-a

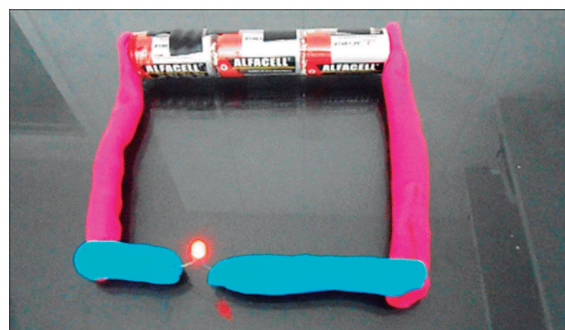


Figura 1-b

2. Corrente contínua e sentido da corrente

Experimente conectar o LED com os cilindros de massinha das duas maneiras possíveis e mostre que, como a corrente gerada pela pilha é contínua (só flui em um sentido) e o LED só deixar passar corrente também em um único sentido, ele só acende quando ligado de maneira que esses dois sentidos sejam coincidentes (a perna maior do LED indica seu polo positivo; ligue-o ao polo positivo da pilha).

3. Condutores e isolantes

Feche o circuito (como mostrado nas Figuras 2-a e 2-b), utilizando materiais condutores e isolantes, e mostre que, no caso dos condutores, haverá passagem de corrente e o consequente acendimento do LED.

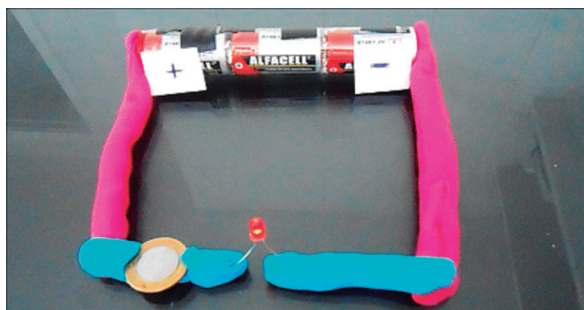


Figura 2-a

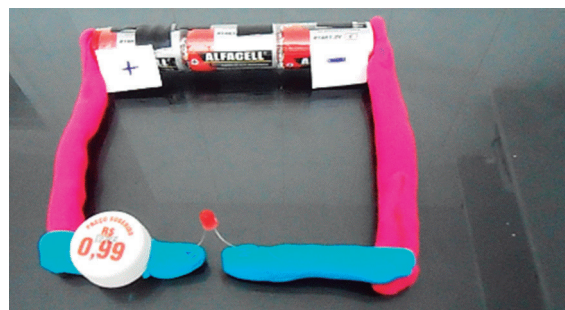


Figura 2-b

4. A corrente prefere passar pelo caminho que oferece a menor resistência. Veja, na Figura 3-a, que a corrente toma o caminho pelo LED e este acende com grande brilho. Para prosseguir pelo caminho longo da massinha, a corrente teria que vencer a resistência enorme do ar que separa as duas extremidades de massinha.



Figura 3-a



Figura 3-b

5. A massinha não é um condutor perfeito (condutor que possui resistência nula, como os supercondutores). Veja, na Figura 3-b, que, devido à resistência do longo caminho de massinha que a corrente tem que percorrer, o LED, conectado às extremidades da massinha, brilha com pouca intensidade.

Aspectos pedagógicos

Num primeiro momento, é importante que os alunos montem o circuito conforme mostrado acima, para estudar o comportamento da corrente elétrica. No entanto, pode-se abrir espaço para eles mostrarem sua criatividade numa tarefa de casa. Eles podem, por exemplo, moldar bichinhos, bonequinhos ou carrinhos com massinha de modelar intercalada com algum isolante e utilizar os LEDs para dar um caráter eletrônico a suas criações. Esse trabalho poderá ser apresentado à turma numa outra aula e até valer alguns pontinhos na média. Os alunos que tiverem filhos poderão se divertir em casa realizando esse desafio.


É importante frisar que as sugestões aqui apresentadas para explorar essa atividade não esgotam todo o seu potencial. Essa atividade possui várias abordagens e poderá ser reapresentada em outros momentos para verificar o conteúdo já apresentado ou para introduzir novos conceitos.

Seção 1 – A ocorrência da corrente elétrica

Páginas no material do aluno

183 a 192

Seção 2 – O sentido convencional da corrente elétrica



Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Corrente na área	Software GeoGebra e o applet (Física_Mod3_Un12_Sec1.ggb), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxilia na discussão do conceito de corrente elétrica. Com ele é possível controlar a quantidade de cargas (elétrons) que atravessa uma área transversal, bem como o tempo (em segundos) que essas cargas demoram para efetuar tal travessia. Os valores da carga (em Coulombs) e da corrente (em Ampères) são exibidos na tela. Ao clicar sobre o botão 'iniciar', as cargas são animadas e atravessam a área transversal. A fim de alterar os parâmetros e visualizar uma nova animação, é preciso acionar o botão 'reiniciar'.	O professor interage com toda a turma	15 minutos

Aspectos operacionais

- Muitas vezes, os alunos têm dificuldade em conectar os conceitos de corrente elétrica e carga elétrica. Inicie uma discussão sobre a origem da corrente elétrica em materiais condutores ou em uma solução de água e sal. Os alunos devem se convencer de que ela é proveniente da grande mobilidade dos elétrons no condutor, no primeiro caso, e do movimento dos íons, no segundo.
- Duas ideias-chave devem aparecer nesta discussão: a quantidade de elétrons influencia a corrente, bem como sua velocidade (ou o tempo que demoram para se deslocar entre dois pontos). Apresente essas ideias, se elas não surgirem.
- Inicie o applet e comente sobre o que é exibido e sobre os controles disponíveis. Reforce a ideia de que cada pontinho verde representa um elétron. Ajuste o controle deslizante para que apenas um elétron seja exibido e chame a atenção dos alunos para a carga exibida.
- Altere, então, o valor do tempo e comente sobre como a corrente muda neste caso.

- Escolha um valor para o número de elétrons e para o tempo e, em seguida, clique sobre o botão 'iniciar'.
- Acione o botão 'reiniciar' e repita a operação com outros valores para os parâmetros.

Aspectos pedagógicos

Ao discutir a condução de corrente elétrica, principalmente no caso de metais, deve-se enfatizar que estes elétrons, apesar de possuírem grande mobilidade, colidem diversas vezes com a rede cristalina, esquentando a rede através do efeito Joule. Isso não é ilustrado neste applet.


A ideia de que a corrente não depende só da carga deve ser reforçada. Inicie a animação com o máximo de cargas (30) e o máximo de tempo (10 segundos) e veja que a corrente produzida é a mesma do que a de apenas 3 cargas no menor tempo permitido pelo applet (1 segundo).

Seção 3 – Diferença de potencial elétrico ou voltagem

Seção 4 – Resistência elétrica

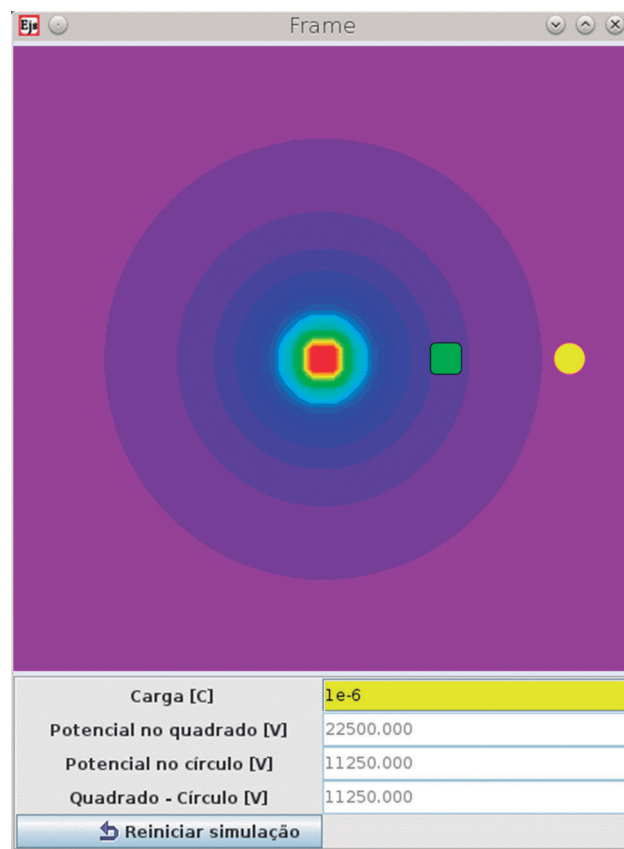
Páginas no material do aluno

192 a 194

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Potencial de uma carga puntiforme	Applet (Física_Mod3_Un12_Sec3.jar), disponível no material anexo do professor.	Este applet auxiliará a discussão do conceito de diferença de potencial. Com ele, é possível calcular rapidamente o potencial elétrico devido a uma carga puntiforme em dois pontos distintos do espaço e obter a diferença de potencial entre estes pontos. Os dois pontos espaciais são representados por um quadrado e um círculo, que podem ser arrastados para novas posições, utilizando o <i>mouse</i> . O valor da carga elétrica puntiforme pode ser facilmente modificado na interface gráfica.	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

Aspectos operacionais

- Discuta o conceito de potencial elétrico e como ele pode ser calculado no caso simples de uma carga puntiforme.
- Inicie o applet em um computador com Java instalado. Se estiver em um sistema operacional Windows, dê dois cliques com o botão esquerdo do mouse. Caso esteja em uma máquina Linux, abra um terminal e, no folder onde está o applet, execute: `java -jar Fisica_Mod3_Un12_Sec3.jar`.



- A carga puntiforme se encontra no centro da imagem. Arraste o quadrado e o círculo para novas posições e alterne quais dos dois se encontra mais próximo da carga, para que os estudantes vejam as mudanças na magnitude e no sinal da diferença de potencial.

Aspectos pedagógicos

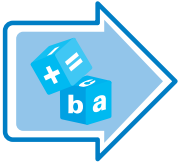
Durante a demonstração, os estudantes podem perguntar o que são os círculos presentes nas vizinhanças da carga. Diga que eles representam curvas equipotenciais. Arraste um dos pontos sobre uma delas e mostre que, dentro da margem de erro com a qual você consegue manter o ponto sobre o círculo, o potencial possui o mesmo valor em todos os pontos que estão a uma distância r da carga.

Seção 3 – Diferença de potencial elétrico ou voltagem

Páginas no material do aluno

192 a 194

Seção 4 – Resistência elétrica

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando o multímetro para medir tensões elétricas	Bateria 9V; Clip para bateria; Multímetro digital; Lâmpada automotiva simples; 2m - Cabinho (0,20mm ²) ou qualquer outro fio fino; Fita isolante; Interruptor Liga e Desliga (<i>on – off</i>); Conector sindal 3 vias; Alicates de corte; Chave de fenda pequena.	Nesta prática, o professor irá explorar os conceitos de um circuito elétrico, assim como o conceito de diferença de potencial.	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Aspectos operacionais

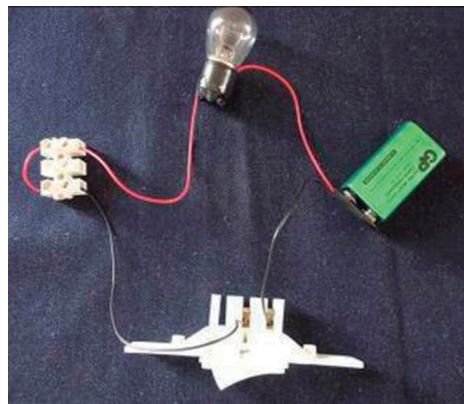
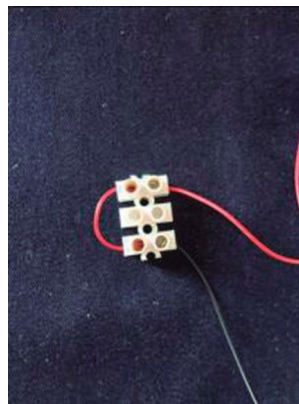
- Confira, na imagem a seguir, os materiais necessários para a realização do experimento.



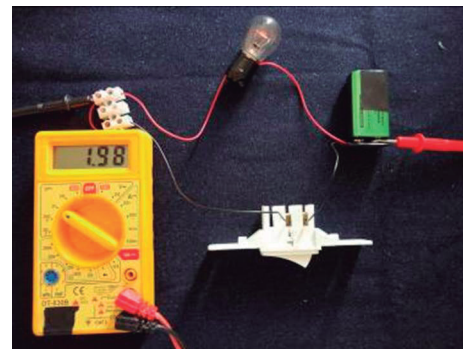
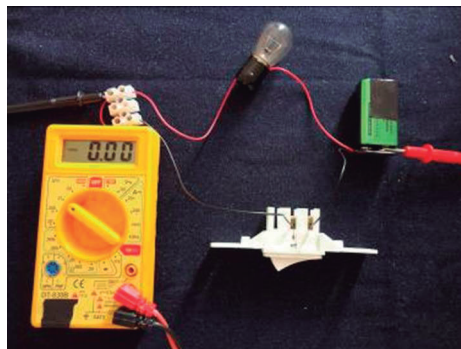
- Posicione a chave seletora do multímetro na posição tensão contínua e no valor 20V.



- Com um pequeno pedaço de fio, conecte os terminais traseiros do conector sindal – uma espécie de jumper.



- Posicione as pontas de prova do multímetro nos terminais da lâmpada e observe o valor da diferença de potencial (d.d.p.) estabelecido (obedeça à polaridade).



Aspectos pedagógicos

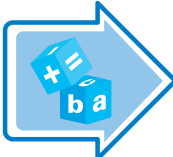
- O uso do multímetro deve ser coordenado pelo professor, para evitar o posicionamento errôneo da chave seletora do mesmo.
- Existe a possibilidade de associarem-se outras lâmpadas em série; assim, medir a d.d.p. uma a uma e somá-las; essa d.d.p. resultante é numericamente igual à d.d.p. da bateria.
- Manter a lâmpada acesa por muito tempo acarreta o descarregamento rápido da bateria de 9V, devido à alta potência da lâmpada (25W); assim, evite o acionamento longo do interruptor.
- Caso o professor tenha, à mão, lâmpadas específicas para a tensão de 9V, terá um desenvolvimento melhor do experimento.

Seção 3 – Diferença de potencial elétrico ou voltagem

Seção 4 – Resistência elétrica

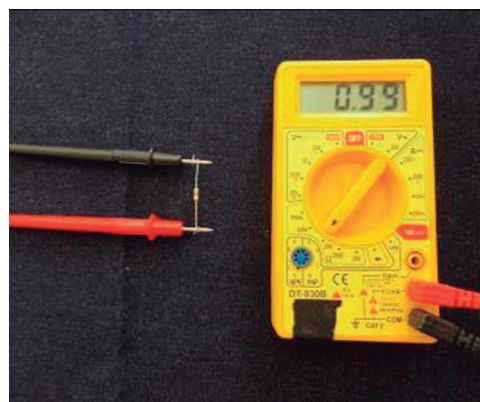
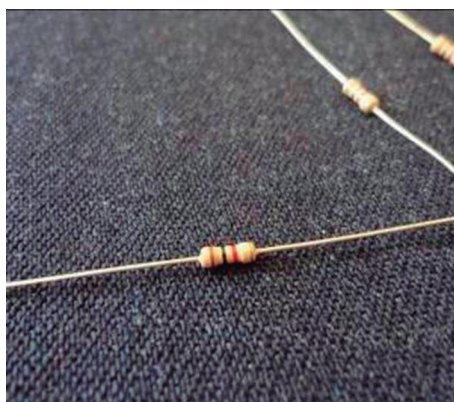
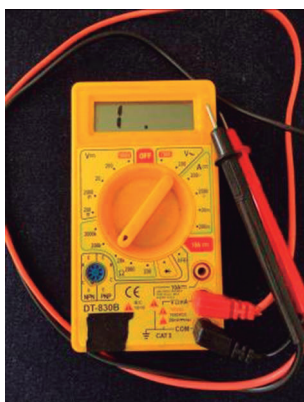
Páginas no material do aluno

192 a 194

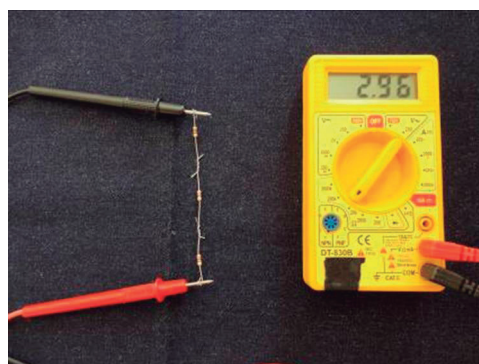
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Usando o multímetro para medir resistências elétricas	3 Resistores de 1k Ω ; Multímetro digital	Durante esta prática, o professor terá a oportunidade de comprovar, junto a seus alunos, a dependência direta da resistência com o comprimento do resistor e a dependência inversa da resistência com a seção transversal do resistor. Mais uma vez, façamos uso do multímetro e de alguns resistores comerciais (1k Ω).	Em grupos de 4 alunos	45 a 90 minutos

Aspectos operacionais

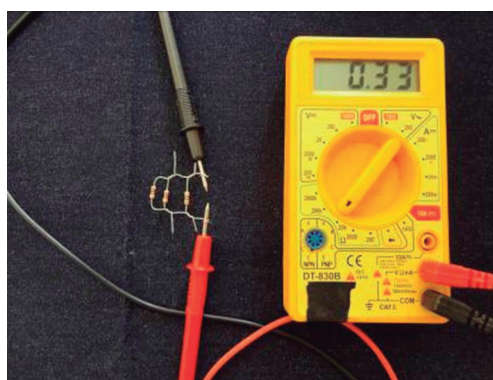
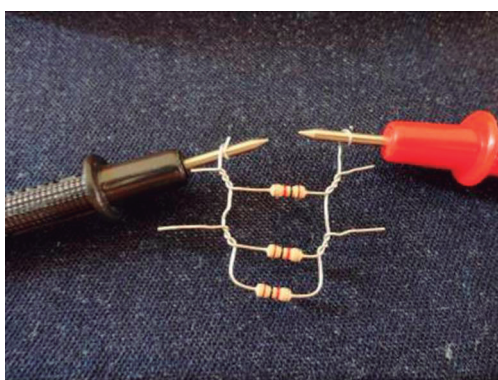
- Ponha o multímetro na posição 20k, para medir resistores até o valor de 20k; verifique o valor de cada resistência (atente para a posição dos cabos no multímetro).



- Estabeleça a arrumação abaixo entre os resistores e conecte as pontas de prova do multímetro nos extremos do arranjo. Evidencie o aumento do comprimento do resistor final, ou seja, uma associação em série (aumento da resistência final).




- Estabeleça a arrumação abaixo entre os resistores e conecte as pontas de prova do multímetro nos extremos do arranjo. Evidencie o aumento da área da secção transversal do resistor final, ou seja, uma associação em paralelo (diminuição da resistência final).



Aspectos pedagógicos

- Com esta prática, os alunos irão se familiarizar com as medidas de resistência elétrica. Vale o professor ratificar a presença dos resistores no dia a dia e a importância de saber mensurá-los, por exemplo, medir os filamentos das lâmpadas automotivas, testar continuidade de fusíveis, comprovar o rompimento de fios, etc.
- Caso o professor decida explorar uma arrumação mista entre os resistores, pode lançar mão do paralelismo entre 2 resistores e, em seguida, conectá-los em série ao terceiro resistor.
- Vale ressaltar que já existem sítios da Internet que comercializam equipamentos eletroeletrônicos, caso o professor queira ir além com as montagens (adquirindo outros resistores, lâmpadas, diodos emissores de luz (LED'S), multímetros, protoboard, etc).
- Não permita a ligação desses resistores à tensão elétrica da rede.
- É possível substituir os mesmos resistores por lâmpadas de baixas tensões.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Aprendendo sobre Energia	Lápis e papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta Unidade, tais como Corrente Elétrica, Fluxo de Elétrons e Resistência Elétrica. Um arquivo contendo a Lista de Exercícios a seguir está disponível no material anexo do professor.	Atividade individual	1 aula

Aspectos operacionais

Para o momento de avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 7. A seguir, apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta Unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a Unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado nesse material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

Lista de Exercícios: Aprendendo sobre as correntes elétricas

1. (UFPE 2013) Um fio metálico e cilíndrico é percorrido por uma corrente elétrica constante de 0,4 A. Considere o módulo da carga do elétron igual a $1,6 \times 10^{-19}$ C. Expressando a ordem de grandeza do número de elétrons de condução que atravessam uma seção transversal do fio em 60 segundos na forma 10^N , qual o valor de N?
2. (FUVEST 2010) Medidas elétricas indicam que a superfície terrestre tem carga elétrica total negativa de, aproximadamente, 600.000 Coulombs. Em tempestades, raios de cargas positivas, embora raros, podem atingir a superfície terrestre. A corrente elétrica desses raios pode atingir valores de até 300.000 A. Que fração da carga elétrica total da Terra poderia ser compensada por um raio de 300.000 A e com duração de 0,5 s?
 - a. 1/2
 - b. 1/3
 - c. 1/4
 - d. 1/10
 - e. 1/20
3. (UNICAMP 2013) O carro elétrico é uma alternativa aos veículos com motor a combustão interna. Qual é a autonomia de um carro elétrico que se desloca a v se a corrente elétrica empregada nesta velocidade é igual a 50 A e a carga máxima armazenada em suas baterias é $q = 75$ Ah?
 - a. 40,0 km
 - b. 62,5 Km
 - c. 90,0 km
 - d. 160,0 Km.

4. (UPE 2010) Uma corrente de 0,3 A que atravessa o peito pode produzir fibrilação (contrações excessivamente rápidas das fibrilas musculares) no coração de um ser humano, perturbando o ritmo dos batimentos cardíacos, com efeitos possivelmente fatais. Considerando que a corrente dure 2,0 min, o número de elétrons que atravessam o peito do ser humano vale:

Dado: carga do elétron = $1,6 \times 10^{-19}$ C

- a. $5,35 \cdot 10^2$
 - b. $1,62 \cdot 10^{-19}$
 - c. $4,12 \cdot 10^{18}$
 - d. $2,45 \cdot 10^{18}$
 - e. $2,25 \cdot 10^{20}$
5. (UFOP 2010) Em uma tarde de tempestade, numa região desprovida de para-raios, a antena de uma casa recebe uma carga que faz fluir uma corrente de $1,2 \times 10^4$ A em um intervalo de tempo de 25×10^{-6} s. Qual a carga total transferida para a antena?
- a. 0,15 C
 - b. 0,2 C
 - c. 0,48 C
 - d. 0,3 C
6. (UFPA 2011) O acelerador de partículas LHC, o Grande Colisor de Hadrons (Large Hadron Collider), recebeu da imprensa vários adjetivos superlativos: “a maior máquina do mundo”, “o maior experimento já feito”, “o big-bang recriado em laboratório”, para citar alguns. Quando o LHC estiver funcionando a plena capacidade, um feixe de prótons, percorrendo o perímetro do anel circular do acelerador, irá conter 10^{14} prótons, efetuando 10^4 voltas por segundo, no anel. Considerando que os prótons preenchem o anel uniformemente, identifique a alternativa que indica corretamente a corrente elétrica que circula pelo anel.

Dado: carga elétrica do próton $1,6 \times 10^{-19}$ C

- a. 0,16 A
 - b. $1,6 \times 10^{-15}$ A
 - c. $1,6 \times 10^{-29}$ A
 - d. $1,6 \times 10^{-9}$ A
 - e. $1,6 \times 10^{-23}$ A
7. (G1 - CFTSC 2010)

Quadro 1

Desempenho	Automóvel A	Automóvel B
De 0 a 100 km/h	13,0 s	11,0 s
0 - 1000 m	34,7 s	33,2 s
Velocidade máxima	180 km/h	182 km/h
Frenagem de 80 km/h a 0	26,0 m	26,0 m
Dimensões		
Peso	1400 kgf	1240 kgf

Sobre os automóveis do quadro 1:

- I. Se um raio atingir um dos automóveis, a carga elétrica ficará distribuída pela superfície externa do automóvel.
- II. Se um dos faróis queimar, o outro continuará a funcionar normalmente. Isso prova que os faróis estão ligados em série à bateria.
- III. Segundo o princípio de Arquimedes, quando o motorista pisar no pedal dos freios, a pressão será transmitida integralmente por todo o fluido desse sistema.

Considerando as proposições apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a. Apenas a proposição I é verdadeira.
- b. Apenas as proposições I e II são verdadeiras.
- c. Apenas a proposição III é verdadeira.
- d. Apenas as proposições II e III são verdadeiras.
- e. Apenas a proposição II é verdadeira

Gabarito Comentado

Resposta da questão 1: 20

Da definição de corrente elétrica:

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{n e}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{i \Delta t}{e} = \frac{0,4 \cdot 60}{1,6 \times 10^{-19}} \Rightarrow n = 1,5 \times 10^{20}.$$

$$10^N = 10^{20} \Rightarrow N = 20.$$

Resposta da questão 2: [C]

A carga transferida no raio é: $\Delta Q = i \Delta t = 300.000(0,5) = 150.000 \text{ C}$.

$$\text{A fração pedida é: } \frac{\Delta Q}{|Q_{\text{Terra}}|} = \frac{150.000}{600.000} = \frac{1}{4}.$$

Resposta da questão 3: [C]

A quantidade de carga elétrica contida na bateria é dada por:

$$q = i \cdot \Delta t$$

$$75\text{Ah} = 50\text{A} \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{75}{50} \text{h}$$

$$\Delta t = 1,5\text{h}$$

Sabendo que a autonomia (em horas) da bateria é 1,5 horas, temos:

$$\begin{aligned}\Delta s &= v \cdot \Delta t \\ \Delta s &= 60 \cdot 1,5 \\ \Delta s &= 90 \text{ km}\end{aligned}$$

Resposta da questão 4: [E]

Somente na situação mostrada, a agulha sofre ação de um binário, provocando rotação no sentido anti-horário.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow 0,3 = \frac{\Delta Q}{120} \rightarrow \Delta Q = 36 \text{ C}$$

$$1 \text{ elétron} \text{ ----- } 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$N \text{ ----- } 36 \text{ C}$$

$$N = \frac{36}{1,6 \times 10^{-19}} = 2,25 \times 10^{20}$$

Resposta da questão 5: [D]

$$|Q| = i \Delta t = 1,2 \times 10^4 \times 25 \times 10^{-6} \Rightarrow |Q| = 0,3 \text{ C.}$$

Resposta da questão 6: [A]

A corrente elétrica é dada pela razão entre a carga que passa por unidade de tempo. A cada segundo, passam 1014 prótons, 104 vezes. Assim, a intensidade da corrente elétrica é:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{10^{14} \times 10^4 \times 1,6 \times 10^{-19}}{1} \Rightarrow i = 0,16 \text{ A.}$$

Resposta da questão 7: [A]

Analisando cada proposição:

- I. **Verdadeira.** Num condutor em equilíbrio eletrostático, o excesso de carga fica distribuído na superfície externa do condutor.
- II. **Falsa.** Se um dos faróis queimar, o outro continuará a funcionar normalmente. Isso prova que os faróis estão ligados em **paralelo** à bateria.
- III. **Falsa.** Segundo o princípio de **Pascal**, quando o motorista pisar no pedal dos freios, a pressão será transmitida integralmente por todo o fluido desse sistema