



UFOP

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**  
**Instituto de Ciências Exatas e Biológicas**

**Programa de Pós-graduação em Ensino de**  
**Ciências - nível Mestrado Profissional**

**Seleção da primeira etapa de avaliação**  
**em conhecimentos específicos**

**Instruções para a realização da prova**

- Neste caderno responda às questões da prova de conhecimentos específicos de **Ensino de Física** (Questões 1 a 4)
- A prova deve ser feita a caneta azul ou preta.
- Atenção: nas questões que exigem cálculo, não basta escrever apenas o resultado final. É necessário mostrar a resolução ou o raciocínio utilizado para responder às questões.
- Durante a realização das provas **não é permitido** o uso de qualquer aparelho eletrônico (calculadoras, relógios, celulares, *iPad's*, *tablets*). Estes aparelhos **devem permanecer desligados** e guardados dentro de uma sacola embaixo das carteiras dos participantes.
- A duração total da prova é de **03 (três) horas**.

Identificação do candidato (apenas etiqueta)

**ATENÇÃO**

Os rascunhos **não** serão considerados na correção.

*Seleção da primeira etapa de avaliação em conhecimentos específicos*

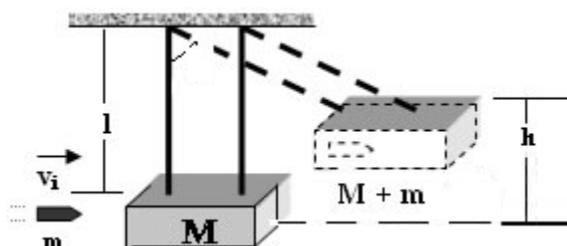


### QUESTÃO 1

Na mecânica, diversas grandezas são definidas visando estudar a posição, velocidade, ações de forças e acelerações que atuam em um corpo ou sistema de corpos. Contudo, existem leis fundamentais que envolvem grandezas centrais na formulação da mecânica, estas leis são denominadas Leis de Conservação.

a) Disserte sobre o tema Leis de Conservação aplicadas à mecânica.

Aplica-se a conservação de energia mecânica e a conservação do momento linear no estudo de colisões. Considere o sistema conhecido como Pêndulo Balístico. Um Pêndulo Balístico, como o descrito na figura abaixo, é utilizado para a determinação da velocidade de projéteis. Seu funcionamento pode ser estudado considerando-se dois momentos: A) Colisão perfeitamente inelástica, um projétil ( $m$ ) que desloca-se horizontalmente com velocidade  $\vec{v}_i$  colide inelasticamente contra um bloco ( $M$ ). B) Conversão de energia cinética em energia potencial, após a colisão, o conjunto (bloco+projétil) eleva-se a uma altura  $h$  com relação à posição inicial.



b) Utilize a Conservação de Momento Linear e obtenha a expressão que relaciona a energia cinética inicial  $K_i$  (antes da colisão) e final deste sistema  $K_f$  (após a colisão).

c) Aplique a Conservação de Energia no movimento de elevação deste conjunto e obtenha a expressão que permite obter o módulo da velocidade inicial do projétil  $\vec{v}_i$  em função da altura de elevação do pêndulo  $h$ .







## QUESTÃO 2

Leia o texto e responda, **obrigatoriamente**, as questões **e)**, **g)** e **h)** e mais duas de livre escolha.

A área de conhecimento denominada eletromagnetismo compreende o estudo de fenômenos elétricos e magnéticos cujo início remonta à antiguidade com Tales de Mileto (640-550 a.C.), astrônomo e pensador grego. Tales realizou observações sobre eletrização ao friccionar o âmbar (uma resina fossilizada de pinheiros pré-históricos) com pele de animal o âmbar (elèktron, em grego), que após a eletrização adquiria o poder de atrair pequenos objetos próximos, como grãos de poeira, por exemplo. São atribuídas a ele a observação das propriedades de atração e repulsão entre pedaços de um óxido de ferro, chamado de magnetita  $Fe_3O_4$ , cujo nome deriva, provavelmente, da região de origem do material a Magnésia na Ásia Menor. Foram necessários mais de 2.000 anos para que esta área pudesse tornar-se, suficientemente, robusta para estabelecer um consenso sobre as leis que governam estes fenômenos. Durante os séculos XVIII e XIX diversos filósofos naturais cujas conclusões principais apresento a seguir contribuíram para seu conhecimento.

Na eletricidade por volta de 1745, na cidade holandesa de Leyden, Pieter Van Musschenbroek (1692-1761), filósofo natural e matemático, repetiu as experiências de Ewald Georg Von Kleist (1700-1748), bispo da Pomerânia na tentativa de armazenar, de alguma forma, o fluido elétrico que nesta época adquiria o status de linha mestra de pensamento dos investigadores de fenômenos elétricos. O relato das observações de Van Musschenbroek foi lido na Academia Francesa de Ciências, concedendo ao holandês o mérito da descoberta do condensador conhecido como garrafa de Leyden.

As características da força entre partículas carregadas, responsáveis pelo fluido elétrico aprisionado na garrafa de Leyden, começaram a ser estabelecidas em meados do século XVIII. Inicialmente se supôs uma relação parecida com a lei da gravitação de Newton, possivelmente, devido à predominância do pensamento mecanicista, newtoniano, sobre a comunidade de estudiosos. Em 1767 Joseph Priestley (1733-1804) encontrou forte evidência disto na descoberta sua e de seus amigos, entre eles Henry Cavendish (1731-1810), de que a carga de um condutor reside inteiramente em sua superfície, ficando seu interior completamente livre de influências elétricas. Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), em 1785, realizou experiências com uma balança de torção e enunciou a famosa lei que hoje leva seu nome. No ano seguinte, relatou que um condutor também blinda seu interior vendo nisto uma indicação para sua lei de força.

a) Enuncie a lei de Coulomb e discuta o significado de todos os termos. Discuta o experimento realizado por Coulomb para chegar à sua lei. (Sempre que possível faça ilustrações).

Já no magnetismo, Hans Christian Oersted (1777-1851), em 1820, publicou trabalho com suas descobertas sobre a deflexão da agulha da bússola (invenção chinesa do século II) por uma corrente elétrica. Além disso, descobriu a correspondente força de um ímã sobre um circuito elétrico girante. Em 1820, Jean Baptiste Biot (1774-1862) e Félix Savart (1791-1841)

formularam, a partir de observações experimentais, a lei que leva seus nomes e que permite o cálculo de campos magnéticos produzidos por correntes elétricas.

b) Escreva a equação de Biot-Savart. (Sempre que possível faça ilustrações)

Neste mesmo ano, André Marie Ampère (1775-1836), sabendo das descobertas de Oersted, formulou a regra para indicar a direção do campo magnético criado por um circuito elétrico e relatou a descoberta de que condutores paralelos com correntes no mesmo sentido se atraem, e se repelem quando as correntes são contrárias, e que solenoides atuam sobre imãs na forma de barra.

c) Enuncie a lei de Ampère e discuta o significado de todos os termos. Escreva esta lei na forma integral e diferencial. Mostre como o caráter rotacional do campo magnético surge, naturalmente, da observação do campo magnético, produzido por corrente elétrica, sobre uma agulha imantada. (Sempre que possível faça ilustrações).

d) Mostre como se dá força entre condutores paralelos com correntes no mesmo sentido e sentido contrário. (Sempre que possível faça ilustrações).

Em 1826, Goerg Simon Ohm (1789-1854) usou os efeitos magnéticos das correntes elétricas para medir sua intensidade e separar os conceitos de força eletromotriz, gradiente de potencial e de intensidade de corrente elétrica derivando a partir daí a lei que leva seu nome.

George Green (1793-1841) publicou, em 1828 “Um ensaio sobre a aplicação de análise matemática às teorias da eletricidade e do magnetismo”, para obter um método de solução geral para o potencial elétrico.

Em 1839 Karl Friedrich Gauss (1777-1855), o príncipe dos matemáticos, publicou uma teoria abrangente que serviu de modelo para muitos outros campos da física-matemática. A contribuição de Gauss deu-se não apenas na definição de quantidade de eletricidade a partir da lei de Coulomb, como também forneceu a primeira medida absoluta do momento magnético de imãs e da intensidade do campo magnético terrestre. Ele criou o primeiro sistema de unidades eletromagnéticas racional, no qual “uma unidade de quantidade de eletricidade é a quantidade que, a uma distância de um centímetro, repele uma quantidade igual com uma força de uma dina”.

Trabalhando com Gauss, Wilhelm Eduard Weber (1804-1891), investigou o magnetismo terrestre em 1833 e inventou o telégrafo eletromagnético.

e) Enuncie a lei de Gauss e discuta o significado de cada termo. Escreva esta lei na forma integral e diferencial e mostre como o caráter divergente do campo elétrico surge, naturalmente, da observação do campo produzido por carga elétrica. (Sempre que possível faça ilustrações).

Joseph Henry (1799-1878), em 1830, observou os fenômenos da indução e autoindução eletromagnética e em 1831 auxiliou a Samuel Finley Breese Morse (1791-1872) a construir o telégrafo.

No início do século XIX surge Michael Faraday (1791-1867) que tornaria o maior físico experimental em eletricidade e magnetismo. Nascido em uma família comum, recebeu apenas educação básica que o levou à função de encadernador. Em 1810, foi convidado para assistir a quatro conferências de Sir. Humphry Davy, químico inglês e presidente da Royal Society entre 1820 e 1827. Tomou notas destas conferências e, mais tarde, redigiu-as em formato mais completo. Então em 1812 escreveu para Humphry Davy mandando cópias destas notas. Davy respondeu para Faraday e em março de 1813, foi nomeado ajudante de laboratório da Royal Institution, por recomendação de Humphry Davy.

Em 1831 Faraday enrolou duas espiras de fio em torno de um anel de ferro e observou que a corrente exercia uma ação para trás que correspondia a sua ação magnética. Quando ele criou uma corrente elétrica na primeira espira, um pulso de corrente surgiu na segunda espira no instante em que o circuito foi fechado, e novamente quando o circuito foi aberto, porém no sentido contrário descobrindo a indução eletromagnética. Alguns problemas com a direção da corrente induzida foram esclarecidos em 1833 por Heinrich Friedrich Emil Lenz (1804-1865). Em 1837, Faraday descobriu a influência dos dielétricos nos fenômenos eletrostáticos, e a partir de 1846 dedicou-se a descrever a distribuição geral das propriedades diamagnéticas em todos os materiais para os quais, em contraste, o paramagnetismo aparece como uma exceção. Faraday ainda descobriu os efeitos do magnetismo sobre a luz conhecido como efeito Faraday magneto-óptico.

Em 1845, com apenas 21 anos, Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) enunciou as leis que permitiam o cálculo de correntes, tensões e resistências para circuitos ramificados.

Em 1846, Weber criou um segundo sistema de unidades absoluto e consistente para a eletricidade independente da Lei de Coulomb. Os dois sistemas relacionam-se por uma constante com dimensão de velocidade. Weber, em 1852, calculou este valor chegando a um resultado fantástico: era igual a da velocidade da luz,  $3 \times 10^{10}$  cm/s.

f) Enuncie a lei de Faraday e discuta o significado de cada termo. Escreva esta lei na forma integral e diferencial e mostre como o caráter rotacional do campo elétrico surge, naturalmente, da variação do fluxo magnético com o tempo. (Sempre que possível faça ilustrações).

Num trabalho de 1855-1856, James Clerk Maxwell (1831-1879) forneceu a base matemática adequada para as linhas de força idealizadas por Faraday. Em 1862 ele adicionou a corrente de deslocamento à corrente de condução na Lei de Ampère, que ocorre em todos os dielétricos com campos elétricos variáveis, completando o trabalho de Ampère.

g) Mostre como Maxwell adicionou a corrente de deslocamento à corrente de condução na Lei de Ampère. Escreva esta lei na forma integral e diferencial. (Sempre que possível faça ilustrações).

Em 1873 publicou seu "Tratado sobre eletricidade e magnetismo". Em 1865 mostrou que as ondas eletromagnéticas possuem a velocidade da luz, a qual ele recalculou com precisão, concordando com o resultado de Weber.

Em 1884, Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) rederivou as equações de Maxwell por um novo método, colocando-as na forma atual. Além disso, foi o primeiro a emitir e receber ondas de rádio.

As bases da atual teoria eletromagnética estavam assim postas.

**h)** Escreva as quatro equações de Maxwell. Forneça argumentos que corroboram para demonstrar que os campos elétrico e magnético da onda de luz são ortogonais e propagam no vácuo com velocidade  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ . Por fim escreva a expressão do vetor de Poynting. (Sempre que possível faça ilustrações).

Nova contribuição adicional surgiu em 1884, quando John Henry Poynting (1852-1914), um dos estudantes de Maxwell, mostrou que o fluxo de energia de uma onda eletromagnética podia ser expresso numa forma simples, usando-se os campos elétrico e magnético.





Identificação do(a) candidato(a): 2019.\_\_\_\_\_

### **QUESTÃO 3**

O primeiro registro da criação de uma máquina térmica ocorreu no século I d.C, conhecida como máquina de Herón. Contudo, somente no final do século XVII que as máquinas térmicas começaram a ter função prática, como a máquina de Savery (1698) que foi aprimorada por Newcomem (1705) e foi utilizada para tirar água de minas. Durante as décadas seguintes o desenvolvimento e aprimoramento das máquinas térmicas transformaram os meios de produção, os meios de transporte e a organização social da humanidade.

a) A física estudada na educação básica aborda as máquinas térmicas por meio de modelos ideias. Explique o funcionamento da máquina de Carnot.

b) Praticamente todos os estudantes interagem com refrigeradores (máquinas térmicas) na vida cotidiana. Explique o funcionamento do refrigerador explicitando todos seus componentes.







#### QUESTÃO 4

“Um dia o Sr. Tompkins ia para casa, sentindo-se muito cansado, depois de longo dia de trabalho no banco que estava fazendo negócios de hipoteca. Passou por um botequim e resolveu entrar para tomar um chope. Um copo seguiu-se a outro e dentro de pouco tempo o Sr. Tompkins começou a sentir-se tonto. Nos fundos do botequim havia um bilhar cheio de homens em camisas de manga jogando na mesa do centro. Lembrava-se vagamente de já ter estado ali, quando um dos colegas ofereceu-se para ensinar-lhe a jogar sinuca. Aproximou-se da mesa e começou a observar o jogo. Era tudo bastante esquisito! Um jogador punha a bola sobre a mesa e imediatamente chocava-a com a ponta do taco. Observando a bola rolar, o Sr. Tompkins notou, com grande surpresa, que a bola começava a ‘espalhar-se’. Foi a única expressão que pôde encontrar para o estranho comportamento da bola que, movendo-se pelo pano verde, parecia ficar cada vez mais abatida, perdendo o contorno arredondado. Não parecia que uma bola única estivesse rolando pela mesa, mas um grande número, todas penetrando parcialmente umas nas outras. O Sr. Tompkins observara muitas vezes fenômenos análogos antes, mas na ocasião não havia tomado nem uma gota de uísque, não podendo compreender por que assim acontecia. ‘Bem’, pensou, ‘vamos ver como este mingau de bola vai chocar-se com outra’. O jogador que acertou na bola era evidentemente perito e a bola a rolar acertou em outra diretamente conforme ele pretendia. Ouvia-se o ruído do choque e as duas bolas, a que estava em repouso e a que rolava (o Sr. Tompkins não podia diferenciar exatamente qual) dispararam ‘em direções inteiramente diferentes’. Certamente, era muito estranho: não se viam mais duas bolas parecendo somente um pouco pegajosas, mas ao invés parecia que inúmeras bolas, todas *muito* vagas e pegajosas, corriam dentro de um ângulo de  $180^\circ$  em volta da direção em que se dera o choque. Assemelhava-se antes a uma onda peculiar espalhando-se do ponto de colisão. Observou, contudo, que havia um fluxo máximo de bolas na direção do choque originário.”

(GAMOW, G. *O Incrível Mundo da Física Moderna*. São Paulo: IBRASA, 1980. pp. 81-82)

a) Fundamentando-se conceitualmente, disserte acerca dos fenômenos físicos observados pelo Sr. Tompkins e formule uma explicação consistente do porquê deste “*estranho*” comportamento em nível macroscópico na situação descrita acima.

b) Imagine que, apesar do “*estranho*” comportamento das bolas se chocando e se movimentando, os buracos na mesa de sinuca, os quais se objetiva que as bolas acertem, estejam bem localizados e determinados normalmente sem nenhuma anormalidade macroscópica. Dando continuidade em seu “*estranho*” comportamento de movimentos e choques, o que é de se esperar que aconteça com uma bola ao atingir a caçapa? Explique novamente se fundamentando em termos conceituais.





