

EXERCÍCIOS SELECIONADOS DE FÍSICA



SANDRO FERNANDES

2010

**COPYRIGHT@2010 – TODOS OS DIREITOS RESERVADO
PROIBIDO A REPRODUÇÃO**



ÍNDICE

CAPÍTULO	ASSUNTO	PÁGINA
I	INTRODUÇÃO	3
II	CINEMÁTICA ESCALAR I	4
III	CINEMÁTICA ESCALAR II	6
IV	LANÇAMENTO VERTICAL	7
V	CINEMÁTICA ANGULAR	8
VI	CINEMÁTICA VETORIAL	10
VII	LANÇAMENTO OBLÍQUO	12
VIII	LEIS DE NEWTON	14
IX	TRABALHO E ENERGIA	19
X	FORÇA EM TRAJETÓRIA CIRCULAR	22
XI	ESTÁTICA	25
XII	IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO	27
XIII	GRAVITAÇÃO	29
XIV	HIDROSTÁTICA	31
XV	TERMOMETRIA E DILATAÇÃO	34
XVI	CALORIMETRIA	36
XVII	GASES	38
XVIII	TERMODINÂMICA	40
XIX	INTRODUÇÃO À ÓPTICA	42
XX	ESPELHOS ESFÉRICOS	43
XXI	REFRAÇÃO	45
XXII	LENSES	47
XXIII	ONDULATORIA	49
XXIV	ONDAS ESTACIONÁRIAS	51
XXV	ELETRIZAÇÃO E COULOMB	52
XXVI	CAMPO ELÉTRICO	54
XXVII	POTENCIAL ELÉTRICO	56
XXVIII	LEIS DE OHM	58
XXIX	CIRCUITOS	60
XXX	POTÊNCIA ELÉTRICA	62
XXXI	GERADORES	63
XXXII	CAPACITORES	65
XXXIII	MOV. DE CARGAS EM CAMPOS MAGNÉTICOS	66
	GABARITOS	69

INTRODUÇÃO

1) A velocidade das ondas numa praia pode depender de alguns dos seguintes parâmetros: a aceleração da gravidade g , a altura da água H , e a densidade da água d .

a) Na crista da onda a velocidade é maior ou menor que na base? Por quê?

b) Fazendo análise dimensional, observa-se que a velocidade da onda não depende de um dos 3 parâmetros citados. Que parâmetro é esse? Qual a expressão da velocidade em termos dos 2 parâmetros restantes.

2) A densidade média da Terra é de $5,5\text{g/cm}^3$. Como ela deve ser expressa em unidades do Sistema Internacional?

3) Alguns experimentos realizados por virologistas demonstram que um bacteriófago (vírus que parasita e se multiplica no interior de uma bactéria) é capaz de formar 100 novos vírus em apenas 30 minutos. Se introduzirmos 1000 bacteriófagos em uma colônia suficientemente grande de bactérias, qual a ordem de grandeza do número de vírus existentes após 2 horas?

4) O sistema solar tem $4,5 \times 10^9$ anos de idade. Os primeiros hominídeos surgiram na Terra há cerca de 4,5 milhões de anos. Imagine uma escala em que o tempo transcorrido entre o surgimento do sistema solar e a época atual corresponda a um ano de 365 dias. De acordo com tal escala, há quantas horas os hominídeos surgiram na Terra? Aproxime sua resposta para um número inteiro apropriado.

5) Marque a opção na qual é indicada uma relação entre grandezas físicas que não pode ser linear:

- a) pressão e temperatura, na transformação isovolumétrica de um gás ideal.
- b) força de atração gravitacional entre dois corpos e produto de suas massas, mantida constante a distância entre eles
- c) força resultante e aceleração, para um corpo em movimento
- d) resistência elétrica e corrente em um reostato sob tensão constante
- e) quadrado da velocidade escalar e espaço percorrido, para o movimento de um corpo em queda livre a partir do repouso.

6) Um cientista verificou que, a cada acréscimo de três unidades de uma certa grandeza X , correspondia o decréscimo de duas unidades de uma outra grandeza Y . Sobre tais grandezas X e Y são corretas as afirmações a seguir, EXCETO:

- a) A multiplicação de cada valor de X pelo valor de Y que lhe corresponde é sempre constante.
- b) A soma de cada valor de X pelo valor de Y que lhe corresponde não é constante.
- c) Y varia linearmente com X .
- d) O gráfico $Y \times X$ é uma reta.
- e) A expressão $Y = aX + b$, com a e b assumindo valores adequados, serve para representar a relação entre Y e X .

7) Os valores de x , y e n para que a equação:

$$(\text{força})^x (\text{massa})^y = (\text{volume}) (\text{energia})^n$$

seja dimensionalmente correta, são, respectivamente:

- a) (-3, 0, 3).
- b) (-3, 0, -3).
- c) (3, -1, -3).
- d) (1, 2, -1).

8) O acelerador de íons pesados relativísticos de Brookhaven (Estados Unidos) foi inaugurado com a colisão entre dois núcleos de ouro, liberando uma energia de 10 trilhões de elétrons-volt. Os cientistas esperam, em breve, elevar a energia a 40 trilhões de elétrons-volt, para simular as condições do Universo durante os primeiros microssegundos após o "Big Bang."
("Ciência Hoje", setembro de 2000)

Sabendo que 1 elétron-volt é igual a $1,6 \times 10^{-19}$ joules, a ordem de grandeza da energia, em joules, que se espera atingir em breve, com o acelerador de Brookhaven, é:

- a) 10^{-7}
- b) 10^{-8}
- c) 10^{-6}
- d) 10^{-5}

9) Num determinado processo físico, a quantidade de calor Q transferida por convecção é dada por

$$Q = h \cdot A \cdot \Delta T \cdot \Delta t$$

onde h é uma constante, Q é expresso em joules (J), A em metros quadrados (m^2), ΔT em kelvins (K) e Δt em segundos (s), que são unidades do Sistema Internacional (SI).

a) Expresse a unidade da grandeza h em termos de unidades do SI que aparecem no enunciado.

b) Expresse a unidade de h usando apenas as unidades kg, s e K, que pertencem ao conjunto das unidades de base do SI.

10) Considere duas vasilhas, ambas na forma de cilindro reto: A e B. A altura e o raio de B são maiores que as correspondentes dimensões de A por um fator 2. Responda as questões abaixo sem apelar para as fórmulas de perímetro, áreas e volumes de quaisquer objetos particulares.

a) Quantas vezes a circunferência da base da vasilha B, C_B é maior que C_A , a circunferência da base da vasilha A?

b) Quantas vezes a área da base da vasilha B, S_B , é maior que S_A , a área da vasilha A?

c) Se A contém 25 litros de água quando está cheia até a borda, quantos litros de água conterà a vasilha B, quando igualmente cheia?

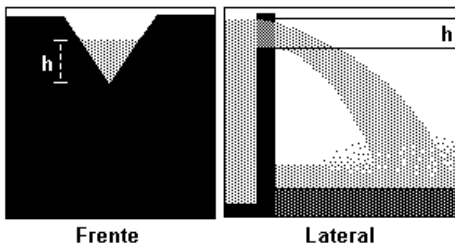


PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Um vertedouro de uma represa tem uma forma triangular, conforme mostra a figura a seguir. Um técnico quer determinar empiricamente o volume de água por unidade de tempo que sai pelo vertedouro, isto é, a vazão. Como a represa é muito grande, a vazão não depende do tempo. Os parâmetros relevantes são: h , a altura do nível de água medida a partir do vértice do triângulo, e g , a aceleração da gravidade local. A partir dessas informações, o técnico escreve a seguinte fórmula para a vazão Q :

$$Q = Ch^x g^y$$

onde C é uma grandeza adimensional.



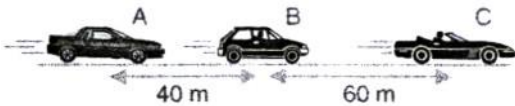
Calcule os valores dos expoentes x e y para que Q tenha dimensão de vazão.

12) No filme "Armageddon", é mostrado um asteroide, em rota de colisão com a Terra. O diâmetro desse asteroide mede cerca de 1000 km, mas, de acordo com vários astrônomos, os maiores asteroides com alguma probabilidade de colidir com a Terra têm um diâmetro de 10 km. São os chamados "exterminadores". Faça uma estimativa da razão entre as massas desses dois tipos de asteroides.

CAPÍTULO II

CINEMÁTICA ESCALAR I

1) O esquema representa o instante inicial ($t = 0s$) da perseguição entre três veículos A, B e C, que se deslocam com velocidades 50 m/s, 20 m/s e 60 m/s, respectivamente.



Determine após quanto tempo o veículo A se encontrará exatamente entre os veículos B e C, a meia distância deles.

2) A distância média entre o Sol e a Terra é de cerca de 150 milhões de quilômetros.

Assim, a velocidade média de translação da Terra em relação ao Sol é, aproximadamente, de:

- a) 3 km/s
- b) 30 km/s
- c) 300 km/s
- d) 3000 km/s

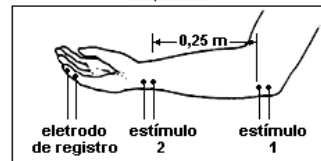
3) Alberto saiu de casa para o trabalho exatamente às 7h, desenvolvendo, com seu carro, uma velocidade constante de 54 km/h. Pedro, seu filho, percebe imediatamente que o pai esqueceu sua pasta com documentos e, após 1min de hesitação, sai para encontrá-lo, movendo-se também com velocidade constante. Excelente aluno em Física calcula que como saiu 1min após o pai, demorará exatamente 3min para alcançá-lo.

Para que isso seja possível, qual a velocidade escalar do carro de Pedro?

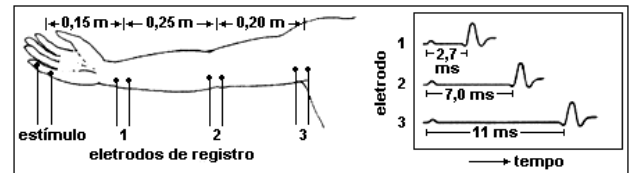
4) Em um trecho em declive, de 20 km de extensão, de uma estrada federal, a velocidade máxima permitida para veículos pesados é de 70 km/h e para veículos leves é de 80 km/h. Suponha que um caminhão pesado e um automóvel iniciem o trecho em declive simultaneamente e que mantenham velocidades iguais às máximas estabelecidas. Calcule a distância entre os dois veículos no instante em que o automóvel completa o trecho em declive.

5) A velocidade com que os nervos do braço transmitem impulsos elétricos pode ser medida, empregando-se eletrodos adequados, através da estimulação de diferentes pontos do braço e do registro das respostas a estes estímulos. O esquema I, adiante, ilustra uma forma de medir a velocidade de um impulso elétrico em um nervo motor, na qual o intervalo de tempo entre as respostas aos estímulos 1 e 2, aplicados simultaneamente, é igual a 4 ms. O esquema II ilustra uma forma de medir a velocidade de um impulso elétrico em um nervo sensorial.

ESQUEMA I



ESQUEMA II



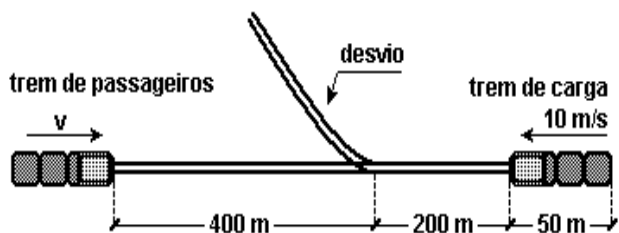
(Adaptado de CAMERON, J. R. et alii. Physics of the Body. Madison: Medical Physics Publishing, 1999.)

Determine a velocidade de propagação do impulso elétrico:

a) no nervo motor, em km/h;

b) no nervo sensorial, em m/s, entre os eletrodos 2 e 3.

6) Dois trens, um de carga e outro de passageiros, movem-se nos mesmos trilhos retilíneos, em sentidos opostos, um aproximando-se do outro, ambos com movimentos uniformes. O trem de carga, de 50 m de comprimento, tem uma velocidade de módulo igual a 10 m/s e o de passageiros, uma velocidade de módulo igual a v . O trem de carga deve entrar num desvio para que o de passageiros possa prosseguir viagem nos mesmos trilhos, como ilustra a figura. No instante focalizado, as distâncias das dianteiras dos trens ao desvio valem 200 m e 400 m, respectivamente.

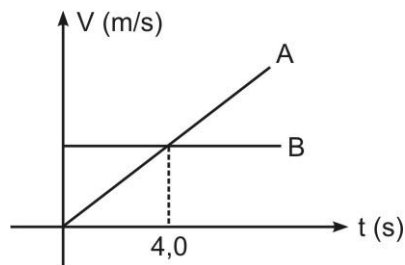


Calcule o valor máximo de v para que não haja colisão.

7) Um caminhão percorre três vezes o mesmo trajeto. Na primeira, sua velocidade média é de 15 m/s e o tempo de viagem é t_1 . Na segunda, sua velocidade média é de 20 m/s e o tempo de viagem é t_2 . Se, na terceira, o tempo de viagem for igual a $(t_1 + t_2)/2$, qual será a velocidade média do caminhão nessa vez?

8) Mapas topográficos da Terra são de grande importância para as mais diferentes atividades, tais como navegação, desenvolvimento de pesquisas ou uso adequado do solo. Recentemente, a preocupação com o aquecimento global fez dos mapas topográficos das geleiras o foco de atenção de ambientalistas e pesquisadores. O levantamento topográfico pode ser feito com grande precisão utilizando os dados coletados por altímetros em satélites. O princípio é simples e consiste em registrar o tempo decorrido entre o instante em que um pulso de laser é emitido em direção à superfície da Terra e o instante em que ele retorna ao satélite, depois de refletido pela superfície na Terra. Considere que o tempo decorrido entre a emissão e a recepção do pulso de laser, quando emitido sobre uma região ao nível do mar, seja de 18×10^{-4} s. Se a velocidade do laser for igual a 3×10^8 m/s, calcule a altura, em relação ao nível do mar, de uma montanha de gelo sobre a qual um pulso de laser incide e retorna ao satélite após $17,8 \times 10^{-4}$ segundos.

9) Duas partículas têm a mesma posição inicial e movimentam-se no mesmo sentido. No instante t_0 a partícula A parte do repouso, com aceleração escalar constante e a partícula B se mantém em movimento uniforme. Veja o gráfico da figura abaixo:



a) Qual o instante de reencontro entre as partículas?

b) Considere agora que a aceleração da partícula A seja de $4,0 \text{ m/s}^2$, calcule a máxima distância ocorrida entre as partículas, ao longo do movimento, desde a posição inicial até o reencontro.

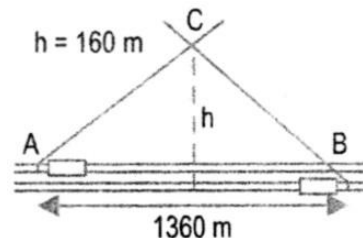
10) Uma partícula faz metade de um determinado trajeto com velocidade constante de módulo V_1 e a outra metade com velocidade de módulo constante V_2 . Qual a velocidade média da partícula durante todo o trajeto?



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...



11) A figura representa a vista aérea de um trecho retilíneo de ferrovia. Duas locomotivas a vapor, A e B, deslocam-se em sentidos opostos com velocidades constantes de 50,4 km/h e 72 km/h, respectivamente.



Uma vez que AC corresponde ao rastro da fumaça do trem A, BC ao rastro da fumaça de B e que

$AC = BC$, determine a velocidade do vento. Despreze a distância entre os trilhos de A e B.

12) Um empresário trabalha num banco que fica nos arredores da cidade. Diariamente, ao chegar à última estação ferroviária, um carro do banco transporta-o para o local de trabalho através de uma avenida reta (de mão dupla) que liga o banco à estação ferroviária. Certa vez, o empresário chegou à estação 1h antes do habitual e, sem esperar o carro, seguiu a pé rumo ao local de trabalho, fazendo o percurso habitual do carro. No caminho, encontrou-se com o veículo e chegou ao banco 20 min antes do horário de costume. Quanto tempo caminhou o empresário antes de se encontrar com o carro?

CAPÍTULO III

CINEMÁTICA ESCALAR II

1) Para se dirigir prudentemente, recomenda-se manter do veículo da frente uma distância mínima de um carro (4,0m) para cada 16km/h. Um carro segue um caminhão em uma estrada, ambos a 108km/h.

a) De acordo com a recomendação acima, qual deveria ser a distância mínima separando os dois veículos?

b) O carro mantém uma separação de apenas 10m quando o motorista do caminhão freia bruscamente. O motorista do carro demora 0,50 segundo para perceber a freada e pisar em seu freio. Ambos os veículos percorreriam a mesma distância até parar, após acionarem os seus freios. Mostre numericamente que a colisão é inevitável.

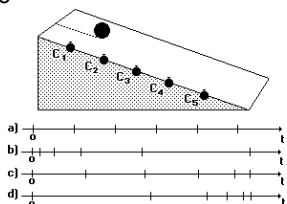
2) As faixas de aceleração das auto-estradas devem ser longas o suficiente para permitir que um carro partindo do repouso atinja a velocidade de 100km/h em uma estrada horizontal. Um carro popular é capaz de acelerar de 0 a 100km/h em 18s. Suponha que a aceleração é constante.

a) Qual o valor da aceleração?

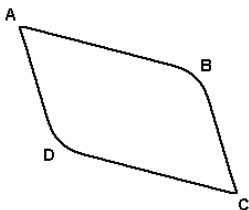
b) Qual a distância percorrida em 10s?

c) Qual deve ser o comprimento mínimo da faixa de aceleração?

3) A figura mostra uma bola descendo uma rampa. Ao longo da rampa, estão dispostos cinco cronômetros, C_1, C_2, \dots, C_5 , igualmente espaçados. Todos os cronômetros são acionados, simultaneamente ($t=0$), quando a bola começa a descer a rampa partindo do topo. Cada um dos cronômetros pára quando a bola passa em frente a ele. Desse modo, obtêm-se os tempos que a bola gastou para chegar em frente de cada cronômetro. A alternativa que melhor representa as marcações dos cronômetros em um eixo de tempo é



4) No arranjo mostrado a seguir, do ponto A largamos com velocidade nula duas pequenas bolas que se moverão sob a influência da gravidade em um plano vertical, sem rolamento ou atrito, uma pelo trecho ABC e a outra pelo trecho ADC. As partes AD e BC dos trechos são paralelas e as partes AB e DC também. Os vértices B de ABC e D de ADC são suavemente arredondados para que cada bola não sofra uma brusca mudança na sua trajetória.



Pode-se afirmar que:

a) A bola que se move pelo trecho ABC chega ao ponto C primeiro.

b) A bola que se move pelo trecho ADC chega ao ponto C primeiro.

c) As duas bolas chegam juntas ao ponto C.

d) A bola de maior massa chega primeiro (e se tiverem a mesma massa, chegam juntas).

5) Numa competição automobilística, um carro se aproxima de uma curva em grande velocidade. O piloto, então, pisa o freio durante 4s e consegue reduzir a velocidade do carro para 30m/s. Durante a freada o carro percorre 160m. Supondo que os freios imprimam ao carro uma aceleração retardadora constante, calcule a velocidade do carro no instante em que o piloto pisou o freio.

6) Um automóvel trafega com velocidade constante de 12m/s por uma avenida e se aproxima de um cruzamento onde há um semáforo com fiscalização eletrônica. Quando o automóvel se encontra a uma distância de 30m do cruzamento, o sinal muda de verde para amarelo. O motorista deve decidir entre parar o carro antes de chegar ao cruzamento ou acelerar o carro e passar pelo cruzamento antes do sinal mudar para vermelho. Este sinal permanece amarelo por 2,2 s. O tempo de reação do motorista (tempo decorrido entre o momento em que o motorista vê a mudança de sinal e o momento em que realiza alguma ação) é 0,5s.

a) Determine a mínima aceleração constante que o carro deve ter para parar antes de atingir o cruzamento e não ser multado.

b) Calcule a menor aceleração constante que o carro deve ter para passar pelo cruzamento sem ser multado. Aproxime $1,7^2=3,0$.

7) Durante um experimento, um pesquisador anotou as posições de dois móveis A e B, elaborando a tabela a seguir.

Tempo (t) em segundos	Posição em metros	
	A	B
0	-5	15
1	0	0
2	5	-5
3	10	0
4	15	15

O movimento de A é uniforme e o de B é uniformemente variado. A aceleração do móvel B é, em m/s^2 , igual a:

- a) 2,5
- b) 5,0
- c) 10,0
- d) 12,5

8) O movimento uniformemente acelerado de um objeto pode ser representado pela seguinte progressão aritmética:

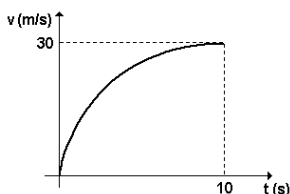
7 11 15 19 23 27...

Esses números representam os deslocamentos, em metros, realizados pelo objeto, a cada segundo. Portanto, a função horária que descreve a posição desse objeto é:

- a) $3t + 4t^2$ b) $5t + 2t^2$
 c) $1 + 2t + 4t^2$ d) $2 + 3t + 2t^2$

9) Billy sonha que embarcou em uma nave espacial para viajar até o distante planeta Gama, situado a 10,0 anos-luz da Terra. Metade do percurso é percorrida com aceleração de 15 m/s^2 , e o restante com desaceleração de mesma magnitude. Desprezando a atração gravitacional e efeitos relativistas, estime o tempo total em meses de ida e volta da viagem do sonho de Billy. Justifique detalhadamente.

10) Um fabricante de carros esportivos construiu um carro que, na arrancada, é capaz de passar de 0 a 108 km/h (30 m/s) em 10s, percorrendo uma distância d . A figura a seguir representa o gráfico velocidade-tempo do carro durante a arrancada.



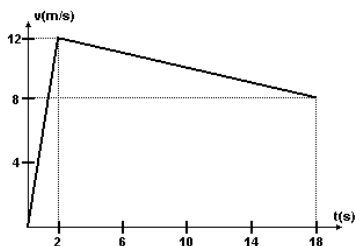
- a) Calcule a aceleração escalar média do carro durante a arrancada, em m/s^2 .
 b) Para percorrer a primeira metade da distância d , nessa arrancada, o carro gastou 5s, mais de 5s ou menos de 5s? Justifique sua resposta.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Nas provas de atletismo de curta distância (até 200m) observa-se um aumento muito rápido da velocidade nos primeiros segundos da prova e depois um intervalo de tempo relativamente longo em que a velocidade do atleta permanece praticamente constante para em seguida diminuir lentamente.

Para simplificar a discussão suponha que a velocidade do velocista em função do tempo seja dada pelo gráfico abaixo.



Calcule:

- a) as acelerações, nos dois primeiros segundos da prova e no movimento subsequente.
 b) a velocidade média nos primeiros 10s de prova.

12) Um trem deve partir de uma estação A e parar na estação B, distante 4000m de A. A aceleração e a desaceleração podem ser, no máximo, de $5,0 \text{ m/s}^2$ e a maior velocidade que o trem atinge é 20 m/s . Determine o tempo mínimo para o trem completar o percurso de A a B, em segundos.

CAPÍTULO IV

LANÇAMENTO VERTICAL QUEDA LIVRE

1) Um malabarista de circo deseja ter três bolas no ar em todos os instantes. Ele arremessa uma bola a cada 0,40s. Considere $g=10 \text{ m/s}^2$.

- a) Quanto tempo cada bola fica no ar?
 b) Com que velocidade inicial deve o malabarista atirar cada bola para cima?
 c) A que altura se elevará cada bola acima de suas mãos?

2) Uma pedra é lançada do solo verticalmente para cima. Considerando desprezível a resistência do ar, calcule que fração da altura máxima alcançada ela percorre durante a primeira metade do tempo de subida.

3) Um corpo em queda livre a partir do repouso, possui velocidade v após percorrer uma altura h . A velocidade do corpo, nas mesmas condições, após 4h, será: (Desprezar a resistência do ar e supor que a aceleração da gravidade no local é constante)

- a) v b) $2v$ c) $4v$
 d) $8v$ e) $16v$

4) Uma pessoa lança uma bola verticalmente para cima. Sejam v o módulo da velocidade e a o módulo da aceleração da bola no ponto mais alto de sua trajetória. Assim sendo, é correto afirmar que, nesse ponto:

- a) $v = 0$ e $a \neq 0$. b) $v \neq 0$ e $a \neq 0$.
 c) $v = 0$ e $a = 0$. d) $v \neq 0$ e $a = 0$.

5) Foi veiculada na televisão uma propaganda de uma marca de biscoitos com a seguinte cena: um jovem casal estava num mirante sobre um rio e alguém deixava cair lá de cima um biscoito. Passados alguns segundos, o rapaz se atira do mesmo lugar de onde caiu o biscoito e consegue agarrá-lo no ar. Em ambos os casos, a queda é livre, as velocidades iniciais são nulas, a altura de queda é a mesma e a resistência do ar é nula. Para Galileu Galilei, a situação física desse comercial seria interpretada como:

- a) impossível, porque a altura da queda não era grande o suficiente
 b) possível, porque o corpo mais pesado cai com maior velocidade
 c) possível, porque o tempo de queda de cada corpo depende de sua forma
 d) impossível, porque a aceleração da gravidade não depende da massa dos corpos

6) Suponha que, durante o último segundo de queda, a pedra tenha percorrido uma distância de 45m. Considerando $g=10 \text{ m/s}^2$ e que a pedra partiu do repouso, pode-se concluir que ela caiu de uma altura, em metros, igual a:

- a) 105 b) 115 c) 125 d) 135

7) Um paraquedista radical pretende atingir a velocidade do som. Para isto seu plano é saltar de um balão estacionário na alta atmosfera, equipado com roupas pressurizadas. Como nessa altitude o ar é muito rarefeito, a força de resistência do ar é desprezível. Suponha que a velocidade inicial do paraquedista em relação ao balão seja nula e que a aceleração da gravidade seja igual a 10m/s^2 . A velocidade do som nessa altitude é 300m/s . Calcule:

a) em quanto tempo ele atinge a velocidade do som;

b) a distância percorrida nesse intervalo de tempo.

8) Um elevador está descendo com velocidade constante. Durante este movimento, uma lâmpada, que o iluminava, desprende-se do teto e cai. Sabendo que o teto está a $3,0\text{m}$ de altura acima do piso do elevador, o tempo que a lâmpada demora para atingir o piso é:

- a) $0,61\text{ s}$.
- b) $0,78\text{ s}$.
- c) $1,54\text{ s}$.
- d) infinito, pois a lâmpada só atingirá o piso se o elevador sofrer uma desaceleração.
- e) indeterminado, pois não se conhece a velocidade do elevador.

9) Uma atração que está se tornando muito popular nos parques de diversão consiste em uma plataforma que despenca, a partir do repouso, em queda livre de uma altura de 75m . Quando a plataforma se encontra 30m acima do solo, ela passa a ser freada por uma força constante e atinge o repouso quando chega ao solo.

a) Qual é o valor absoluto da aceleração da plataforma durante a queda livre?

b) Qual é a velocidade da plataforma quando o freio é acionado?

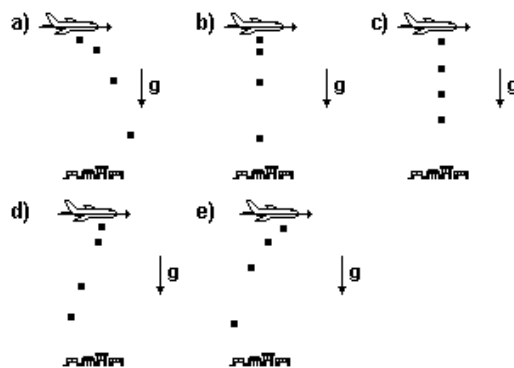
c) Qual é o valor da aceleração necessária para imobilizar a plataforma?

10) Um malabarista consegue manter cinco bolas em movimento, arremessando-as para cima, uma de cada vez, a intervalos de tempo regulares, de modo que todas saem da mão esquerda, alcançam uma mesma altura, igual a $2,5\text{m}$, e chegam à mão direita. Desprezando a distância entre as mãos, determine o tempo necessário para uma bola sair de uma das mãos do malabarista e chegar à outra, conforme o descrito acima.

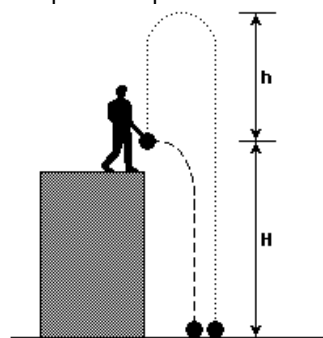


PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Em decorrência de fortes chuvas, uma cidade do interior paulista ficou isolada. Um avião sobrevoou a cidade, com velocidade horizontal constante, largando 4 pacotes de alimentos, em intervalos de tempos iguais. No caso ideal, em que A RESISTÊNCIA DO AR PODE SER DESPREZADA, a figura que melhor poderia representar as posições aproximadas do avião e dos pacotes, em um mesmo instante, é

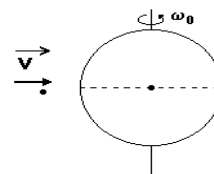


12) À borda de um precipício de certo planeta, no qual se pode desprezar a resistência do ar, um astronauta mede o tempo t_1 que uma pedra leva para atingir o solo, após deixada cair de uma de altura H . A seguir, ele mede o tempo t_2 que uma pedra também leva para atingir o solo, após ser lançada para cima até uma altura h , como mostra a figura. Qual a expressão que dá a altura H .



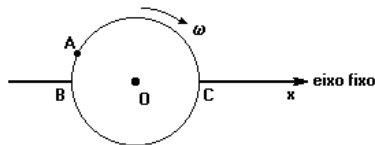
CAPÍTULO V
CINEMÁTICA ANGULAR

1) Uma esfera oca feita de papel tem diâmetro igual a $0,50\text{m}$ e gira com determinada frequência f_0 , conforme figura adiante. Um projétil é disparado numa direção que passa pelo equador da esfera, com velocidade $v=500\text{m/s}$. Observa-se que, devido à frequência de rotação da esfera, a bala sai pelo mesmo orifício feito pelo projétil quando penetra na esfera. A frequência f_0 da esfera é:



- a) 200 Hz .
- b) 300 Hz .
- c) 400 Hz .
- d) 500 Hz .

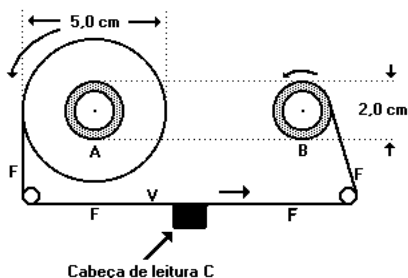
2) Um disco tem seu centro fixo no ponto O do eixo x da figura adiante, e possui uma marca no ponto A de sua periferia. O disco gira com velocidade angular constante ω em relação ao eixo. Uma pequena esfera é lançada do ponto B do eixo em direção ao centro do disco, e após 6s atinge sua periferia exatamente na marca A, no instante em que esta passa pelo ponto C do eixo x. Se o tempo gasto pela esfera para percorrer o segmento BC é superior ao necessário para que o disco dê uma volta e inferior ao necessário para que o disco dê duas voltas, o período de rotação do disco é de:



- a) 2s b) 3s c) 4s
d) 5s e) 6s

3) Numa corrida de motos (motociclismo), o piloto A completa 45 voltas, das 70 previstas, ao mesmo tempo em que o piloto B completa 44 voltas. Qual deverá ser, no restante da corrida, a razão entre a velocidade média v_B do piloto B e a velocidade média v_A do piloto A, para que cheguem juntos ao final dessa corrida?

4) Num toca fitas, a fita F do cassete passa em frente da cabeça de leitura C com uma velocidade constante $v=4,80\text{cm/s}$. O diâmetro do núcleo dos carretéis vale 2,0cm. Com a fita completamente enrolada num dos carretéis, o diâmetro externo do rolo de fita vale 5,0cm. A figura adiante representa a situação em que a fita começa a se desenrolar do carretel A e a se enrolar no carretel B.



Enquanto a fita é totalmente transferida de A para B, o número de rotações completas por segundos (rps) do carretel A:

- a) varia de 0,32 a 0,80 rps.
b) varia de 0,96 a 2,40 rps.
c) varia de 1,92 a 4,80 rps.
d) permanece igual a 1,92 rps.

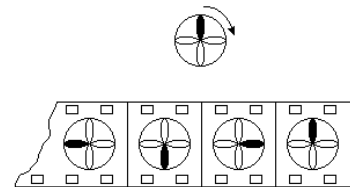
5) Na última fila de poltronas de um ônibus, dois passageiros estão distando 2m entre si. Se o ônibus faz uma curva fechada, de raio 40m, com velocidade de 36km/h, a diferença das velocidades dos passageiros é, aproximadamente, em m/s:

- a) 0,1 b) 0,2 c) 0,5
d) 1,0 e) 1,5

6) O olho humano retém durante $1/24$ de segundo as imagens que se formam na retina. Essa memória visual permitiu a invenção do cinema.

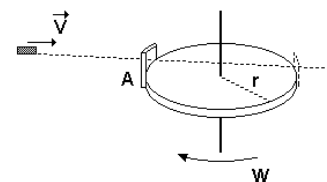
A filmadora bate 24 fotografias (fotogramas) por segundo. Uma vez revelado, o filme é projetado à razão de 24 fotografias por segundo. Assim, o fotograma seguinte é projetado no exato instante em que o fotograma anterior está desaparecendo de nossa memória visual, o que nos dá a sensação de continuidade. Filma-se um ventilador cujas pás estão girando no sentido horário. O ventilador possui quatro pás simetricamente dispostas, uma das quais pintadas de cor diferente, como ilustra a figura. Ao

projetarmos o filme, os fotogramas aparecem na tela na seguinte seqüência

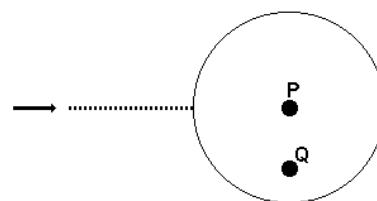


o que nos dá a sensação de que as pás estão girando no sentido anti-horário. Calcule quantas rotações por segundo, no mínimo, as pás devem estar efetuando para que isto ocorra.

7) Um disco de raio r gira com velocidade angular ω constante. Na borda do disco, está presa uma placa fina de material facilmente perfurável. Um projétil é disparado com velocidade de módulo V em direção ao eixo do disco, conforme mostra a figura, e fura a placa no ponto A. Enquanto o projétil prossegue sua trajetória sobre o disco, a placa gira meia circunferência, de forma que o projétil atravessa mais uma vez o mesmo orifício que havia perfurado. Considere a velocidade do projétil constante e sua trajetória retilínea. Qual o módulo da velocidade V do projétil é:



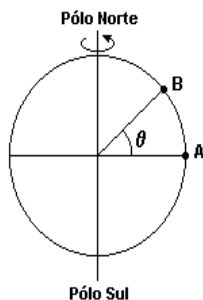
8) Um dardo é atirado horizontalmente, com velocidade inicial de 10m/s, visando o centro P de um alvo giratório (veja a figura). Ele atinge o ponto Q do alvo 0,20s mais tarde. No instante do lançamento, o ponto Q está situado verticalmente abaixo do centro de rotação do alvo e é atingido pelo dardo após dar duas voltas completas. A aceleração gravitacional local é 10m/s^2 .



- a) Calcule a distância PQ.
b) Calcule a frequência de rotação do alvo.

9) A figura mostra um corte do globo terrestre, contendo o seu eixo de rotação (ligando o Pólo Norte ao Pólo Sul).

O ponto A representa uma pessoa no equador, e o ponto B representa uma pessoa em uma latitude θ , ambas em repouso em relação ao planeta. Este gira no sentido mostrado. Seja v_A a velocidade linear de rotação de A, e v_B a velocidade linear de rotação de B. Qual a razão v_B/v_A .



10) Uma das atrações típicas do circo é o equilibrista sobre monociclo.



O raio da roda do monociclo utilizado é igual a 20cm, e o movimento do equilibrista é retilíneo.

O equilibrista percorre, no início de sua apresentação, uma distância de 24π metros.

Determine o número de pedaladas, por segundo, necessárias para que ele percorra essa distância em 30s, considerando o movimento uniforme.

PARA PENSAR UM POUCO MAIS...



11) Em um farol de sinalização, o feixe de luz está acoplado a um mecanismo rotativo que realiza uma volta completa a cada T segundos. O farol se encontra a uma distância R do centro de uma praia de comprimento 2L, conforme a figura. O tempo necessário para o feixe de luz "varrer" a praia, em cada volta, é:

- a) $\arctg(L/R) T/(2\pi)$
- b) $\arctg(2L/R) T/(2\pi)$
- c) $\arctg(L/R) T/\pi$
- d) $\arctg(L/2R) T/(2\pi)$
- e) $\arctg(L/R)/T\pi$

12) Uma partícula move-se ao longo de uma circunferência circunscrita em um quadrado de lado L com velocidade angular constante. Na circunferência inscrita nesse mesmo quadrado, outra partícula move-se com a mesma velocidade angular. Qual a razão entre os módulos das respectivas velocidades tangenciais dessas partículas?

CAPÍTULO VI

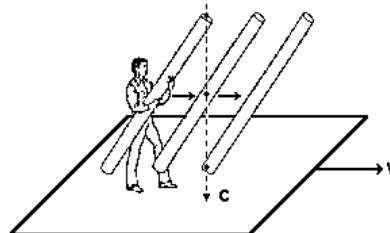
CINEMÁTICA VETORIAL

1) Um barco atravessa um rio de margens paralelas de largura $d=4\text{km}$. Devido à correnteza, a componente da velocidade do barco ao longo das margens é $V_A=0,5\text{km/h}$ em relação às margens. Na direção perpendicular às margens a componente da velocidade é $V_B=2\text{km/h}$. Pergunta-se:

a) Quanto tempo leva o barco para atravessar o rio?

b) Ao completar a travessia, qual é o deslocamento do barco na direção das margens?

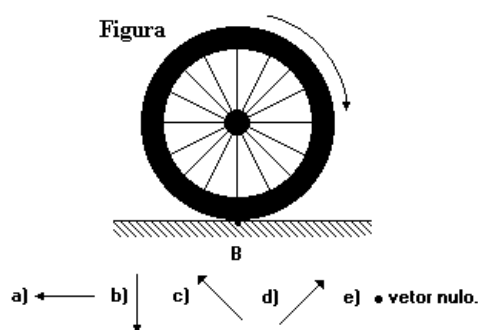
2) Um homem, em pé sobre uma plataforma que se move horizontalmente para a direita com velocidade constante $v=4,0\text{m/s}$, observa que, ao inclinar de 45° um tubo cilíndrico oco, permite que uma gota de chuva, que cai verticalmente com velocidade c constante em relação ao solo, atravesse o tubo sem tocar em suas paredes. Determine a velocidade c da gota da chuva, em m/s.



3) Considere as seguintes grandezas físicas mecânicas: TEMPO, MASSA, FORÇA, VELOCIDADE e TRABALHO. Dentre elas, têm caráter vetorial apenas:

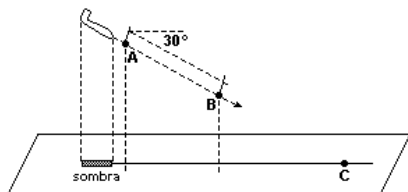
- a) força e velocidade.
- b) massa e força.
- c) tempo e massa.
- d) velocidade e trabalho.
- e) tempo e trabalho.

4) Uma roda de bicicleta se move, sem deslizar, sobre um solo horizontal, com velocidade constante. A figura apresenta o instante em que um ponto B da roda entra em contato com o solo. No momento ilustrado na figura a seguir, o vetor que representa a velocidade do ponto B, em relação ao solo, é:



5) A figura a seguir representa um mapa da cidade de Vectoria o qual indica a direção das mãos do tráfego. Devido ao congestionamento, os veículos trafegam com a velocidade média de 18km/h . Cada quadra desta cidade mede 200m por 200m (do centro de uma rua ao centro de outra rua). Uma ambulância localizada em A precisa pegar um doente localizado bem no meio da quadra em B, sem andar na contramão.

10) A figura representa um avião, que mergulha fazendo um ângulo de 30° com a horizontal, seguindo uma trajetória retilínea entre os pontos A e B. No solo, considerado como plano horizontal está representada a sombra da aeronave, projetada verticalmente, e um ponto de referência C.



Considere as afirmativas que se referem ao movimento da aeronave no trecho AB, e assinale a alternativa correta:

- A velocidade do avião em relação ao ponto C é maior que a velocidade de sua sombra, projetada no solo, em relação ao mesmo ponto.
- A velocidade do avião é nula em relação à sua sombra projetada no solo.
- A velocidade do avião em relação ao ponto C é igual à velocidade de sua sombra, projetada no solo em relação ao mesmo ponto.
- A velocidade do avião em relação à sua sombra projetada no solo é maior que a velocidade de sua sombra em relação ao ponto C.
- A velocidade da sombra em relação ao ponto C independe da velocidade do avião.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...



11) Um barco percorre seu trajeto de descida de um rio, a favor da correnteza, com a velocidade de 2m/s em relação à água. Na subida, contra a correnteza, retornando ao ponto de partida, sua velocidade é de 8m/s , também em relação à água.

Considere que:

- o barco navegue sempre em linha reta e na direção da correnteza;
- a velocidade da correnteza seja sempre constante;
- a soma dos tempos de descida e de subida do barco seja igual a 10min .

Assim, qual a maior distância, em metros, que o barco pode percorrer, neste intervalo de tempo?

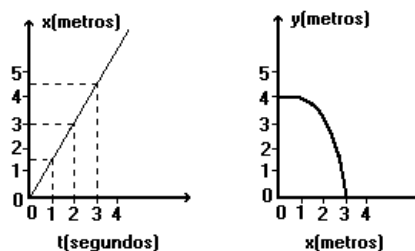
12) Um barco a motor, que ia subindo um rio, encontrou uma balsa que se movia no sentido da correnteza. Após uma hora do encontro, o motor do barco parou. O conserto do motor durou 30min e durante esse tempo o barco moveu-se livremente no sentido da corrente. Depois do conserto, o barco começou a mover-se na direção da corrente, seguindo rio abaixo com a mesma velocidade relativa à água e encontrou a balsa a uma distância de $7,5\text{km}$ em relação ao primeiro encontro.

Determine a velocidade da correnteza.

CAPÍTULO VII

LANÇAMENTO OBLÍQUO

1) Um habitante do planeta Bongo atirou uma flexa e obteve os gráficos a seguir. Sendo x a distância horizontal e y a vertical:



- Qual a velocidade horizontal da flexa?
- Qual a velocidade vertical inicial da flexa?
- Qual o valor da aceleração da gravidade no planeta Bongo?

2) Até os experimentos de Galileu Galilei, pensava-se que quando um projétil era arremessado, o seu movimento devia-se ao impetus, o qual mantinha o projétil em linha reta e com velocidade constante. Quando o impetus acabasse, o projétil cairia verticalmente até atingir o chão. Galileu demonstrou que a noção de impetus era equivocada. Consideremos que um canhão dispara projéteis com uma velocidade inicial de 100m/s , fazendo um ângulo de 30° com a horizontal. Dois artilheiros calcularam a trajetória de um projétil: um deles, Simplicio, utilizou a noção de impetus, o outro, Salviati, as idéias de Galileu. Os dois artilheiros concordavam apenas em uma coisa: o alcance do projétil. Considere $3^{1/2} = 1,8$. Despreze o atrito com o ar.

- Qual o alcance do projétil?
- Qual a altura máxima alcançada pelo projétil, segundo os cálculos de Salviati?
- Qual a altura máxima calculada por Simplicio?

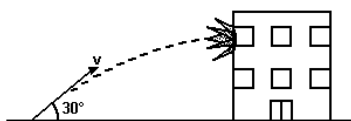
3) Na ausência de resistência do ar, um objeto largado sob um avião voando em linha reta horizontal com velocidade constante:

- subirá acima do avião e depois cairá.
- rapidamente ficará para trás.
- rapidamente ultrapassará o avião.
- oscilará para frente e para trás do avião.
- permanecerá sob o avião.

4) Uma esfera de aço é lançada obliquamente com pequena velocidade, formando um ângulo de 45° com o eixo horizontal. Durante sua trajetória, desprezando-se o atrito com o ar, pode-se afirmar que:

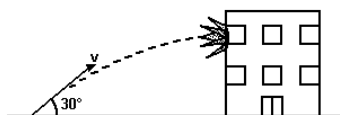
- a velocidade é zero no ponto de altura máxima.
- a componente vertical da velocidade mantém-se constante em todos os pontos.
- a componente horizontal da velocidade é variável em todos os pontos.
- o vetor velocidade é o mesmo nos pontos de lançamento e de chegada.
- a componente vertical da velocidade é nula no ponto de máxima altura.

5) Um bombeiro deseja apagar um incêndio em um edifício. O fogo está a 10m do chão. A velocidade da água é $v=30\text{m/s}$ e o bombeiro segura a mangueira com um ângulo de 30° em relação ao solo.
Obs. desprezar a altura da mangueira ao solo.



Qual é a distância máxima entre o bombeiro e o edifício?

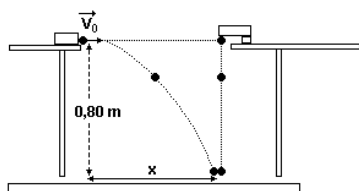
6) Um bombeiro deseja apagar um incêndio em um edifício. O fogo está a 10m do chão. A velocidade da água é $v=30\text{m/s}$ e o bombeiro segura a mangueira com um ângulo de 30° em relação ao solo.
Obs. desprezar a altura da mangueira ao solo.



Qual é a altura máxima que a água atinge nestas condições?

7) Um atirador de facas faz seus arremessos a partir de um ponto P, em direção a uma jovem que se encontra em pé, encostada em um painel de madeira. A altura do ponto P é de 2,0m e sua distância ao painel é de 3,0m. A primeira faca é jogada para o alto com a componente horizontal da velocidade igual a 3,0m/s e a componente vertical igual a 4,0m/s. A faca se move em um plano vertical perpendicular ao painel. Desprezando a resistência do ar e qualquer movimento de giro da faca em torno de seu centro de gravidade, determine a altura do ponto em que ela atinge o painel.

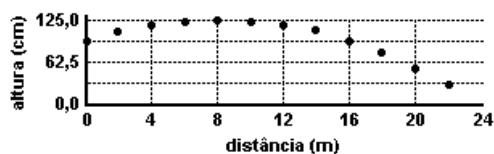
8) Duas mesas de 0,80 m de altura estão apoiadas sobre um piso horizontal, como mostra a figura a seguir. Duas pequenas esferas iniciam o seu movimento simultaneamente do topo da mesa: 1) a primeira, da mesa esquerda, é lançada com velocidade v_0 na direção horizontal, apontando para a outra esfera, com módulo igual a 4m/s; 2) a segunda, da mesa da direita, cai em queda livre.



Sabendo que elas se chocam no momento em que tocam o chão, determine:

- o tempo de queda das esferas;
 - a distância x horizontal entre os pontos iniciais do movimento.
- 9) Uma bola de tênis rebatida numa das extremidades da quadra descreve a trajetória representada na figura a

seguir, atingindo o chão na outra extremidade da quadra. O comprimento da quadra é de 24 m.



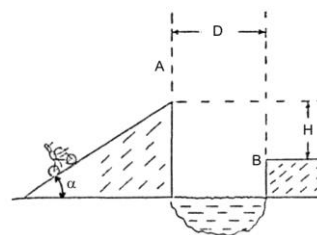
- Calcule o tempo de voo da bola, antes de atingir o chão. Desconsidere a resistência do ar nesse caso.
- Qual é a velocidade horizontal da bola no caso acima?
- Quando a bola é rebatida com efeito, aparece uma força, F_E , vertical, de cima para baixo e igual a 3 vezes o peso da bola. Qual será a velocidade horizontal da bola, rebatida com efeito para uma trajetória idêntica à da figura?

10) Em uma partida de futebol, a bola é chutada a partir do solo descrevendo uma trajetória parabólica cuja altura máxima e o alcance atingido são, respectivamente, h e s . Desprezando o efeito do atrito do ar, a rotação da bola e sabendo que o ângulo de lançamento foi de 45° em relação ao solo horizontal, calcule a razão s/h .

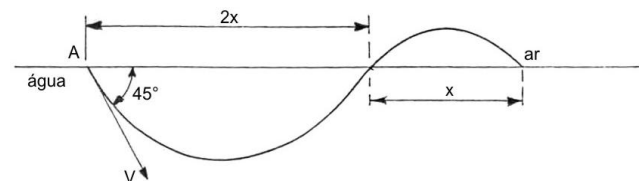


PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Um motociclista movimentava sua motocicleta e sobe a rampa de inclinação α da figura.



Determine, em função de g , α , H e D , o menor valor da velocidade que o motociclista deve ter em A para chegar em B.



12) Um corpo homogêneo é lançado do ponto A na figura, com uma velocidade \vec{V} , que forma um ângulo de 45° abaixo da horizontal. O corpo percorre uma distância $2x$ sob a água e sai para o ar, onde percorre uma distância x , até cair novamente sobre a superfície líquida. Desprezando as resistências da água e do ar ao movimento do corpo, determine a massa específica deste.

Dado: $\mu_{\text{água}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

CAPÍTULO VIII

LEIS DE NEWTON

1) Considere um avião a jato, com massa total de 100 toneladas ($1,0 \times 10^5 \text{ kg}$), durante a decolagem numa pista horizontal. Partindo do repouso, o avião necessita de 2000m de pista para atingir a velocidade de 360km/h, a partir da qual ele começa a voar.

- Qual é a força de sustentação, na direção vertical, no momento em que o avião começa a voar?
- Qual é a força média horizontal sobre o avião enquanto ele está em contato com o solo durante o processo de aceleração?

Adote a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.

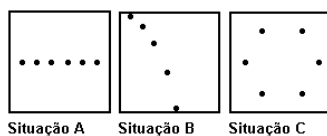
2) Um trem está se deslocando para a direita sobre trilhos retilíneos e horizontais, com movimento uniformemente variado em relação à Terra. Uma esfera metálica, que está apoiada no piso horizontal de um dos vagões, é mantida em repouso em relação ao vagão por uma mola colocada entre ela e a parede frontal, como ilustra a figura. A mola encontra-se comprimida.



Suponha desprezível o atrito entre a esfera e o piso do vagão.

- Determine a direção e o sentido da aceleração do trem em relação à Terra.
- Verifique se o trem está se deslocando em relação à Terra com movimento uniformemente acelerado ou retardado, justificando sua resposta.

3) A figura mostra reproduções de três fotografias estroboscópicas, cada uma correspondendo ao movimento de uma partícula em um plano. Em todas as fotos, duas posições sucessivas da partícula correspondem sempre a um mesmo intervalo de tempo, a saber, 0,1 segundo.



Sobre essas situações, analise as seguintes afirmações:

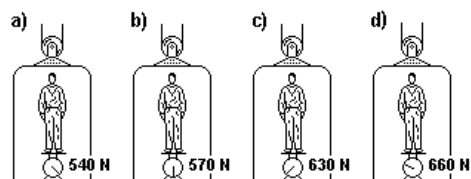
- Existe aceleração centrípeta em B e em C.
- Existe aceleração tangencial em B e em C.
- Em uma das situações não há aceleração.

Assinale:

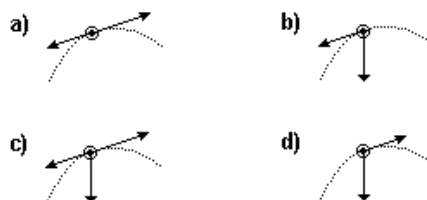
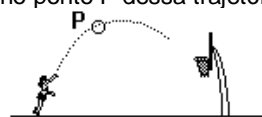
- se todas as afirmativas são corretas.
- se todas as afirmativas são falsas.
- se apenas as afirmativas I e II são corretas.
- se apenas as afirmativas II e III são corretas.
- se apenas as afirmativas I e III são corretas.

4) Uma balança na portaria de um prédio indica que o peso de Chiquinho é de 600 newtons. A seguir, outra pesagem

é feita na mesma balança, no interior de um elevador, que sobe com aceleração de sentido contrário ao da aceleração da gravidade e módulo $a = g/10$, em que $g = 10 \text{ m/s}^2$. Nessa nova situação, o ponteiro da balança aponta para o valor que está indicado corretamente na seguinte figura:



5) Uma jogadora de basquete arremessa uma bola tentando atingir a cesta. Parte da trajetória seguida pela bola está representada na figura. Considerando a resistência do ar, assinale a alternativa cujo diagrama MELHOR representa as forças que atuam sobre a bola no ponto P dessa trajetória.



6) A brasileira Maria Esther Bueno foi a primeira tenista a se tornar campeã de duplas nos quatro torneios mais importantes do mundo (o da Austrália, o de Wimbledon, o de Roland Garros e o dos Estados Unidos), numa mesma temporada.

(http://www.tennisfame.org/enshrinees/maria_bueno.html)

Imagine que a tenista consiga golpear a bolinha com sua raquete de modo a fazê-la passar sobre a rede e atingir a quadra de sua adversária.

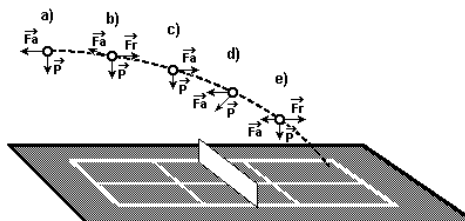
Considere as seguintes forças:

P - força vertical para baixo devido à gravidade

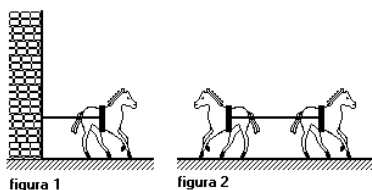
Fr - força devido à raquetada

Fa - força devido à presença da atmosfera

Assinale a opção que melhor representa as forças, dentre as três acima, que atuam sobre a bolinha, após a raquetada.



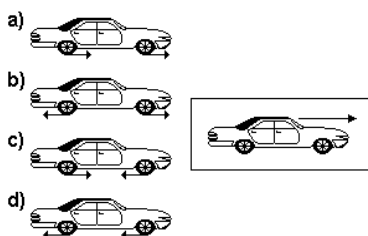
7) Um fazendeiro possui dois cavalos igualmente fortes. Ao prender qualquer um dos cavalos com uma corda a um muro (figura 1), observa que o animal, por mais que se esforce, não consegue arrebentá-la. Ele prende, em seguida, um cavalo ao outro, com a mesma corda. A partir de então, os dois cavalos passam a puxar a corda (figura 2) tão esforçadamente quanto antes.



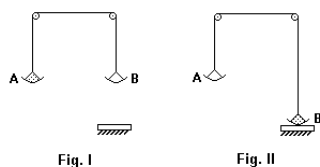
A respeito da situação ilustrada pela figura 2, é correto afirmar que:

- a) a corda arrebenta, pois não é tão resistente para segurar dois cavalos
- b) a corda pode arrebentar, pois os dois cavalos podem gerar, nessa corda, tensões até duas vezes maiores que as da situação da figura 1
- c) a corda não arrebenta, pois a resultante das forças exercidas pelos cavalos sobre ela é nula
- d) a corda não arrebenta, pois não está submetida a tensões maiores que na situação da figura 1
- e) não se pode saber se a corda arrebenta ou não, pois nada se disse sobre sua resistência

8) Considere um carro de tração dianteira que acelera no sentido indicado na figura em destaque. O motor é capaz de impor às rodas de tração um determinado sentido de rotação. Só há movimento quando há atrito estático, pois, na sua ausência, as rodas de tração patinam sobre o solo, como acontece em um terreno enlameado. O diagrama que representa corretamente as forças de atrito estático que o solo exerce sobre as rodas é:



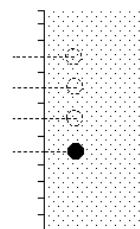
9) A figura I, a seguir, indica um sistema composto por duas roldanas leves, capazes de girar sem atrito, e um fio inextensível que possui dois suportes em suas extremidades. O suporte A possui um certo número de formigas idênticas, com 20 miligramas cada. O sistema está em equilíbrio. Todas as formigas migram então para o suporte B e o sistema movimenta-se de tal forma que o suporte B se apóia numa mesa, que exerce uma força de 40 milinewtons sobre ele, conforme ilustra a figura II.



Determine:

- a) o peso de cada formiga.
- b) o número total de formigas.

10) Um método de medir a resistência oferecida por um fluido é mostrado na figura a seguir:



Uma bolinha de massa m desce verticalmente ao longo de um tubo de vidro graduado totalmente preenchido com glicerina. Com ajuda das graduações do tubo percebe-se que, a partir de um determinado instante, a bolinha percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. Nestas condições, sendo g a aceleração da gravidade:

a) calcule a resultante das forças que atuam sobre a bolinha;

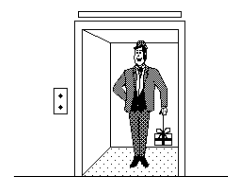
b) calcule a força resultante que o fluido exerce sobre a bolinha.

11) Um motorista dirige seu automóvel com velocidade de 90 km/h quando percebe um sinal de trânsito fechado. Neste instante, o automóvel está a 100m do sinal. O motorista aplica imediatamente os freios impondo ao carro uma desaceleração constante de $2,5 \text{ m/s}^2$ até que este atinja o repouso:

a) O automóvel pára antes do sinal ou após ultrapassá-lo? Justifique sua resposta.

b) Se a massa do automóvel é igual a 720 kg e a do motorista é igual a 80 kg, calcule o módulo da resultante das forças que atuam sobre o conjunto automóvel-motorista supondo que o motorista esteja solidário com o automóvel.

12) Uma pessoa entra num elevador carregando uma caixa pendura por um barbante frágil, como mostra a figura. O elevador sai do 6º andar e só pára no térreo.



É correto afirmar que o barbante poderá arrebentar:

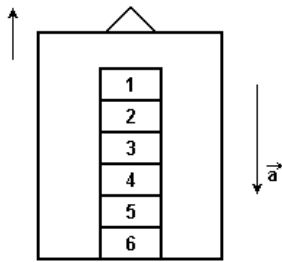
a) no momento em que o elevador entra em movimento, no 6º andar.

b) no momento em que o elevador parar no térreo.

c) quando o elevador estiver em movimento, entre o 5º e o 2º andares.

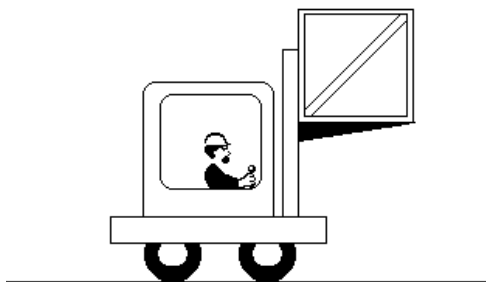
d) somente numa situação em que o elevador estiver subindo.

13) Uma pilha de seis blocos iguais, de mesma massa m , repousa sobre o piso de um elevador, como mostra a figura. O elevador está subindo em movimento uniformemente retardado com uma aceleração de módulo a . O módulo da força que o bloco 3 exerce sobre o bloco 2 é dado por



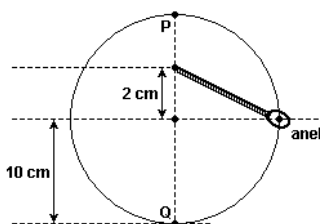
- a) $3m(g + a)$.
- b) $3m(g - a)$.
- c) $2m(g + a)$.
- d) $2m(g - a)$.

14) Um operário usa uma empilhadeira de massa total igual a uma tonelada para levantar verticalmente uma caixa de massa igual a meia tonelada, com uma aceleração inicial de $0,5m/s^2$, que se mantém constante durante um curto intervalo de tempo. Use $g=10m/s^2$ e calcule, neste curto intervalo de tempo:



- a) a força que a empilhadeira exerce sobre a caixa;
- b) a força que o chão exerce sobre a empilhadeira. (Despreze a massa das partes móveis da empilhadeira).

15) Um anel de peso 30 N está preso a uma mola e desliza sem atrito num fio circular situado num plano vertical, conforme mostrado na figura.



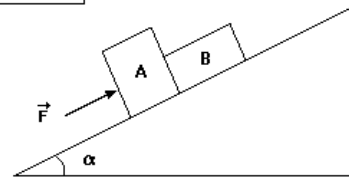
Considerando que a mola não se deforma quando o anel se encontra na posição P e que a velocidade do anel seja a mesma nas posições P e Q, a constante elástica da mola deve ser de:

- a) $3,0 \times 10^3\text{ N/m}$
- b) $4,5 \times 10^3\text{ N/m}$
- c) $7,5 \times 10^3\text{ N/m}$
- d) $1,2 \times 10^4\text{ N/m}$
- e) $3,0 \times 10^4\text{ N/m}$

16) Os corpos A e B, de massas 8 kg e 2 kg , respectivamente, sobem o plano inclinado a seguir com

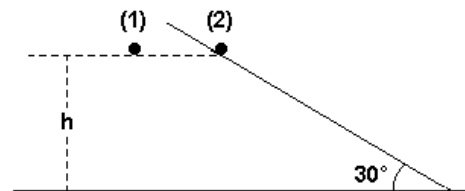
aceleração constante de 1 m/s^2 . Se o coeficiente de atrito cinético entre os blocos e o plano inclinado é $0,5$, então o módulo da força \vec{F} , paralela ao apoio dos blocos e no plano da figura, vale:

Dados:
 $g = 10\text{ m/s}^2$
 $\cos \alpha = 0,8$
 $\sin \alpha = 0,6$



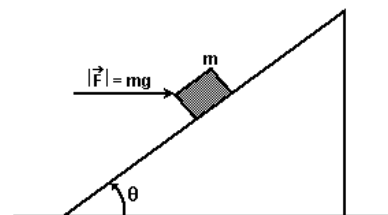
- a) 140 N
- b) 130 N
- c) 120 N
- d) 110 N

17) Duas pequenas esferas de aço são abandonadas a uma mesma altura h do solo. A esfera (1) cai verticalmente. A esfera (2) desce uma rampa inclinada 30° com a horizontal, como mostra a figura.



Considerando os atritos desprezíveis, calcule a razão t_1/t_2 entre os tempos gastos pelas esferas (1) e (2), respectivamente, para chegarem ao solo.

18) Um plano está inclinado, em relação à horizontal, de um ângulo θ cujo seno é igual a $0,6$ (o ângulo é menor do que 45°). Um bloco de massa m sobe nesse plano inclinado sob a ação de uma força horizontal F , de módulo exatamente igual ao módulo de seu peso, como indica a figura a seguir.



a) Supondo que não haja atrito entre o bloco e o plano inclinado, calcule o módulo da aceleração do bloco.

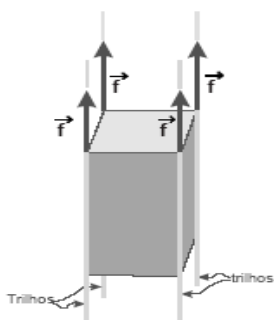
b) Calcule a razão entre o trabalho $W(F)$ da força F e o trabalho $W(P)$ do peso do bloco, ambos em um deslocamento no qual o bloco percorre uma distância d ao longo da rampa.

19) Leia atentamente os quadrinhos a seguir.

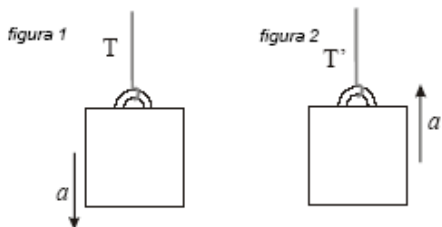


A solução pensada pelo gato Garfield para atender à ordem recebida de seu dono está fisicamente correta? Justifique sua resposta.

20) Quando o cabo de um elevador se quebra, os freios de emergência são acionados contra trilhos laterais, de modo que esses passam a exercer, sobre o elevador, quatro forças verticais constantes e iguais a f , como indicado na figura. Considere $g = 10\text{m/s}^2$. Suponha que, numa situação como essa, a massa total do elevador seja $M=600\text{kg}$ e que o módulo de cada força f seja $|f| = 1350\text{N}$. Calcule o módulo da aceleração com que o elevador desce sob a frenagem dessas forças.



21) Um bloco de massa m é abaixado e levantado por meio de um fio ideal. Inicialmente, o bloco é abaixado com aceleração constante vertical, para baixo, de módulo a (por hipótese, menor do que o módulo g da aceleração da gravidade), como mostra a figura 1. Em seguida, o bloco é levantado com aceleração constante vertical, para cima, também de módulo a , como mostra a figura 2. Sejam T a tensão do fio na descida e T' a tensão do fio na subida.



Determine a razão T'/T em função de a e g .

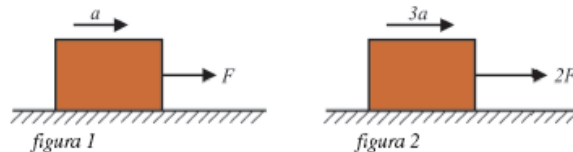
22) Um sistema é constituído por um barco de 100 kg , uma pessoa de 58 kg e um pacote de $2,0\text{ kg}$ que ela carrega consigo. O barco é puxado por uma corda de modo que a força resultante sobre o sistema seja constante, horizontal e de módulo 240 newtons .



Supondo que não haja movimento relativo entre as partes do sistema, calcule o módulo da força horizontal que a pessoa exerce sobre o pacote.

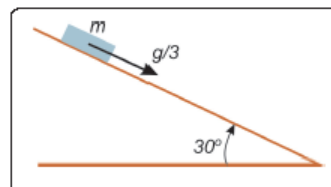
23) Uma força horizontal de módulo F puxa um bloco sobre uma mesa horizontal com uma aceleração de módulo a ,

como indica a figura 1. Sabe-se que, se o módulo da força for duplicado, a aceleração terá módulo $3a$, como indica a figura 2. Suponha que, em ambos os casos, a única outra força horizontal que age sobre o bloco seja a força de atrito - de módulo invariável f - que a mesa exerce sobre ele.



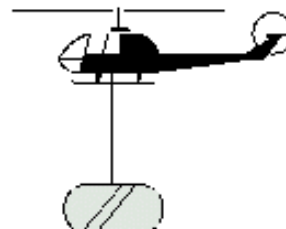
Calcule a razão f / F entre o módulo f da força de atrito e o módulo F da força horizontal que puxa o bloco.

24) Um pequeno bloco de massa $m = 3,0\text{kg}$ desliza sobre a superfície inclinada de uma rampa que faz com a horizontal um ângulo de 30° , como indica a figura ao lado. Verifica-se que o bloco desce a rampa com movimento retilíneo ao longo da direção de maior declive (30° com a horizontal) com uma aceleração de módulo igual a $g/3$, em que g é o módulo da aceleração da gravidade. Considerando $g = 10\text{m/s}^2$, calcule o módulo da força de atrito que a superfície exerce sobre o bloco.



25) A figura mostra um helicóptero que se move verticalmente em relação à Terra, transportando uma carga de 100 kg por meio de um cabo de aço. O cabo pode ser considerado inextensível e de massa desprezível quando comparada à da carga. Considere $g = 10\text{ m/s}^2$. Suponha que, num determinado instante, a tensão no cabo de aço seja igual a 1200 N .

- Determine, neste instante, o sentido do vetor aceleração da carga e calcule o seu módulo.
- É possível saber se, nesse instante, o helicóptero está subindo ou descendo? Justifique a sua resposta.

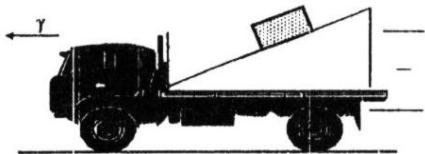


PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

26) O bloco da figura abaixo está sustentado à parede pela massa pendular, estando prestes a cair. Sendo μ o coeficiente de atrito estático entre todas as superfícies em contato e sabendo-se que a massa pendular é igual à do bloco, pede-se calcular o ângulo θ .



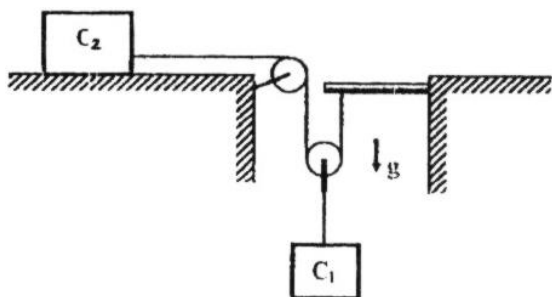
27) Um caminhão move-se numa estrada plana e horizontal. Fixo ao caminhão existe um plano inclinado de ângulo θ , conforme a figura abaixo.



Coloca-se sobre o plano um corpo que apresenta coeficiente de atrito estático $\mu = 0,6$ com ele. Calcular qual poderá ser a maior aceleração γ em que o caminhão pode se mover, sem que o corpo movimente-se em relação ao plano inclinado.

Dados: $\sin \theta = 0,17$ e $\cos \theta = 0,98$

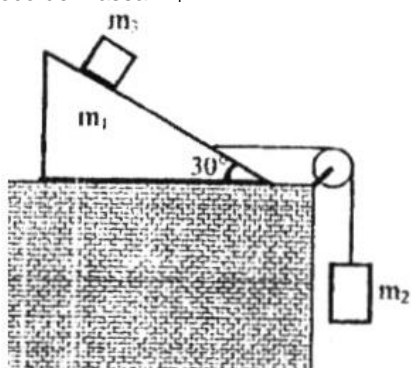
28) No caso da figura seguinte, o mecanismo é destravado num certo instante e, dada a inexistência de forças passivas, as caixas C_1 e C_2 , de massas respectivamente iguais a 2,0 kg e 9,0 kg, adquirem movimentos acelerados.



Sendo desprezíveis as demais massas envolvidas e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule:

- os módulos das acelerações das caixas;
- a intensidade da força tensora estabelecida no fio.

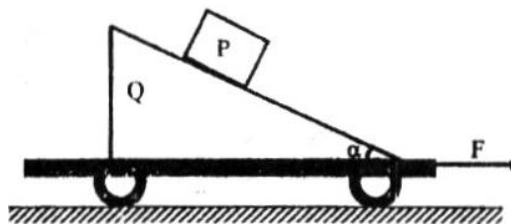
29) A figura mostra um bloco prismático triangular de massa m_1 , que se desloca sobre uma superfície polida, puxado por um fio inextensível, de massa desprezível. A outra extremidade do fio está ligada a um bloco de massa m_2 pendente de uma polia, de massa desprezível, que gira sem atrito. Um terceiro bloco cúbico, de massa m_3 repousa sobre o bloco de massa m_1 .



Determinar a relação entre as massas m_1 , m_2 e m_3 , a fim de conservar o bloco de massa m_3 estacionário em relação ao bloco triangular. Admitir os contatos sem atrito.

30) Um carro de peso Q , provido de uma rampa fixa e inclinada de ângulo α , suporta um bloco de peso P . O

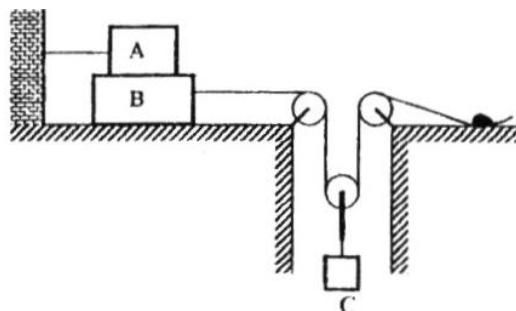
coeficiente de atrito estático entre o bloco e a rampa vale μ .



- Determine:
- o maior valor da aceleração com a qual o carro pode ser movimentado, sem que o corpo comece a subir a rampa;
 - a intensidade F da força horizontal correspondente.

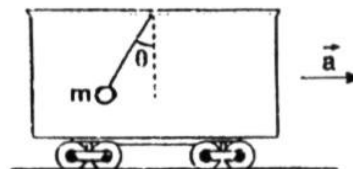
Dados: $P = 100\text{N}$; $Q = 500\text{N}$; $\mu = 0,5$; $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\cos \alpha = 0,8$.

31) Na configuração abaixo, o coeficiente de atrito entre os blocos A e B é $\mu_1 = 0,1$ e entre o bloco B e a superfície horizontal é μ_2 .



Sendo $P_A = 20 \text{ N}$, $P_B = 80 \text{ N}$ e $P_C = 60 \text{ N}$, e sabendo-se que o sistema está na iminência de deslizamento, determine o valor do coeficiente de atrito μ_2 .

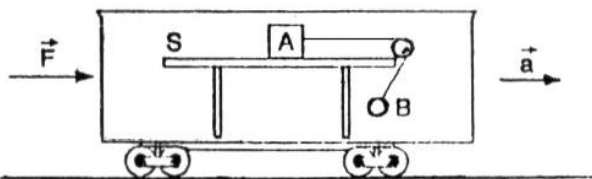
32) Um fio ideal tem uma de suas extremidades presa ao teto de um vagão que se move sobre trilhos retos e horizontais, com aceleração constante \vec{a} . Na outra extremidade do fio está presa uma partícula de massa $m = 5,0 \text{ kg}$. O fio permanece em repouso em relação ao vagão, formando com a vertical um ângulo θ , tal que $\sin \theta = \frac{12}{13}$ e $\cos \theta = \frac{5}{13}$. Sabe-se, ainda, que $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- Calcule o módulo de \vec{a} ;
- Calcule o módulo da tração no fio.

33) No sistema representado na figura, temos um vagão que se move sobre trilhos retos e horizontais com movimento acelerado, de aceleração \vec{a} , empurrado por uma força horizontal \vec{F} . Dentro do vagão há uma mesa S ,

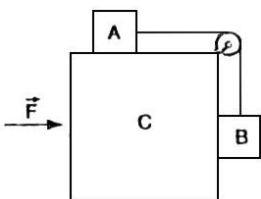
rigidamente presa ao piso do vagão, e sobre ela está um bloco A, o qual está ligado por um fio ideal a uma bolinha B. A polia é ideal e não há atritos. O sistema todo se move de modo que o bloco A e a bolinha B permanecem em repouso em relação ao vagão.



A aceleração da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$ e as massas de A e B são $m_A = 20 \text{ kg}$ e $m_B = 12 \text{ kg}$.

- a) Calcule os módulos de \vec{a} e da tração no fio;
- b) Sabendo que a massa do vagão, juntamente com a mesa é $m = 68 \text{ kg}$, determine a intensidade de \vec{F} .

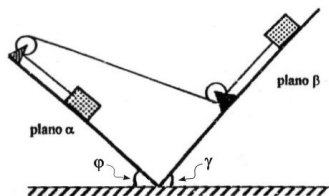
34) Os blocos A, B e C, representados na figura, têm massas respectivamente iguais a $8,0 \text{ kg}$, $6,0 \text{ kg}$ e 26 kg . O fio e a polia são ideais, não há atrito e a aceleração da gravidade tem módulo 10 m/s^2 . Uma força horizontal \vec{F} é aplicada sobre C, de modo que o sistema todo se move em relação ao solo, mas os blocos A e B permanecem em repouso em relação a C.



Calcule os módulos:

- a) da aceleração do sistema em relação ao solo;
- b) da força \vec{F} ;
- c) da força exercida por C sobre B.

35) No esquema, o plano α é perfeitamente liso e entre o plano β e o corpo B o coeficiente de atrito é μ . As polias são ideais.



Determine o mínimo valor de μ , para que o sistema permaneça em equilíbrio, quando as massas dos corpos A e B são, respectivamente, de $1,25 \text{ kg}$ e 10 kg .

Dados: $\text{sen } \varphi = 0,8$ e $\text{sen } \gamma = 0,6$.

1) Sob a ação de uma força constante, um corpo de massa $m=4,0\text{kg}$ adquire, a partir do repouso, a velocidade de 10m/s .

- a) Qual é trabalho realizado por essa força?
- b) Se o corpo se deslocou 25m , qual o valor da força aplicada?

2) Uma formiga caminha com velocidade média de $0,20\text{cm/s}$. Determine:

- a) a distância que ela percorre em 10 minutos.
- b) o trabalho que ela realiza sobre uma folha de $0,2\text{g}$ quando ela transporta essa folha de um ponto A para outro B, situado $8,0\text{m}$ acima de A.

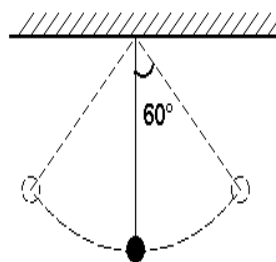
3) Um corpo de massa $2,0\text{kg}$ é arrastado sobre uma superfície horizontal com velocidade constante de $5,0\text{m/s}$, durante 10s . Sobre esse movimento são feitas as afirmações:

- I. o trabalho realizado pela força peso do corpo é nulo.
- II. o trabalho realizado pela força de atrito é nulo.
- III. o trabalho realizado pela força resultante é nulo.

Dessas afirmações, SOMENTE:

- a) I e III são corretas.
- b) I e II são corretas.
- c) III é correta.
- d) II é correta.
- e) I é correta.

4) Um pêndulo é constituído de uma esfera de massa $2,0 \text{ kg}$, presa a um fio de massa desprezível e comprimento $2,0\text{m}$, que pende do teto conforme figura a seguir. O pêndulo oscila formando um ângulo máximo de 60° com a vertical.



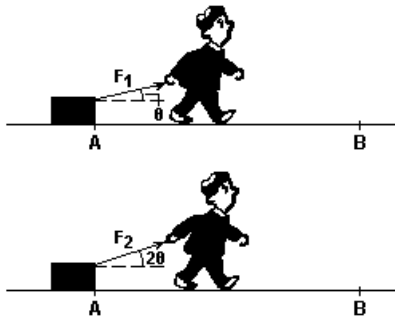
Nessas condições, o trabalho realizado pela força de tração, que o fio exerce sobre a esfera, entre a posição mais baixa e mais alta, em joules, vale

- a) 20
- b) 10
- c) zero
- d) -10
- e) -20

5) Observe as situações a seguir, nas quais um homem desloca uma caixa ao longo de um trajeto AB de $2,5 \text{ m}$.

CAPÍTULO IX

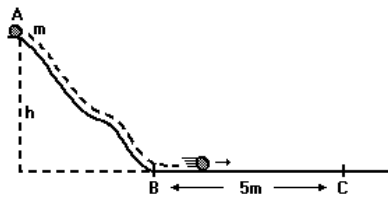
TRABALHO E ENERGIA



As forças F_1 e F_2 exercidas pelo homem nas duas situações, têm o mesmo módulo igual a $0,4 \text{ N}$ e os ângulos entre suas direções e os respectivos deslocamentos medem θ e 2θ . Se k é o trabalho realizado, em joules, por F_1 , o trabalho realizado por F_2 corresponde a:

- $2k$
- $k/2$
- $(k^2 + 1)/2$
- $2k^2 - 1$

6) Um corpo de massa m é solto no ponto A de uma superfície e desliza, sem atrito, até atingir o ponto B. A partir deste ponto o corpo desloca-se numa superfície horizontal com atrito, até parar no ponto C, a 5 metros de B.



Se m medido em quilogramas e h em metros, o valor da força de atrito F , suposta constante enquanto o corpo se movimenta, vale em newtons.

- $F = (1/2) mh$
- $F = mh$
- $F = 2 mh$
- $F = 5 mh$
- $F = 10 mh$

Considere: $g = 10 \text{ m/s}^2$

7) Um pára-quedista de 80 kg (pessoa + pára-quedas) salta de um avião. A força da resistência do ar no para quedas é dada pela expressão:

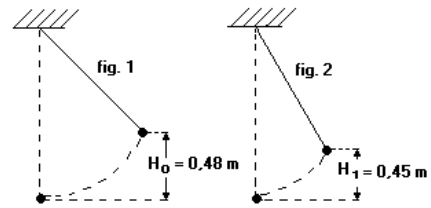
$$F = - Bv^2$$

onde $b = 32 \text{ kg/m}$ é uma constante e V a velocidade do pára-quedista. Depois de saltar, a velocidade de queda vai aumentando até ficar constante. O pára-quedista salta de 2.000 m de altura e atinge a velocidade constante antes de chegar ao solo.

- Qual a velocidade com que o pára-quedista atinge o solo?
- Qual foi a energia dissipada pelo atrito contra o ar na queda desse pára-quedista?

8) Uma esfera de aço de massa $m=0,20 \text{ kg}$, suspensa por um fio a um suporte, é afastada de sua posição de equilíbrio e abandonada a uma altura $H_0=0,48 \text{ m}$, como mostra a figura 1. Ao completar a primeira oscilação,

verifica-se que ela consegue atingir apenas uma altura $H_1=0,45 \text{ m}$, como mostra a figura 2.



Se $g = 10 \text{ m/s}^2$ a aceleração da gravidade, calcule:

a) o trabalho realizado pelos diversos atritos que se opõem ao movimento da esfera durante essa primeira oscilação;

b) o trabalho realizado pela tensão no fio durante essa primeira oscilação.

9) Um carro de corrida, incluindo o piloto, tem 800 kg de massa e seu motor é capaz de desenvolver, no máximo, 160 kW de potência. O carro acelera na largada, primeiramente, utilizando a tração de 4000 N , que no caso é a máxima permitida pela pista e pelos pneus, até atingir a potência máxima do motor. A partir daí, o piloto passa a acelerar o carro utilizando a potência máxima do motor até atingir 60 m/s . Suponha que não haja perda de energia por atrito e que todo o trabalho realizado pelo motor resulte no aumento de energia cinética de translação do carro.

a) Calcule a velocidade do carro ao final da primeira etapa de aceleração.

b) Calcule o tempo gasto na segunda etapa da aceleração.

10) Um aluno simplesmente sentado numa sala de aula dissipa uma quantidade de energia equivalente à de uma lâmpada de 100 W . O valor energético da gordura é de $9,0 \text{ kcal/g}$. Para simplificar, adote $1 \text{ cal} = 4,0 \text{ J}$.

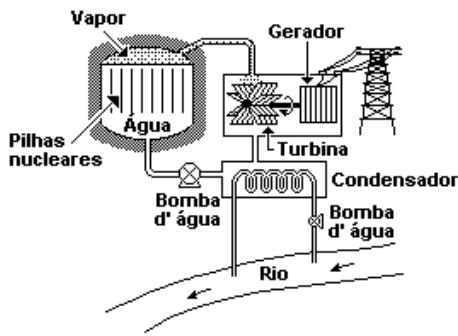
a) Qual o mínimo de quilocalorias que o aluno deve ingerir por dia para repor a energia dissipada?

b) Quantos gramas de gordura um aluno queima durante uma hora de aula?

11) Uma roda d'água converte em eletricidade, com uma eficiência de 30% , a energia de 200 litros de água por segundo caindo de uma altura de $5,0$ metros. A eletricidade gerada é utilizada para esquentar 50 litros de água de 15°C a 65°C . O tempo aproximado que leva a água para esquentar até a temperatura desejada é:

- 15 minutos
- meia hora
- uma hora
- uma hora e meia

12) A energia térmica liberada em processos de fissão nuclear pode ser utilizada na geração de vapor para produzir energia mecânica que, por sua vez, será convertida em energia elétrica. Abaixo está representado um esquema básico de uma usina de energia nuclear.



A partir do esquema são feitas as seguintes afirmações:

- I. a energia liberada na reação é usada para ferver a água que, como vapor a alta pressão, aciona a turbina.
- II. a turbina, que adquire uma energia cinética de rotação, é acoplada mecanicamente ao gerador para produção de energia elétrica.
- III. a água depois de passar pela turbina é pré-aquecida no condensador e bombeada de volta ao reator.

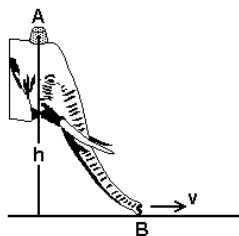
Dentre as afirmações acima, somente está(ão) correta(s):

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e II.
- e) II e III.

13) Uma partícula está submetida a uma força com as seguintes características: seu módulo é proporcional ao módulo da velocidade da partícula e atua numa direção perpendicular àquela do vetor velocidade. Nestas condições, a energia cinética da partícula deve:

- a) crescer linearmente com o tempo.
- b) crescer quadraticamente com o tempo.
- c) diminuir linearmente com o tempo.
- d) diminuir quadraticamente com o tempo.
- e) permanecer inalterada.

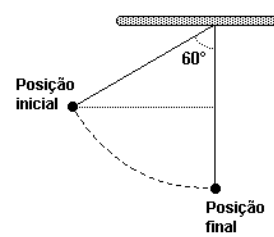
14) Um mico, que fazia piruetas sobre a cabeça de um elefante, deixou seu chapéu, de massa igual a 50g, escorregar pela tromba do elefante, a partir do repouso, de uma altura h igual a 2,0m, como ilustra a figura a seguir.



Sabendo que a velocidade v no ponto B é 2,0m/s, determine a energia dissipada pelo atrito no percurso entre A e B.

15) Um pêndulo constituído de um fio ideal, de comprimento $L = 0,90$ m e massa 0,1 kg, é solto a partir do

repouso, da posição inicial mostrada na figura a seguir, formando um ângulo de 60° com a vertical. Ao longo do tempo, o pêndulo vai tendo o seu movimento amortecido por atrito com o ar, terminando por parar completamente na posição de equilíbrio.



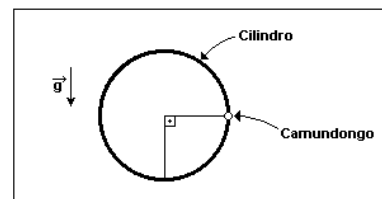
$g = 10\text{m/s}^2$ e $\cos 60^\circ = 1/2$.

Determine a perda da energia mecânica entre o momento inicial e o final.



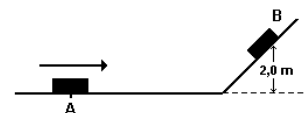
PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

16) Um pequeno camundongo de massa M corre num plano vertical no interior de um cilindro de massa m e eixo horizontal. Suponha-se que o ratinho alcance a posição indicada na figura imediatamente no início de sua corrida, nela permanecendo devido ao movimento giratório de reação do cilindro, suposto ocorrer sem resistência de qualquer natureza.



Qual a energia despendida pelo ratinho durante um intervalo de tempo T para se manter na mesma posição enquanto corre?

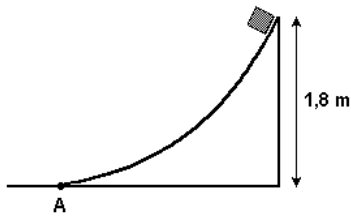
17) Um corpo de massa 2,0kg é lançado do ponto A, conforme indicado na figura, sobre um plano horizontal, com uma velocidade de 20m/s. A seguir, sobre uma rampa até atingir uma altura máxima de 2,0m, no ponto B.



Sabe-se que o calor gerado no processo foi todo absorvido pelo corpo e que um termômetro sensível, ligado ao corpo, acusa uma variação de temperatura de 1°C .

- a) Determine o calor específico médio do material que constitui o corpo, em $\text{J/kg}^\circ\text{C}$
- b) Indique se a altura máxima atingida pelo corpo, caso não houvesse dissipação de energia, seria maior, menor ou igual a 2,0 m. Justifique sua resposta.

18) Numa câmara frigorífica, um bloco de gelo de massa $m=8,0\text{kg}$ desliza sobre rampa de madeira da figura a seguir, partindo do repouso, de uma altura $h=1,8\text{m}$.

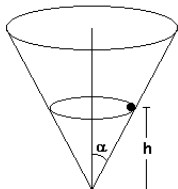


- Se o atrito entre o gelo e a madeira fosse desprezível, qual seria o valor da velocidade do bloco ao atingir o solo (ponto A da figura)?
- Entretanto, apesar de pequeno, o atrito entre o gelo e a madeira não é desprezível, de modo que o bloco de gelo chega à base da rampa com velocidade de $4,0\text{m/s}$. Qual foi a energia dissipada pelo atrito?
- Qual a massa de gelo (a 0°C) que seria fundida com esta energia? Considere o calor latente de fusão do gelo $L=80\text{cal/g}$ e, para simplificar, adote $1\text{cal}=4,0\text{J}$.

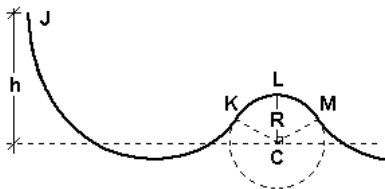
CAPÍTULO X

FORÇA EM TRAJETÓRIA CIRCULAR

1) Uma massa pontual se move, sob a influência da gravidade e sem atrito, com velocidade angular ω em um círculo a uma altura $h \neq 0$ na superfície interna de um cone que forma um ângulo α com seu eixo central, como mostrado na figura. Qual a altura h da massa em relação ao vértice do cone?

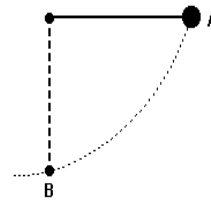


2) A figura mostra o perfil JKLM de um tobogã, cujo trecho KLM é circular de centro em C e raio $R=5,4\text{m}$. Uma criança de 15kg inicia sua descida, a partir do repouso, de uma altura $h=7,2\text{m}$ acima do plano horizontal que contém o centro C do trecho circular.

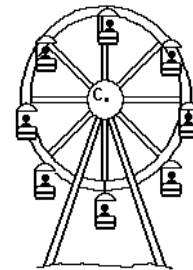


- Considere os atritos desprezíveis e $g=10\text{m/s}^2$.
- Calcule a velocidade com que a criança passa pelo ponto L.
 - Determine a direção e o sentido da força exercida pelo tobogã sobre a criança no instante em que ela passa pelo ponto L e calcule seu módulo.
- 3) A figura a seguir mostra um pêndulo de peso P, preso a um fio inextensível. O pêndulo é abandonado do ponto A,

no qual o fio se encontra na horizontal, e se movimenta para baixo, passando pelo ponto B, que é o ponto mais baixo da trajetória.



- Desprezando-se forças de resistência, o valor da tração T no fio ao passar pelo ponto B é:
- $T = P$
 - $T = 2P$
 - $T = 3P$
 - $T = P/3$
- 4) A figura representa uma roda-gigante que gira com velocidade angular constante em torno do eixo horizontal fixo que passa por seu centro C.



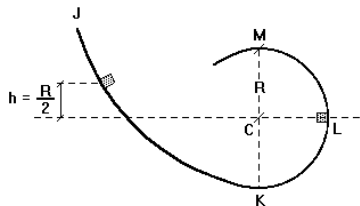
Numa das cadeiras há um passageiro, de 60kg de massa, sentado sobre uma balança de mola (dinamômetro), cuja indicação varia de acordo com a posição do passageiro. No ponto mais alto da trajetória o dinamômetro indica 234N e no ponto mais baixo indica 954N . Considere a variação do comprimento da mola desprezível quando comparada ao raio da roda. Calcule o valor da aceleração local da gravidade.

5) Um caminhão, com massa total de 10.000kg está percorrendo uma curva circular plana e horizontal a 72km/h (ou seja, 20m/s) quando encontra uma mancha de óleo na pista e perde completamente a aderência. O caminhão encosta então no muro lateral que acompanha a curva que o mantém em trajetória circular de raio igual a 90m . O coeficiente de atrito entre o caminhão e o muro vale $0,3$. Podemos afirmar que, ao encostar no muro, o caminhão começa a perder velocidade à razão de, aproximadamente.

6) Considere a Terra uma esfera homogênea e que a aceleração da gravidade nos pólos seja de $9,8\text{m/s}^2$. O número pelo qual seria preciso multiplicar a velocidade de rotação da Terra de modo que o peso de uma pessoa no Equador ficasse nulo é:

- 4π .
- 2π .
- 3.
- 10.
- 17.

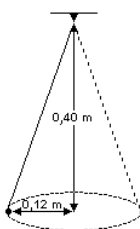
7) A figura mostra o perfil de um trilho vertical JKLM cujo trecho KLM é circular de centro em C e raio R.



Um bloco de pequenas dimensões é abandonado a uma altura $h=R/2$ acima do plano horizontal que contém o centro C e passa a deslizar sobre o trilho com atrito desprezível.

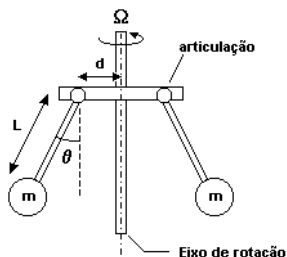
- a) Determine a direção e o sentido da velocidade V do bloco no instante em que ele passa pelo ponto L e calcule seu módulo em função de R e da aceleração da gravidade g .
 b) Determine a direção e o sentido da resultante F das forças que atuam sobre o bloco no instante em que ele passa pelo ponto L (informando o ângulo que ela forma com a horizontal) e calcule seu módulo em função da massa m do bloco e da aceleração da gravidade g .

8) A figura a seguir representa um pêndulo cônico, composto por uma pequena esfera de massa 0,10kg que gira presa por um fio muito leve e inextensível, descrevendo círculos de 0,12m de raio num plano horizontal, localizado a 0,40m do ponto de suspensão. (Adote $g=10\text{ m/s}^2$.)



- a) Represente graficamente, as forças que atuam sobre a esfera, nomeando-as. Determine o módulo da resultante dessas forças.
 b) Determine o módulo da velocidade linear da esfera e a frequência do movimento circular por ela descrito.

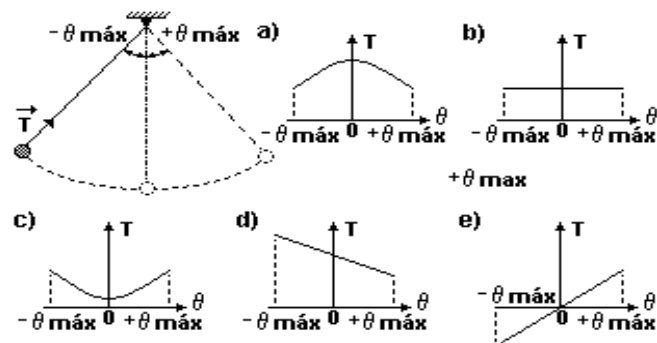
9) As máquinas a vapor, que foram importantíssimas na Revolução Industrial, costumavam ter um engenhoso regulador da sua velocidade de rotação, como é mostrado esquematicamente na figura adiante. As duas massas afastavam-se do eixo devido ao movimento angular e acionavam um dispositivo regulador da entrada de vapor, controlando assim a velocidade de rotação, sempre que o ângulo θ atingia 30° . Considere hastes de massa desprezível e comprimento $L=0,2\text{m}$, com massas $m=0,18\text{kg}$ em suas pontas, $d=0,1\text{m}$ e aproxime $3^{1/2}=1,8$.



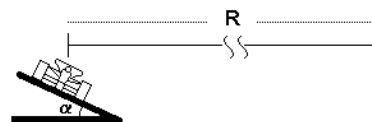
- a) Faça um diagrama indicando as forças que atuam sobre uma das massas m .
 b) Calcule a velocidade angular W para a qual $\theta=30^\circ$.

10) No pêndulo representado na figura, o ângulo θ formado pelo fio de sustentação com a vertical oscila entre os

valores extremos $-\theta_{\text{máx}}$ e $+\theta_{\text{máx}}$. Assinale o gráfico que melhor representa o módulo da tração T exercida pelo fio de sustentação em função do ângulo θ .

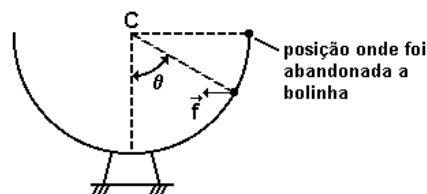


11) Pistas com curvas de piso inclinado são projetadas para permitir que um automóvel possa descrever uma curva com mais segurança, reduzindo as forças de atrito da estrada sobre ele. Para simplificar, considere o automóvel como um ponto material.



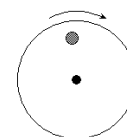
- a) Suponha a situação mostrada na figura anterior, onde se representa um automóvel descrevendo uma curva de raio R, com velocidade V tal que a estrada não exerça forças de atrito sobre o automóvel. Calcule o ângulo α de inclinação da curva, em função da aceleração da gravidade g e de V .
 b) Suponha agora que o automóvel faça a curva de raio R, com uma velocidade maior do que V . Faça um diagrama representando por setas as forças que atuam sobre o automóvel nessa situação.

12) Uma bolinha de gude de dimensões desprezíveis é abandonada, a partir do repouso, na borda de um hemisfério oco e passa a deslizar, sem atrito, em seu interior.



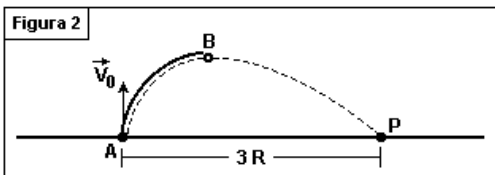
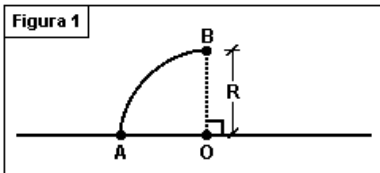
Calcule o ângulo θ entre o vetor-posição da bolinha em relação ao centro C e a vertical para o qual a força resultante f sobre a bolinha é horizontal.

13) Suponha que o cilindro possua massa igual a 40g, que o coeficiente de atrito estático entre o disco e o cilindro seja 0,18, que a distância do cilindro ao eixo valha 20cm e que a aceleração da gravidade seja de 10 m/s^2 . A máxima velocidade angular com que o disco pode girar, sem que o cilindro deslize, vale, em rad/s:



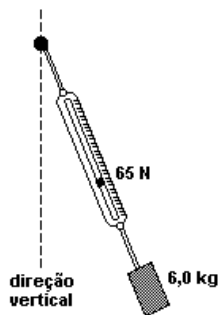
- a) 0,9 b) 1,0 c) 1,8 d) 2,0 e) 3,0

14) Um trilho em forma de arco circular, contido em um plano vertical, está fixado num ponto A de um plano horizontal. O centro do arco está em um ponto O desse mesmo plano. O arco é de 90° e tem raio R , como ilustra a figura 1. Um pequeno objeto é lançado para cima, verticalmente, a partir da base A do trilho e desliza apoiado a ele, sem atrito, até o ponto B, onde escapa horizontalmente, caindo no ponto P do plano horizontal onde está fixado o trilho. A distância do ponto P ao ponto A é igual a $3R$ como ilustra a figura 2.



Calcule o módulo da velocidade inicial V_0 com que o bloco foi lançado, em função do raio R e da aceleração g da gravidade.

15) Uma caixa é pendurada no teto de um ônibus por meio de fios ideais presos a um dinamômetro de massa desprezível. A figura mostra esses objetos em equilíbrio em relação ao ônibus, enquanto ele está percorrendo um trecho circular de uma estrada horizontal, com velocidade de 72 km/h . Nessa situação, o dinamômetro mostra que a tensão no fio é 65 N .

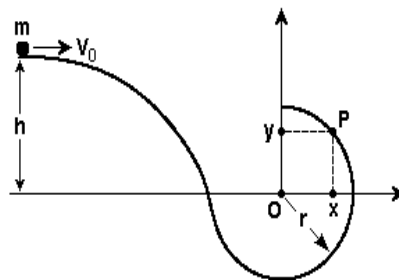


Sabendo que a massa da caixa é $6,0 \text{ kg}$, calcule o raio da curva da estrada.

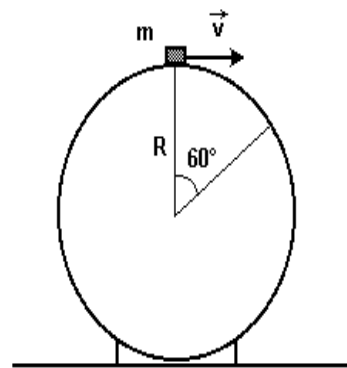


PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

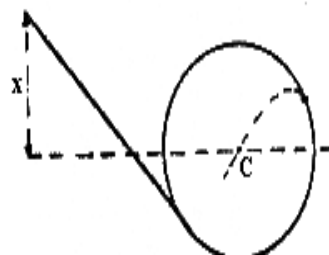
16) Um corpo de massa m e velocidade V_0 a uma altura h desliza sem atrito sobre uma pista que termina em forma de semicircunferência de raio r , conforme indicado na figura. Determine a razão entre as coordenadas x e y do ponto P na semicircunferência, onde o corpo perde o contato com a pista. Considere a aceleração da gravidade g .



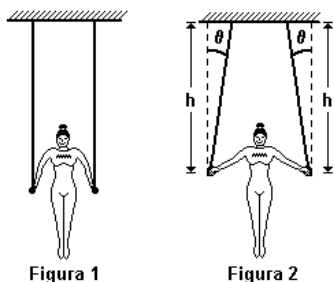
17) Um objeto pontual de massa m desliza com velocidade inicial V , horizontal, do topo de uma esfera em repouso, de raio R . Ao escorregar pela superfície, o objeto sofre uma força de atrito de módulo constante dado por $f = 7mg/4\pi$. Para que o objeto se desprenda da superfície esférica após percorrer um arco de 60° (veja figura), sua velocidade inicial deve ter o módulo?



18) Uma esfera de massa m é abandonada na posição A de um plano inclinado e, a seguir, entra em um trilho circular vertical de raio R . Determinar x para que a esfera, depois de abandonar o trilho, descreva uma trajetória que passe pelo centro C do trilho circular.

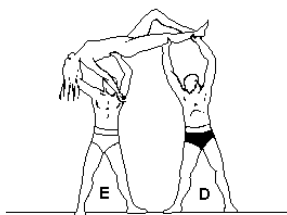


1) As figuras mostram uma ginasta olímpica que se sustenta em duas argolas presas por meio de duas cordas ideais a um suporte horizontal fixo; as cordas têm 2,0m de comprimento cada uma. Na posição ilustrada na figura 1 os fios são paralelos e verticais. Nesse caso, as tensões em ambos os fios valem T. Na posição ilustrada na figura 2, os fios estão inclinados, formando o mesmo ângulo θ com a vertical. Nesse caso, as tensões em ambos os fios valem T' e a distância vertical de cada argola até o suporte horizontal é $h=1,80\text{m}$, conforme indica a figura 2.



Sabendo que a ginasta pesa 540N, calcule T e T' .

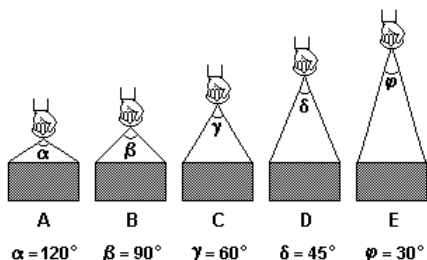
2) A figura mostra três ginastas, dois homens e uma mulher, agrupados em forma de arco, com os homens de pé sobre o piso horizontal sustentando a mulher. O homem da direita pesa 80kgf e a mulher pesa 70kgf. No instante focalizado todos eles estão em repouso.



O módulo da componente vertical da força que o homem da direita (D) exerce sobre a mulher é igual a 30kgf.

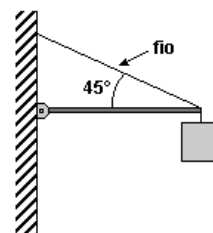
- a) Calcule o módulo da componente vertical da força que o homem da esquerda (E) exerce sobre a mulher.
- b) Calcule o módulo da componente vertical da força que o solo exerce sobre o homem da direita (D).

3) Um mesmo pacote pode ser carregado com cordas amarradas de várias maneiras. A situação, dentre as apresentadas, em que as cordas estão sujeitas a maior tensão é



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

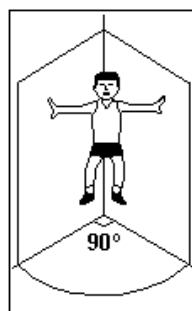
4) Uma barra horizontal de massa desprezível possui uma de suas extremidades articulada em uma parede vertical. A outra extremidade está presa à parede por um fio que faz um ângulo de 45° com a horizontal e possui um corpo de 55 N pendurado. Qual o módulo da força normal à parede, em newtons, que a articulação exerce sobre a barra?



5) A forma de uma raquete de tênis pode ser esquematizada por um aro circular de raio R e massa m_1 , preso a um cabo de comprimento L e massa m_2 . Quando $R = L/4$ e $m_1 = m_2$, a distância do centro de massa da raquete ao centro do aro circular vale:

- a) $R/2$
- b) R
- c) $3R/2$
- d) 2R

6) Um atleta mantém-se suspenso em equilíbrio, forçando as mãos contra duas paredes verticais, perpendiculares entre si, dispondo seu corpo simetricamente em relação ao canto e mantendo seus braços horizontalmente alinhados, como mostra a figura. Sendo m a massa do corpo do atleta e μ o coeficiente de atrito estático interveniente, assinale a opção correta que indica o módulo mínimo da força exercida pelo atleta em cada parede.



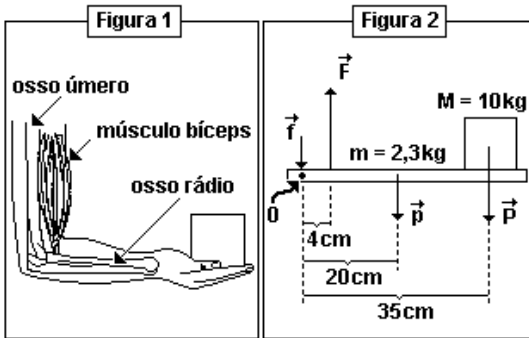
- a) $\frac{mg}{2} \left(\frac{\mu^2 - 1}{\mu^2 + 1} \right)^{1/2}$
- b) $\frac{mg}{2} \left(\frac{\mu^2 + 1}{\mu^2 - 1} \right)^{1/2}$
- c) $\frac{mg}{2} \left(\frac{\mu^2 - 1}{\mu^2 + 1} \right)$
- d) $\frac{mg}{2} \left(\frac{\mu^2 + 1}{\mu^2 - 1} \right)$
- e) n. d. a.

7) Um homem de massa $m=80\text{kg}$ quer levantar um objeto usando uma alavanca rígida e leve. Os braços da alavanca têm 1,0 e 3,0m.

a) Qual a maior massa que o homem consegue levantar usando a alavanca e o seu próprio peso?

b) Neste caso, qual a força exercida sobre a alavanca no ponto de apoio?

8) A figura 1 mostra o braço de uma pessoa (na horizontal) que sustenta um bloco de 10kg em sua mão. Nela estão indicados os ossos úmero e rádio (que se articulam no cotovelo) e o músculo bíceps.

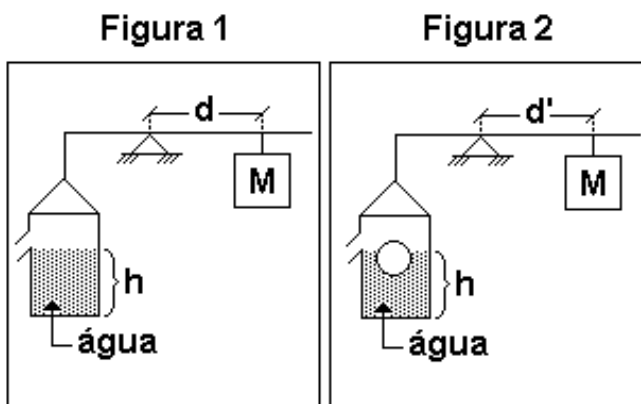


A figura 2 mostra um modelo mecânico equivalente: uma barra horizontal articulada em O, em equilíbrio, sustentando um bloco de 10kg. A articulação em O é tal que a barra pode girar livremente, sem atrito, em torno de um eixo perpendicular ao plano da figura em O. Na figura 2 estão representados por segmentos orientados:

- a força F exercida pelo bíceps sobre o osso rádio, que atua a 4cm da articulação O;
- a força f exercida pelo osso úmero sobre a articulação O;
- o peso p do sistema braço-mão, de massa igual a 2,3kg e aplicado em seu centro de massa, a 20cm da articulação O;
- o peso P do bloco, cujo centro de massa se encontra a 35cm da articulação O.

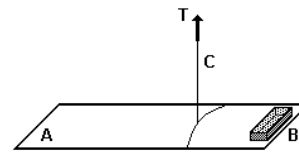
Calcule o módulo da força F exercida pelo bíceps sobre o osso rádio, considerando $g=10\text{m/s}^2$.

9) A figura 1 mostra uma alavanca interfixa em equilíbrio na horizontal. À esquerda do ponto de apoio há um recipiente contendo água. Observe que o recipiente possui uma canaleta, o que faz com que a superfície livre da água fique, no máximo, a uma altura h do fundo. À direita, há um bloco de massa M , suspenso a uma distância d do ponto de apoio. Introduce-se muito lentamente na água uma esfera de cortiça que, finalmente, flutua. Para que a alavanca permaneça em equilíbrio na horizontal, o bloco de massa M deve ser suspenso a uma distância d' do ponto de apoio, como ilustra a figura 2.



Verifique se $d' > d$, $d' = d$ ou $d' < d$. Justifique sua resposta.

10) O esquema a seguir representa um sistema composto por uma placa homogênea (A) de seção reta uniforme, que sustenta um tijolo (B) em uma de suas extremidades e está suspensa por um fio (C).

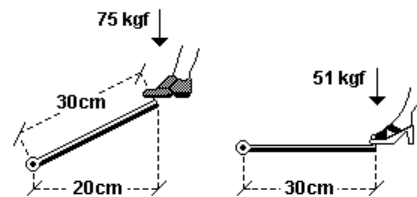


Considerando que a placa mede 3,0m de comprimento, tem peso de 30N, e que o tijolo pesa 20N, calcule:

a) a que distância do tijolo o fio deve estar amarrado, de modo que o sistema fique em equilíbrio na horizontal;

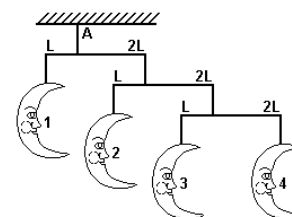
b) a força de tração (T) no fio, se o sistema subir com aceleração de $2,0\text{m/s}^2$.

11) Um jovem e sua namorada passeiam de carro por uma estrada e são surpreendidos por um furo num dos pneus. O jovem, que pesa 75kgf, pisa a extremidade de uma chave de roda, inclinada em relação à horizontal, como mostra a figura 1, mas só consegue soltar o parafuso quando exerce sobre a chave uma força igual a seu peso. A namorada do jovem, que pesa 51kgf, encaixa a mesma chave, mas na horizontal, em outro parafuso, e pisa a extremidade da chave, exercendo sobre ela uma força igual a seu peso, como mostra a figura 2.



Supondo que este segundo parafuso esteja tão apertado quanto o primeiro, e levando em conta as distancias indicadas nas figuras, verifique se a moça consegue soltar esse segundo parafuso. Justifique sua resposta.

12) Um brinquedo que as mães utilizam para enfeitar quartos de crianças é conhecido como "mobile". Considere o "mobile" de luas esquematizado na figura a seguir. As luas estão presas por meio de fios de massas desprezíveis a três barras horizontais, também de massas desprezíveis. O conjunto todo está em equilíbrio e suspenso num único ponto A. Se a massa da lua 4 é de 10g, então a massa em quilogramas da lua 1 é:

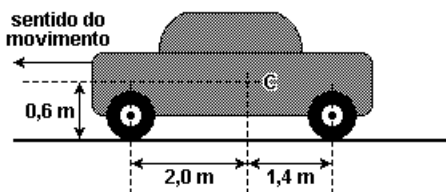


- 180.
- 80.
- 0,36.
- 0,18.



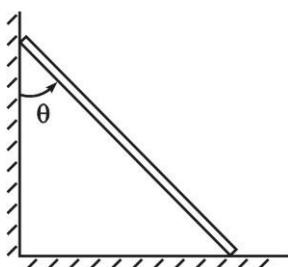
PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

13) Considere um automóvel de peso P , com tração nas rodas dianteiras, cujo centro de massa está em C , movimentando-se num plano horizontal. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a aceleração máxima que o automóvel pode atingir, sendo o coeficiente de atrito entre os pneus e o piso igual a $0,75$.



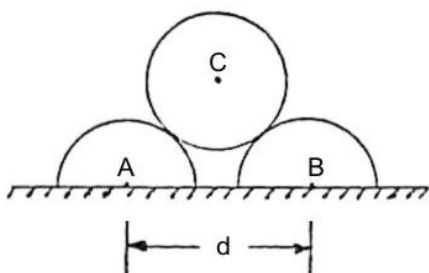
14) A figura mostra uma barra homogênea em equilíbrio estático encostada numa parede vertical livre de atritos e apoiada num piso horizontal áspero.

O coeficiente de atrito estático entre a barra e o piso vale $0,5$ e θ é o ângulo entre a barra e a parede vertical.



Calcule o valor máximo de θ para que a barra ainda permaneça em equilíbrio.

15) Um cilindro C de raio R e peso $2W$ é colocado sobre dois semicilindros A e B de raio R e peso W , como ilustra a figura.

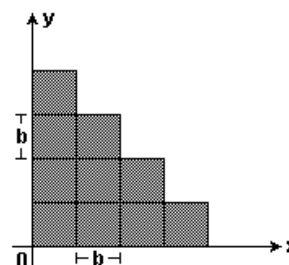


O contato entre o cilindro e os semicilindros não tem atrito. O coeficiente de atrito entre o plano horizontal e a face plana dos semicilindros é $0,5$. Determine o valor máximo da distância "d" entre os centros dos semicilindros A e B , para que exista equilíbrio em todo o sistema. Não é permitido o contato do cilindro C com o plano horizontal.

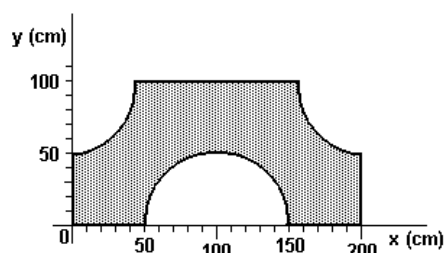
CAPÍTULO XII

IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

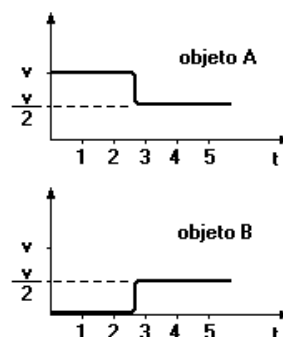
1) Cada um dos quadrados mostrados na figura a seguir tem lado b e massa uniformemente distribuída. Determine as coordenadas (x, y) do centro de massa do sistema formado pelos quadrados.



2) Numa placa retangular de $100\text{cm} \times 200\text{cm}$, são cortados setores circulares, todos de mesmo raio, resultado na peça mostrada na figura. A placa tem espessura uniforme e é construída de um material homogêneo. Determine, em centímetros, as coordenadas x e y , do centro de massa da peça.

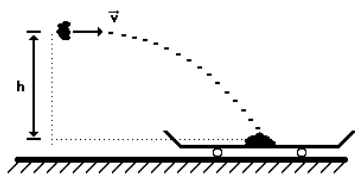


3) Os gráficos a seguir representam as velocidades, em função do tempo, de dois objetos esféricos homogêneos idênticos, que colidem frontalmente. Se p é a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois objetos e E a energia cinética deste mesmo sistema, podemos afirmar que na colisão:



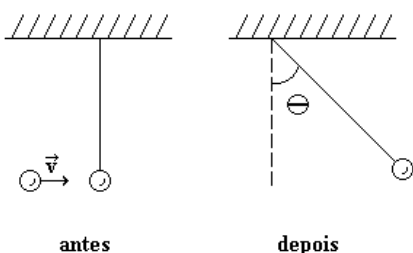
- a) p se conservou e E não se conservou.
- b) p se conservou e E se conservou.
- c) p não se conservou e E se conservou.
- d) p não se conservou e E não se conservou.

4) Uma quantidade de barro de massa 2,0kg é atirada de uma altura $h=0,45\text{m}$, com uma velocidade horizontal $v=4\text{m/s}$, em direção a um carrinho parado, de massa igual a 6,0kg, como mostra a figura adiante. Se todo o barro ficar grudado no carrinho no instante em que o atingir, o carrinho iniciará um movimento com velocidade, em m/s, igual a



- a) 3/4.
- b) 1.
- c) 5/4.
- d) 2.
- e) 3.

5) Um projétil de 450g é disparado horizontalmente com velocidade $20^{1/2}\text{ m/s}$, contra um corpo de massa 0,45kg suspenso por um fio de 2m de comprimento. Em um choque perfeitamente elástico e frontal, o corpo sobe até uma altura h . Qual é o ângulo máximo formado pelo fio com a vertical?



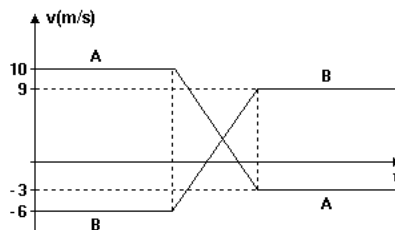
- a) 30°
- b) 45°
- c) 60°
- d) 75°
- e) 90°

6) Uma lâmina de material muito leve de massa m está em repouso sobre uma superfície sem atrito. A extremidade esquerda da lâmina está a 1cm de uma parede. Uma formiga considerada como um ponto, de massa $m/5$, está inicialmente em repouso sobre essa extremidade, como mostra a figura. A seguir, a formiga caminha para frente muito lentamente, sobre a lâmina. A que distância d da parede estará a formiga no momento em que a lâmina tocar a parede?



- a) 2 cm.
- b) 3 cm.
- c) 4 cm.
- d) 5 cm.
- e) 6 cm.

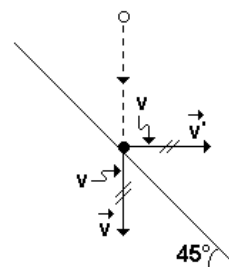
7) A figura representa o gráfico velocidade-tempo de uma colisão unidimensional entre dois carrinhos A e B.



a) Qual é o módulo da razão entre a força média que o carrinho A exerce sobre o carrinho B e a força média que o carrinho B exerce sobre o carrinho A? Justifique sua resposta.

b) Calcule a razão entre as massa m_A e m_B dos carrinhos.

8) Uma bola de pingue-pongue cai verticalmente e se choca, com velocidade V , com um anteparo plano, inclinado 45° com a horizontal. A velocidade V' da bola imediatamente após o choque é horizontal, como ilustra a figura:

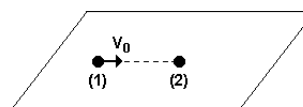


O peso da bola, o empuxo e a força de resistência do ar são desprezíveis quando comparados à força média que o anteparo exerce sobre a bola durante o choque. Suponha $|v| = |v'| = v$.

a) Determine a direção e o sentido da força média exercida pelo anteparo sobre a esfera durante o choque, caracterizando-os pelo ângulo que ela forma com o anteparo.

b) Calcule o módulo dessa força média em função da massa m da esfera, do módulo v de suas velocidades, tanto imediatamente antes quanto imediatamente após o choque, e do tempo Δt que a bola permanece em contato com o anteparo.

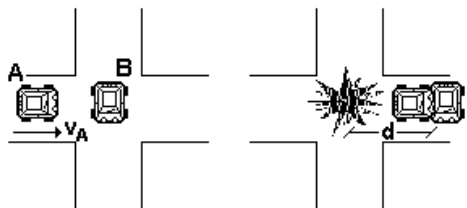
9) A figura mostra uma mesa de bilhar sobre a qual encontram-se duas bolas de mesma massa. A bola (1) é lançada em linha reta com uma velocidade v_0 e vai se chocar frontalmente com a bola (2), que se encontra em repouso.



Considere o choque perfeitamente elástico e despreze os atritos. Calcule, em função de v_0 , as velocidades que as bolas (1) e (2) adquirem após o choque.

10) Um carro A, de massa m , colide com um carro B, de mesma massa m que estava parado em um cruzamento. Na colisão os carros se engastam, saem juntos, arrastando

os pneus no solo, e percorrem uma distância d até atingirem o repouso, como ilustram as figuras a seguir.

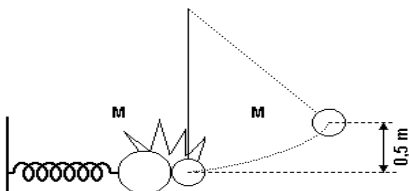


a) Calcule a razão E_C'/E_C entre a energia cinética do sistema constituído pelos dois carros após o choque (E_C') e a energia cinética do carro A antes do choque (E_C).

b) Medindo a distância d e o coeficiente de atrito de deslizamento μ entre os pneus e o solo, conhecendo o valor da aceleração da gravidade g e levando em consideração que os carros tinham a mesma massa m , a perícia técnica calculou o módulo v_A da velocidade do carro A antes da colisão.

Calcule v_A em função de μ , d e g .

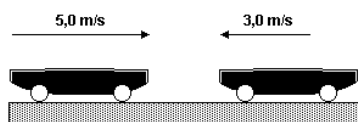
11) Uma esfera de massa igual a 100g está sobre uma superfície horizontal sem atrito, e prende-se à extremidade de uma mola de massa desprezível e constante elástica igual a 9N/m. A outra extremidade da mola está presa a um suporte fixo, conforme mostra a figura (no alto, à direita). Inicialmente a esfera encontra-se em repouso e a mola no seu comprimento natural. A esfera é então atingida por um pêndulo de mesma massa que cai de uma altura igual a 0,5m. Suponha a colisão elástica e $g=10\text{m/s}^2$. Calcule:



a) as velocidades da esfera e do pêndulo imediatamente após a colisão;

b) a compressão máxima da mola.

12) Em um parque de diversões, dois carrinhos elétricos idênticos, de massas iguais a 150kg, colidem frontalmente. As velocidades dos carrinhos imediatamente antes do choque são 5,0m/s e 3,0m/s.



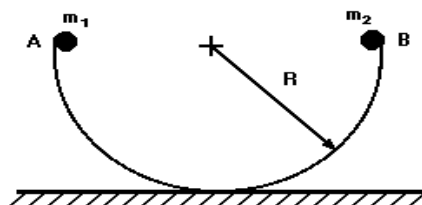
Calcule a máxima perda de energia cinética possível do sistema, imediatamente após a colisão.



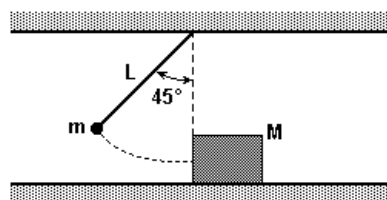
PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

13) A figura a seguir mostra um hemisfério ôco e liso, cujo plano equatorial é mantido fixo na

horizontal. Duas partículas de massas m_1 e m_2 são largadas no mesmo instante, de dois pontos diametralmente opostos, A e B, situados na borda do hemisfério. As partículas chocam-se e, após o choque, m_1 sobe até uma altura h_1 e m_2 sobe até uma altura h_2 . Determine o coeficiente de restituição do choque. Sabe-se que $h_1=R/2$ e $h_2=R/3$, onde R é o raio do hemisfério.



14) Quando solto na posição angular de 45° (mostrada na figura), um pêndulo simples de massa m e comprimento L colide com um bloco de massa M .



Após a colisão, o bloco desliza sobre uma superfície rugosa, cujo coeficiente de atrito dinâmico é igual a 0,3. Considere que após a colisão, ao retornar, o pêndulo alcance uma posição angular máxima de 30° . Determine a distância percorrida pelo bloco em função de m , M e L .

CAPÍTULO XIII

GRAVITAÇÃO

1) Se um satélite que está em órbita da Terra dobrar a distância que mantém entre ele e a Terra, irá dobrar o período de translação?

2) Se R é o raio médio da órbita de um planeta X, e T é o período de revolução em torno do Sol, a 3ª lei de Kepler estabelece que $T^2=C.R^3$, onde C é uma constante de proporcionalidade, válida para todos os planetas de nosso sistema solar. Suponha que a distância média do planeta X ao Sol é 4 vezes a distância média da Terra ao Sol. Podemos concluir que o período do planeta X é, em anos:

- a) 2
- b) 4
- c) 8
- d) 16

3) A tabela abaixo resume alguns dados importantes sobre os satélites de Júpiter. Ao observar os satélites de Júpiter pela primeira vez, Galileu Galilei fez diversas anotações e tirou importantes conclusões sobre a estrutura de nosso universo. A figura abaixo da tabela reproduz uma anotação de Galileu referente a Júpiter e seus satélites.

Nome	Diâmetro (km)	Distância média ao centro de Júpiter (km)	Período orbital (dias terrestres)
Io	3.642	421.800	1,8
Europa	3.138	670.900	3,6
Ganimesdes	5.262	1.070.000	7,2
Calisto	4.800	1.880.000	16,7



De acordo com essa representação e com os dados da tabela, os pontos indicados por 1, 2, 3 e 4 correspondem, respectivamente, a:

- Io, Europa, Ganimesdes e Calisto.
- Ganimesdes, Io, Europa e Calisto.
- Europa, Calisto, Ganimesdes e Io.
- Calisto, Ganimesdes, Io e Europa.
- Calisto, Io, Europa e Ganimesdes.

4) A tabela abaixo ilustra uma das leis do movimento dos planetas: a razão entre o cubo da distância D de um planeta ao Sol e o quadrado do seu período de revolução T em torno do Sol é constante. O período é medido em anos e a distância em unidades astronômicas (UA). A unidade astronômica é igual à distância média entre o Sol e a Terra. Suponha que o Sol esteja no centro comum das órbitas circulares dos planetas.

PLANETA	T^2	D^3
Mercúrio	0,058	0,058
Vênus	0,378	0,378
Terra	1,00	1,00
Marte	3,5	3,5
Júpiter	141	141
Saturno	868	868

Um astrônomo amador supõe ter descoberto um novo planeta no sistema solar e o batiza como planeta X. O período estimado do planeta X é de 125 anos. Calcule:

- a distância do planeta X ao Sol em UA;
- a razão entre a velocidade orbital do planeta X e a velocidade orbital da Terra.

5) Um satélite geoestacionário, portanto com período igual a um dia, descreve ao redor da Terra uma trajetória circular de raio R . Um outro satélite, também em órbita da Terra, descreve trajetória circular de raio $R/2$. Calcule o período desse segundo satélite.

6) A Lua tem sido responsabilizada por vários fenômenos na Terra, tais como, apressar o parto de seres humanos e animais e aumentar o crescimento de cabelos e plantas. Sabe-se que a aceleração gravitacional da Lua em sua própria superfície é praticamente $1/6$ daquela Terra ($g_T \sim 10\text{m/s}^2$), e que a distância entre a Terra e a Lua é da ordem de 200 raios lunares. Para estimar os efeitos gravitacionais da Lua na superfície da Terra, calcule:

a) A aceleração gravitacional provocada pela Lua em um corpo na superfície da Terra.

b) A variação no peso de um bebê de 3,0kg devido à ação da Lua.

7) É fato bem conhecido que a aceleração da gravidade na superfície de um planeta é diretamente proporcional à massa do planeta e inversamente proporcional ao quadrado do seu raio. Seja g a aceleração da gravidade na superfície da Terra. Em um planeta fictício cuja massa é o triplo da massa da Terra e cujo raio também seja igual a três vezes o raio terrestre, o valor da aceleração da gravidade na superfície será:

- g
- $g/2$
- $g/3$
- $2g$
- $3g$

8) Um satélite com massa m gira em torno da Terra com velocidade constante, em uma órbita circular de raio R , em relação ao centro da Terra. Represente a massa da Terra por M e a constante gravitacional por G . Utilizando os conceitos de forças centrípeta e gravitacional, calcule, em função de m , M , R e G ,

- a velocidade do satélite;
- a constante K que aparece na terceira lei de Kepler.

9) As imagens de satélite analisadas no Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) mostram que o desmatamento no Estado do Acre está avançando no ritmo de dezesseis campos de futebol por hora. Para cada 1% de aumento de área desflorestada, cresce 8% a população dos mosquitos transmissores da malária na Amazônia.

(Adaptado de "Veja". ed. 1821. ano 36. n. 38. São Paulo: Abril, 2003. p. 115)

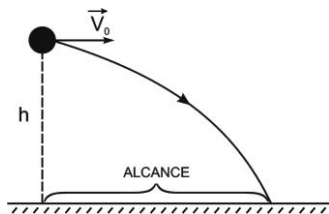
Os satélites que fotografam constantemente a superfície da Terra e detectam regiões desmatadas, giram em órbita circular em um plano perpendicular ao plano do Equador terrestre. Os satélites:

- estão numa altitude em que a gravidade terrestre é nula;
- praticamente não encontram resistência do ar em seu movimento;
- têm a aceleração centrípeta de seu movimento igual a 10m/s^2 .

Está correto o que se afirma SOMENTE em:

- I
- II
- III
- I e II
- I e III

10) Um certo planeta tem massa igual ao dobro da massa da terra e raio também igual ao dobro do raio da terra. Esse planeta, um corpo é lançado horizontalmente com a velocidade de 3,0 m/s da altura de 10m, como mostra a figura.



Considerando atritos desprezíveis, calcule o alcance A do movimento.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...



11) A luz do Sol leva 8,0 minutos para chegar à Terra e 32 minutos para alcançar um planetóide hipotético Physis, que tem órbita circular em torno do Sol.

Dados: $p = 3,0$; $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ ano} = 3,2 \times 10^7 \text{ s}$.

- Calcule o período de revolução de Physis em torno do Sol.
- Calcule, aproximadamente, a massa do Sol.

Dado: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

12) O raio do horizonte de eventos de um buraco negro corresponde à esfera dentro da qual nada, nem mesmo a luz, escapa da atração gravitacional por ele exercida. Por coincidência, esse raio pode ser calculado não-relativisticamente como o raio para o qual a velocidade de escape é igual à velocidade da luz. Qual deve ser o raio do horizonte de eventos de um buraco negro com uma massa igual à massa da Terra?

CAPÍTULO XIV

HIDROSTÁTICA

1) Dois blocos maciços de alumínio são tais que as dimensões de um deles são exatamente três vezes maiores que as dimensões homólogas do outro. A razão entre as massas dos blocos maior e menor é:

- 3
- 6
- 9
- 18
- 27

2) Três cubos A, B e C, maciços e homogêneos, têm o mesmo volume de 1 cm^3 . As massas desses cubos são, respectivamente, 5g, 2g e 0,5g. Em qual das alternativas os cubos aparecem em ordem crescente de massa específica?

- A, B e C
- C, B e A
- A, C e B
- C, A e B
- B, A e C

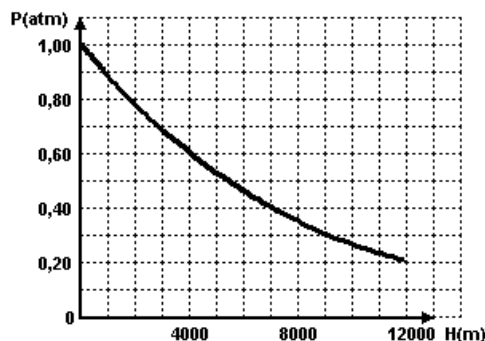
3) Um adulto de 80kg e uma criança de 20kg desejam andar sobre pernas de pau. Para isto dispõem de uma madeira leve e resistente em forma de varas de seção reta circular e diferentes diâmetros. Quantas vezes o diâmetro da madeira usada pelo adulto deve ser maior do que aquele usado pela criança para que a pressão em cada uma das varas seja a mesma?

4) Uma pequena bolha de ar, partindo da profundidade de 2,0m abaixo da superfície de um lago, tem seu volume aumentado em 40% ao chegar à superfície. Suponha que a temperatura do lago seja constante e uniforme e que o valor da massa específica da água do lago seja $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze os efeitos de tensão superficial.

a) Qual a variação do valor da pressão do ar dentro da bolha, em N/m^2 nessa subida?

b) Qual o valor da pressão atmosférica, em N/m^2 , na superfície do lago?

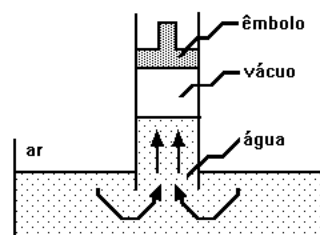
5) Um avião que voa a grande altura é pressurizado para conforto dos passageiros. Para evitar sua explosão é estabelecido o limite máximo de 0,5 atmosfera para a diferença entre a pressão interna no avião e a externa. O gráfico representa a pressão atmosférica P em função da altura H acima do nível mar. Se o avião voa a uma altura de 7.000 metros e é pressurizado até o limite, os passageiros ficam sujeitos a uma pressão igual à que reina na atmosfera a uma altura de aproximadamente



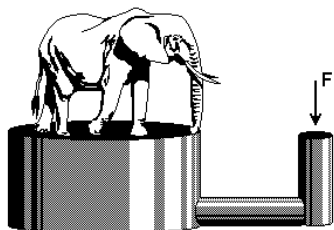
- 0 m
- 1.000 m
- 2.000 m
- 5.500 m
- 7.000 m

6) Aristóteles acreditava que a Natureza tinha horror ao vácuo. Assim, segundo Aristóteles, num tubo como o da figura, onde se produzisse vácuo pela elevação de um êmbolo, a água subiria até preencher totalmente o espaço vazio. Séculos mais tarde, ao construir os chafarizes de Florença, os florentinos descobriram que a água recusava-se a subir, por sucção, mais do que 10 metros. Perplexos, os construtores pediram a Galileu que explicasse esse fenômeno. Após brincar dizendo que talvez a Natureza não abominasse mais o vácuo acima de 10 metros, Galileu sugeriu que Torricelli e Viviani, então seus alunos, obtivessem a explicação; como sabemos, eles a conseguiram!

Com os conhecimentos de hoje, explique por que a água recusou-se a subir mais do que 10 metros.

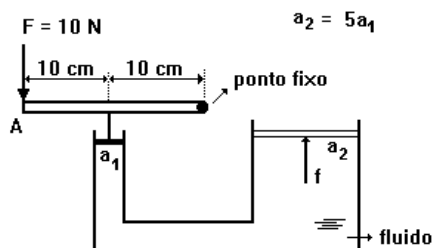


7) Um adestrador quer saber o peso de um elefante. Utilizando uma prensa hidráulica, consegue equilibrar o elefante sobre um pistão de 2000cm^2 de área, exercendo uma força vertical F equivalente a 200N , de cima para baixo, sobre o outro pistão da prensa, cuja área é igual a 25cm^2 .



Calcule o peso do elefante.

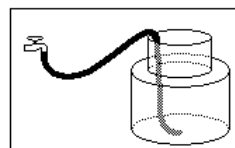
8) Um esquema simplificado de uma prensa hidráulica está mostrado na figura a seguir. Pode-se fazer uso de uma alavanca para transmitir uma força aplicada à sua extremidade, amplificando seu efeito várias vezes.



Supondo que se aplique uma força de 10N à extremidade A da alavanca e sabendo que a razão entre a área do êmbolo maior pela área do êmbolo menor é de 5, o módulo da força F que o êmbolo maior aplicará sobre a carga será de:

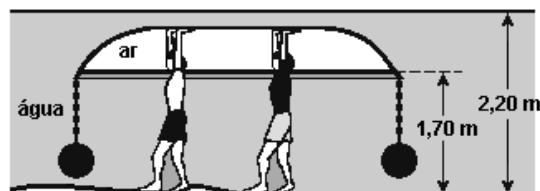
- a) 4 N
- b) 20 N
- c) 50 N
- d) 100 N
- e) 200 N

9) Um reservatório de água é constituído de duas partes cilíndricas, interligadas, como mostrado na figura. A área da seção reta do cilindro inferior é maior que a do cilindro superior. Inicialmente, esse reservatório está vazio. Em certo instante, começa-se a enchê-lo com água, mantendo-se uma vazão constante. Assinale a alternativa cujo gráfico MELHOR representa a pressão, no fundo do reservatório, em função do tempo, desde o instante em que se começa a enchê-lo até o instante em que ele começa a transbordar.



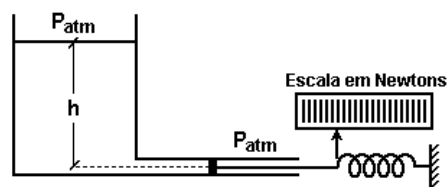
- a)
- b)
- c)
- d)

10) Dois fugitivos devem atravessar um lago sem serem notados. Para tal, emborcaram um pequeno barco, que afunda com o auxílio de pesos adicionais. O barco emborcado mantém, aprisionada em seu interior, uma certa quantidade de ar, como mostra a figura.



No instante retratado, tanto o barco quanto os fugitivos estão em repouso e a água está em equilíbrio hidrostático. Considere a densidade da água do lago igual a $1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e a aceleração da gravidade igual a $10,0 \text{ m/s}^2$. Usando os dados indicados na figura, calcule a diferença entre a pressão do ar aprisionado pelo barco e a pressão do ar atmosférico.

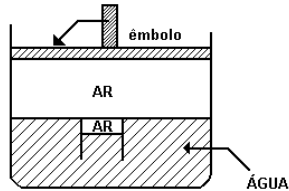
11) Um líquido de densidade $1,25 \text{ g/cm}^3$ está em repouso dentro de um recipiente. No fundo do recipiente existe uma conexão com um tubo cilíndrico de $2,0 \text{ cm}$ de diâmetro. O tubo possui um êmbolo cuja parte exterior está sob a ação da atmosfera e em contato com uma mola. Considere que não haja atrito entre o êmbolo e o tubo cilíndrico.



Num determinado experimento, a força da mola sobre o êmbolo tem módulo igual a $6,28 \text{ N}$. Calcule a altura h do líquido indicada na figura.

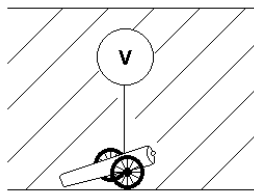
Use $\pi = 3,14$.

12) A figura mostra um recipiente provido de um êmbolo dentro do qual há ar, água e um tubo cilíndrico que tem uma extremidade aberta e a outra fechada. O tubo, parcialmente cheio de água, está inicialmente em equilíbrio com a extremidade fechada rasante à superfície livre da água. em um dado momento, o êmbolo é empurrado para baixo comprimindo o ar contra a superfície livre da água. O tubo tem contrapesos que permitem que ele se movimente apenas na vertical.



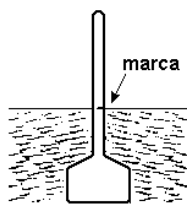
O tubo emerge, afunda ou permanece no nível da água? Justifique sua resposta.

13) Deseja-se içar uma peça metálica de artilharia de massa $m=1,0 \cdot 10^3$ kg e volume igual a $2,0 \cdot 10^{-1} \text{ m}^3$, que se encontra em repouso no fundo de um lago. Para tanto, prende-se a peça a um balão que é inflado com ar até atingir um volume V , como mostra a figura.



Supondo desprezível o peso do balão e do ar em seu interior e considerando a densidade da água $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, calcule o valor do volume mínimo V necessário para içar a peça.

14) Um densímetro é um dispositivo com o qual pode-se medir a densidade de um líquido. Trata-se de um objeto com uma haste graduada que, quando colocado em um líquido padrão de densidade conhecida, flutua de modo tal que a superfície livre do líquido coincide com uma determinada marca da haste como mostra a figura.

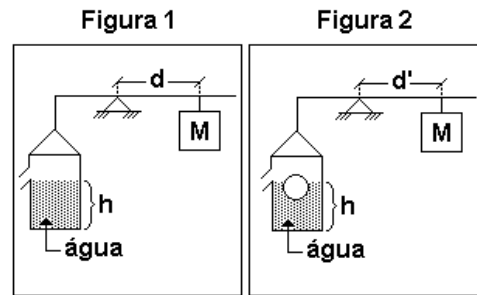


Por exemplo, nos postos de gasolina usam-se densímetros para controlar o padrão de qualidade do álcool hidratado. Suponha que um negociante desonesto tenha misturado mais água ao álcool hidratado. Sabendo que a densidade do álcool é menor do que a da água, verifique se o densímetro flutuará, nesse álcool "batizado", com a marca acima ou abaixo de sua superfície livre. Justifique a sua resposta.

15) A figura 1 mostra uma alavanca interfixa em equilíbrio na horizontal. À esquerda do ponto de apoio há um recipiente contendo água. Observe que o recipiente possui uma canaleta, o que faz com que a superfície livre da água fique, no máximo, a uma altura h do fundo. À direita, há um bloco de massa M , suspenso a uma distância d do ponto

de apoio. Introduz-se muito lentamente na água uma esfera de cortiça que, finalmente, flutua. Para que a

alavanca permaneça em equilíbrio na horizontal, o bloco de massa M deve ser suspenso a uma distância d' do ponto de apoio, como ilustra a figura 2.

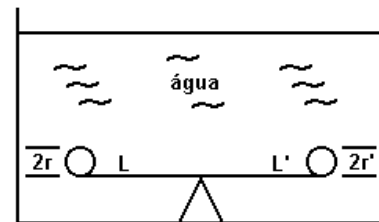


Verifique se $d' > d$, $d' = d$ ou $d' < d$. Justifique sua resposta.



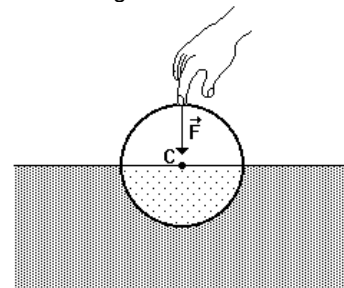
PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

16) Duas esferas metálicas homogêneas de raios r e r' e massas específicas de 5 e 10 g/cm^3 , respectivamente, têm mesmo peso P no vácuo. As esferas são colocadas nas extremidades de uma alavanca e o sistema todo mergulhado em água, como mostra a figura adiante. A razão entre os dois braços da alavanca (L/L') para que haja equilíbrio é igual a:



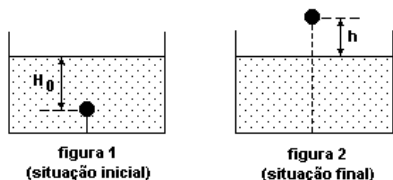
- 1/2.
- 9/4.
- 9/8.
- 1.
- 9/2.

17. Uma pessoa empurra uma esfera maciça, de peso P , exercendo sobre ela uma força vertical F que a mantém em repouso com metade de seu volume submerso em água, como mostra a figura.



A densidade do material da esfera é seis vezes menor do que a da água. Calcule a razão F/P entre os módulos da força F e do peso P da esfera.

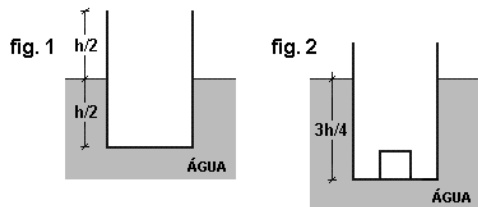
18. Uma bolinha de isopor é mantida submersa, em um tanque, por um fio preso ao fundo. O tanque contém um líquido de densidade ρ igual à da água. A bolinha, de volume $V=200\text{cm}^3$ e massa $m=40\text{g}$, tem seu centro mantido a uma distância $H_0=50\text{cm}$ da superfície (figura 1). Cortando o fio, observa-se que a bolinha sobe, salta fora do líquido, e que seu centro atinge uma altura $h=30\text{cm}$ acima da superfície (figura 2). Desprezando os efeitos do ar, determine:



a) A altura h' , acima da superfície, que o centro da bolinha atingiria, se não houvesse perda de energia mecânica (devida, por exemplo, à produção de calor, ao movimento da água, etc.).

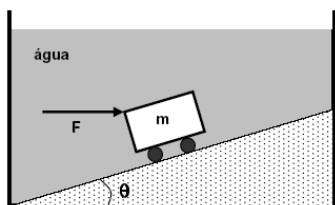
b) A energia mecânica E (em joules) dissipada entre a situação inicial e a final.

19. Um copo cilíndrico, vazio, flutua em água, com metade de sua altura submersa, como mostra a fig. 1. Um pequeno objeto, de $1,0\text{N}$ de peso, é posto dentro do copo, com cuidado para que não entre água no copo. Restabelecido o equilíbrio hidrostático, verifica-se que o copo continua a flutuar, mas com $3/4$ de sua altura submersos, como mostra a fig. 2.



Calcule o peso do copo.

20. Um aquário possui seu fundo inclinado de um ângulo θ em relação à horizontal. Um pequeno carro está imerso na água que preenche o aquário com as rodas travadas. Uma força F , de módulo igual a 10N , está atuando no carrinho. A direção da força F é horizontal e passa pelo centro de massa do carrinho.



Calcule o mínimo coeficiente de atrito estático entre o plano e o carro para que este fique em repouso.

Dados:

Massa do carro = $2,0\text{ kg}$

Volume do carro = $5,0 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3$

Aceleração da gravidade = 10m/s^2

$\cos \theta = 0,8$ e $\sin \theta = 0,6$

1) A temperatura da cidade de Curitiba, em um certo dia, sofreu uma variação de 15°C . Na escala Fahrenheit, essa variação corresponde a:

- a) 59 b) 45 c) 27
d) 18 e) 9

2) Com respeito a temperatura, assinale a afirmativa mais correta:

- a) A escala Celsius é utilizada em todos os países do mundo e é uma escala absoluta. A escala Kelvin só é usada em alguns países por isso é relativa.
b) A Kelvin é uma escala absoluta, pois trata do estado de agitação das moléculas, e é usada em quase todos os países do mundo.
c) A escala Celsius é uma escala relativa e representa, realmente, a agitação das moléculas.
d) As escalas Celsius e Kelvin referem-se ao mesmo tipo de medida e só diferem de um valor constante e igual a 273.
e) A escala Celsius é relativa ao ponto de fusão do gelo e de vapor da água e o intervalo é dividido em noventa e nove partes iguais.

3) O texto a seguir foi extraído de uma matéria sobre congelamento de cadáveres para sua preservação por muitos anos, publicada no jornal "O Estado de S.Paulo" de 21.07.2002.

Após a morte clínica, o corpo é resfriado com gelo. Uma injeção de anticoagulantes é aplicada e um fluido especial é bombeado para o coração, espalhando-se pelo corpo e empurrando para fora os fluidos naturais. O corpo é colocado numa câmara com gás nitrogênio, onde os fluidos endurecem em vez de congelar. Assim que atinge a temperatura de -321° , o corpo é levado para um tanque de nitrogênio líquido, onde fica de cabeça para baixo. Na matéria, não consta a unidade de temperatura usada. Considerando que o valor indicado de -321° esteja correto e que pertença a uma das escalas, Kelvin, Celsius ou Fahrenheit, pode-se concluir que foi usada a escala:

- a) Kelvin, pois trata-se de um trabalho científico e esta é a unidade adotada pelo Sistema Internacional.
b) Fahrenheit, por ser um valor inferior ao zero absoluto e, portanto, só pode ser medido nessa escala.
c) Fahrenheit, pois as escalas Celsius e Kelvin não admitem esse valor numérico de temperatura.
d) Celsius, pois só ela tem valores numéricos negativos para a indicação de temperaturas.
e) Celsius, por tratar-se de uma matéria publicada em língua portuguesa e essa ser a unidade adotada oficialmente no Brasil.

4) Uma escala termométrica arbitrária X atribui o valor -20°X para a temperatura de fusão do gelo e 120°X para a temperatura de ebulição da água, sob pressão normal. A temperatura em que a escala X dá a mesma indicação que a Celsius é:

- a) 80 b) 70 c) 50
d) 30 e) 10

5) Para se medir a temperatura de um certo corpo, utilizou-se um termômetro graduado na escala Fahrenheit e o valor

obtido correspondeu a 4/5 da indicação de um termômetro graduado na escala Celsius, para o mesmo estado térmico. Se a escala adotada tivesse sido a Kelvin, esta temperatura seria indicada por:

- a) 25,6 K b) 32 K c) 241 K d) 273 K

6) Você é convidado a projetar uma ponte metálica, cujo comprimento será de 2,0 km. Considerando os efeitos de contração e expansão térmica para temperaturas no intervalo de -40°F a 110°F e o coeficiente de dilatação linear do metal é de $12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, qual a máxima variação esperada no comprimento da ponte? (O coeficiente de dilatação linear é constante no intervalo de temperatura considerado).

- a) 9,3 m b) 2,0 m
c) 3,0 m d) 0,93 m

7) Uma barra de ferro com 800 g de massa, 0,5 m de comprimento, submetida à temperatura de 130°C é colocada em um reservatório termicamente isolado que contém 400 g de água a 10°C .

Dados:

calor específico do ferro = $0,1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$
coeficiente de dilatação linear do ferro = $12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
Ao ser atingido o equilíbrio térmico, o comprimento dessa barra terá se reduzido de :

- a) 0,6 mm
b) 1,2 mm
c) 60 mm
d) 0,3 mm

8) Um estudante pôs em prática uma experiência na qual ele pudesse observar alguns conceitos relacionados à "Dilatação Térmica dos Sólidos". Ele utilizou dois objetos: um fino fio de cobre de comprimento $4L$, com o qual ele montou um quadrado como mostra a FIGURA I, e uma chapa quadrada, também de cobre, de espessura desprezível e área igual a L^2 , como mostra a FIGURA II. Em seguida, o quadrado montado e a chapa, que se encontravam inicialmente à mesma temperatura, foram colocados num forno até que alcançassem o equilíbrio térmico com este.

Assim, a razão entre a área da chapa e a área do quadrado formado com o fio de cobre, após o equilíbrio térmico destes com o forno, é:

Figura I
Quadrado formado com o fio de cobre



Figura II
Chapa de cobre de área L^2



- a) 5 b) 4 c) 3
d) 2 e) 1

Adote: calor específico da água: $1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

9) A 10°C , 100 gotas idênticas tem um líquido ocupam um volume de $1,0 \text{ cm}^3$. A 60°C , o volume ocupado pelo líquido é de $1,01 \text{ cm}^3$. Calcule:

- a) A massa de 1 gota de líquido a 10°C , sabendo-se que sua densidade, a esta temperatura, é de $0,90 \text{ g/cm}^3$.
b) o coeficiente de dilatação volumétrica do líquido.

10) O dono de um posto de gasolina recebeu 4000 litros de combustível por volta das 12 horas, quando a temperatura era de 35°C . Ao cair da tarde, uma massa polar vinda do Sul baixou a temperatura para 15°C e permaneceu até que toda a gasolina fosse totalmente vendida. Qual foi o prejuízo, em litros de combustível, que o dono do posto sofreu?

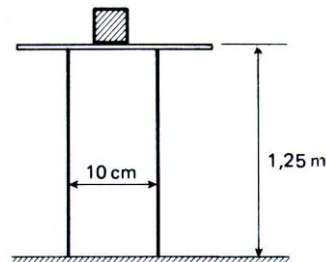
(Dados: coeficiente de dilatação do combustível é de $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...



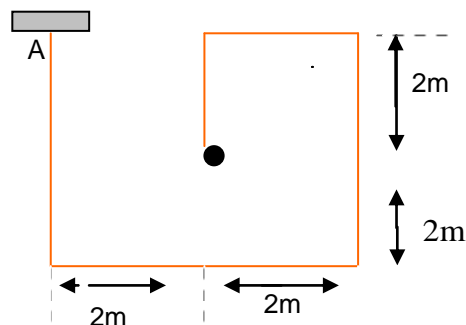
11) A figura mostra duas barras verticais, uma de cobre e outra de zinco, fixas inferiormente. Elas suportam uma plataforma horizontal onde está apoiado um corpo. O coeficiente de atrito estático entre o corpo e a plataforma é 0,01 e os coeficientes de dilatação linear do zinco e do latão valem $2,6 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, respectivamente. Qual a menor variação de temperatura capaz de provocar o deslizamento do corpo sobre a plataforma?



12) Um recipiente de vidro ($\alpha = 9 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) tem volume interno igual a 60 cm^3 a 0°C . Qual o volume de mercúrio, a 0°C , que devemos colocar no recipiente a fim de que, ao variar a temperatura, não se altere o volume da parte vazia?

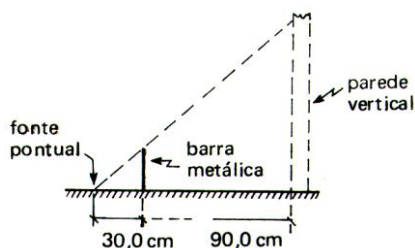
(Coeficiente real do mercúrio: $18 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

13) Um arame de aço, de coeficiente de dilatação linear $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, mantém-se dobrado conforme a figura, com sua extremidade A, engastada no teto, a uma temperatura de 25°C . Quando a temperatura se eleva para 100°C , o ponto E (outra extremidade) move-se:



14) Na figura, a barra metálica vertical, de $25,0 \text{ cm}$ de comprimento, é iluminada pela fonte pontual indicada. A sombra da barra é projetada na parede vertical. Aumentando-se de 100°C a temperatura da barra, observe-se que a sombra da extremidade superior da

mesma se desloca de dois milímetros. Qual o coeficiente de dilatação térmica do material de que é feita a barra?



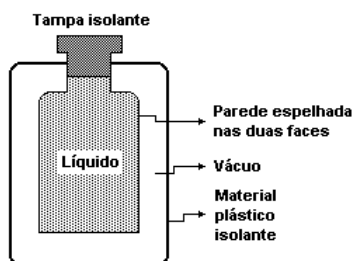
CAPÍTULO XVI

CALOMETRIA

1) Uma garrafa de cerveja e uma lata de cerveja permanecem durante vários dias numa geladeira. Quando se pegam com as mãos desprotegidas a garrafa e a lata para retirá-las da geladeira, tem-se a impressão de que a lata está mais fria do que a garrafa. Este fato é explicado pelas diferenças entre:

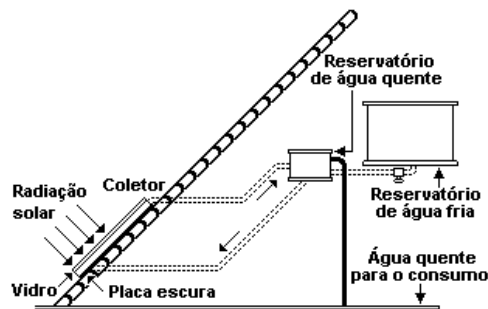
- as temperaturas da cerveja na lata e da cerveja na garrafa.
- as capacidades térmicas da cerveja na lata e da cerveja na garrafa.
- os calores específicos dos dois recipientes.
- os coeficientes de dilatação térmica dos dois recipientes.
- as condutividades térmicas dos dois recipientes.

2) A figura anterior representa um corte transversal numa garrafa térmica hermeticamente fechada. Ela é constituída por duas paredes. A parede interna é espelhada em suas duas faces e entre ela e a parede externa existe uma região com vácuo. Como se explica o fato que a temperatura de um fluido no interior da garrafa mantém-se quase que inalterada durante um longo período de tempo?



- A temperatura só permanecerá inalterada, se o líquido estiver com uma baixa temperatura.
- As faces espelhadas da parede interna impedem totalmente a propagação do calor por condução.
- Como a parede interna é duplamente espelhada, ela reflete o calor que chega por irradiação, e a região de vácuo evita a propagação do calor através da condução e convecção.
- Devido à existência de vácuo entre as paredes, o líquido não perde calor para o ambiente através de radiação eletromagnética.
- Qualquer material plástico é um isolante térmico perfeito, impedindo, portanto, toda e qualquer propagação de calor através dele.

3) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang, "Energia solar e fontes alternativas". Hemus, 1981.

São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- I
- I e II
- II
- I e III
- II e III

4) Um grupo de amigos compra barras de gelo para um churrasco, num dia de calor. Como as barras chegam com algumas horas de antecedência, alguém sugere que sejam envolvidas num grosso cobertor para evitar que derretam demais. Essa sugestão:

- é absurda, porque o cobertor vai aquecer o gelo, derretendo-o ainda mais depressa.
- é absurda, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, fazendo com que ele derreta ainda mais depressa.

c) é inócua, pois o cobertor não fornece nem absorve calor ao gelo, não alterando a rapidez com que o gelo derrete.

d) faz sentido, porque o cobertor facilita a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

e) faz sentido, porque o cobertor dificulta a troca de calor entre o ambiente e o gelo, retardando o seu derretimento.

5) Analise as afirmações referentes à condução térmica

I - Para que um pedaço de carne cozinhe mais rapidamente, pode-se introduzir nele um espeto metálico. Isso se justifica pelo fato de o metal ser um bom condutor de calor.

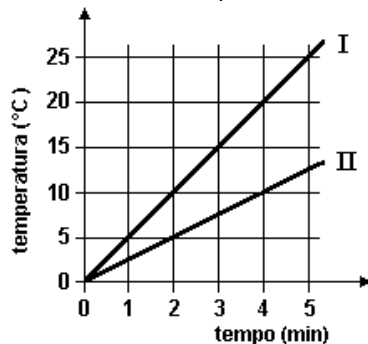
II - Os agasalhos de lã dificultam a perda de energia (na forma de calor) do corpo humano para o ambiente, devido ao fato de o ar aprisionado entre suas fibras ser um bom isolante térmico.

III - Devido à condução térmica, uma barra de metal mantém-se a uma temperatura inferior à de uma barra de madeira colocada no mesmo ambiente.

Podemos afirmar que:

- I, II e III estão corretas.
- I, II e III estão erradas.
- Apenas I está correta.
- Apenas II está correta.
- Apenas I e II estão corretas.

6) Massas iguais de água e óleo foram aquecidas num calorímetro, separadamente, por meio de uma resistência elétrica que forneceu energia térmica com a mesma potência constante, ou seja, em intervalos de tempo iguais cada uma das massas recebeu a mesma quantidade de calor. Os gráficos na figura adiante representam a temperatura desses líquidos no calorímetro em função do tempo, a partir do instante em que iniciou o aquecimento.



- Qual das retas, I ou II, é a da água, sabendo-se que seu calor específico é maior que o do óleo? Justifique sua resposta.
- Determine a razão entre os calores específicos da água e do óleo, usando os dados do gráfico.

7) Um aluno simplesmente sentado numa sala de aula dissipa uma quantidade de energia equivalente à de uma lâmpada de 100W. O valor energético da gordura é de 9,0kcal/g. Para simplificar, adote $1 \text{ cal} = 4,0\text{J}$.

- Qual o mínimo de quilocalorias que o aluno deve ingerir por dia para repor a energia dissipada?
- Quantos gramas de gordura um aluno queima durante uma hora de aula?

8) Um rapaz deseja tomar banho de banheira com água à temperatura de 30°C , misturando água quente e fria. Inicialmente, ele coloca na banheira 100 litros de água fria a 20°C . Desprezando a capacidade térmica da banheira e a perda de calor da água, pergunta-se:

- quantos litros de água quente, a 50°C , ele deve colocar na banheira?
- se a vazão da torneira de água quente é de 0,20 litros/s, durante quanto tempo a torneira deverá ficar aberta?

9) Em um aquário de 10 litros, completamente cheio d'água, encontra-se um pequeno aquecedor de 60W. Sabendo-se que em 25 minutos a temperatura da água aumentou de 2°C , pergunta-se:

- Que quantidade de energia foi absorvida pela água?
- Que fração da energia fornecida pelo aquecedor foi perdida para o exterior?

Dados:

calor específico da água = $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

$1 \text{ cal} = 4,0\text{J}$

10) Um recipiente de capacidade térmica desprezível contém 1 kg de um líquido extremamente viscoso. Dispara-se um projétil de $2 \times 10^{-2} \text{ kg}$ que, ao penetrar no líquido, vai rapidamente ao repouso. Verifica-se então que a temperatura do líquido sofre um acréscimo de 3°C . Sabendo que o calor específico do líquido é $3\text{J/kg } ^\circ\text{C}$, calcule a velocidade com que o projétil penetra no líquido.

11) Sabemos que no verão, sob sol a pino, a temperatura da areia da praia fica muito maior do que a da água. Para avaliar quantitativamente este fenômeno, um estudante coletou amostras de massas iguais de água e de areia e cedeu a cada uma delas a mesma quantidade de calor. Verificou, então, que enquanto a temperatura da amostra de areia sofreu um acréscimo de 50°C , a temperatura da amostra de água sofreu um acréscimo de apenas 6°C

Considere o calor específico da água $1,00 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Calcule o calor específico da areia.

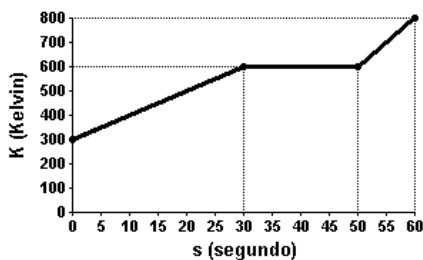
12) Em um calorímetro ideal, há 98g de água à temperatura de 0°C . Dois cubinhos metálicos são introduzidos no calorímetro. Um deles tem massa 8,0g, calor específico $0,25 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ e está à temperatura de 400°C . O outro tem 10g de massa, calor específico $0,20 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ e está à temperatura de 100°C . Posteriormente, esse último cubinho é retirado do calorímetro e verifica-se, nesse instante, que sua temperatura é 50°C . Calcule a temperatura final de equilíbrio da água e do cubinho que permanece no calorímetro.

13) Três amostras de um mesmo líquido são introduzidas num calorímetro adiabático de capacidade térmica desprezível: uma de 12g a 25°C , outra de 18g a 15°C e a terceira de 30g a 5°C . Calcule a temperatura do líquido quando se estabelecer o equilíbrio térmico no interior do calorímetro.

14) Considere uma certa massa de gelo a 0°C . Para fazer com que esta massa atinja a temperatura de 100°C no estado líquido, é necessário fornecer-lhe Q_1 calorías. Para transformar esta mesma massa de água a 100°C em vapor de água a 100°C , é necessária uma quantidade de calor igual a Q_2 .

Sabendo que o valor do calor latente da fusão da água é 80 cal/g e que o valor do calor latente de vaporização da água é 540 cal/g , calcule o valor da razão Q_2/Q_1 .

15) Quatro gramas de uma amostra de certa substância são aquecidos em um calorímetro, por meio de uma fonte térmica que fornece uma potência constante de 5,0 W. A temperatura dentro do calorímetro e o tempo durante o qual a fonte está ligada são registrados e representados no gráfico da figura a seguir. Durante o processo de aquecimento da amostra, esta sofre uma mudança de fase do estado sólido para o estado líquido. Suponha que todo o calor fornecido pela fonte seja transferido para a amostra.



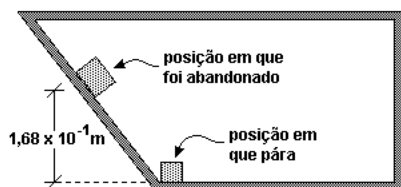
Utilizando as informações fornecidas pelo gráfico, calcule o calor latente de fusão da substância em J/g.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

16) Num calorímetro de capacidade térmica desprezível que contém 60g de gelo a 0°C , injeta-se vapor d'água a 100°C , ambos sob pressão normal. Quando se estabelece o equilíbrio térmico, há apenas 45g de água no calorímetro. O calor de fusão do gelo é 80 cal/g, o calor de condensação do vapor d'água é 540 cal/g e o calor específico da água é 1,0 cal/ $g^{\circ}\text{C}$. Calcule a massa do vapor d'água injetado.

17) Um calorímetro de capacidade térmica desprezível tem uma de suas paredes inclinada como mostra a figura. Um bloco de gelo, a 0°C , é abandonado a $1,68 \times 10^{-1}$ m de altura e desliza até atingir a base do calorímetro, quando pára.



Sabendo que o calor latente de fusão do gelo vale $3,36 \times 10^5$ J/kg e considerando $g=10\text{m/s}^2$, calcule a fração da massa do bloco de gelo que se funde.

18) Suponha que um meteorito de $1,0 \times 10^{12}$ kg colida frontalmente com a Terra ($6,0 \times 10^{24}$ kg) a 36.000km/h. A colisão é perfeitamente inelástica e libera enorme quantidade de calor.

a) Que fração da energia cinética do meteorito se transforma em calor e que fração se transforma em energia cinética do conjunto Terra-Meteorito?

b) Sabendo-se que são necessários $2,5 \times 10^6$ J para vaporizar 1,0 litro de água, que fração da água dos oceanos ($2,0 \times 10^{21}$ litros) será vaporizada se o meteoro cair no oceano?

CAPÍTULO XVII

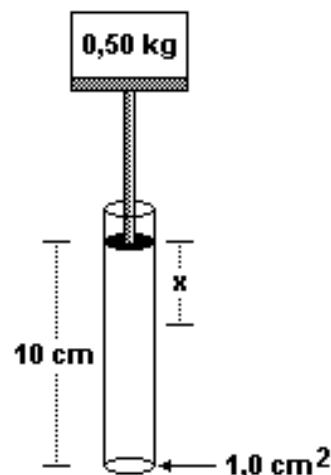
GASES

1) Um copo de 10cm de altura está totalmente cheio de cerveja e apoiado sobre uma mesa. Uma bolha de gás se desprende do fundo do copo e alcança a superfície, onde a pressão atmosférica é de $1,01 \times 10^5$ Pa. Considere que a densidade da cerveja seja igual a da água pura e que a temperatura e o número de moles do gás dentro da bolha permaneçam constantes enquanto esta sobe. Qual a razão

entre o volume final (quando atinge a superfície) e inicial da bolha?

- 1,03.
- 1,04.
- 1,05.
- 0,99.
- 1,01.

2) Um gás ideal em equilíbrio termodinâmico está armazenado em um tubo cilíndrico fino de altura $L = 10,0$ cm e área transversal $A = 1,0 \text{ cm}^2$, provido de um êmbolo móvel perfeitamente ajustado às paredes do tubo. Suponha que a massa do conjunto móvel composto por êmbolo, haste e suporte seja desprezível e, portanto, a pressão no interior do tubo seja inicialmente igual à pressão atmosférica, $p = 1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. Uma massa $m = 0,50$ kg é então colocada sobre o suporte (veja a figura).

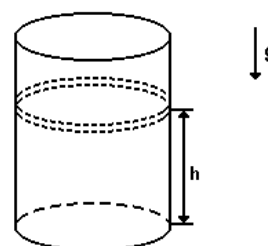


Sob ação do peso da massa m , o êmbolo desce uma altura x , em que o gás volta a atingir o equilíbrio termodinâmico com a mesma temperatura do estado inicial. Suponha que a aceleração da gravidade seja $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcule o valor de x .

3) Um equilibrista se apresenta sobre uma bola, calibrada para ter uma pressão de 2,0 atm a uma temperatura de 300K. Após a apresentação, essa temperatura elevou-se para 306K. Considere desprezível a variação no volume da bola. Calcule a pressão interna final da bola.

4) O cilindro da figura a seguir é fechado por um êmbolo que pode deslizar sem atrito e está preenchido por uma certa quantidade de gás que pode ser considerado como ideal. À temperatura de 30°C , a altura h na qual o êmbolo se encontra em equilíbrio vale 20cm (ver figura; h se refere à superfície inferior do êmbolo). Se, mantidas as demais

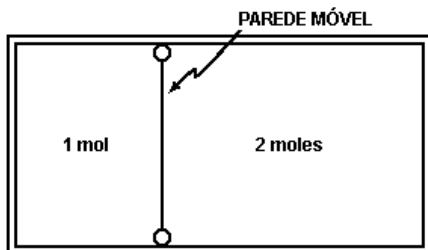
características do sistema, a temperatura passar a ser 60°C , o valor de h variará de, aproximadamente:



- a) 5%.
- b) 10%.
- c) 20%.
- d) 50%.
- e) 100%.

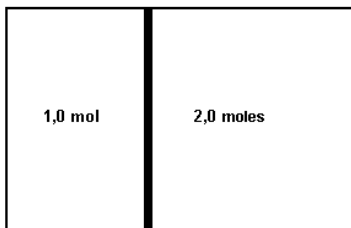
5) Um recipiente de volume variável, em equilíbrio térmico com um reservatório de temperatura constante, encerra uma certa quantidade de gás ideal que tem inicialmente pressão de 2,0 atmosferas e volume de 3,0 litros. O volume máximo que esse recipiente pode atingir é de 5,0 litros, e o volume mínimo é de 2,0 litros. Calcule as pressões máxima (p_{max}) e mínima (p_{min}) a que o referido gás pode ser submetido.

6) Um recipiente de volume interno total igual a V_0 está dividido em dois compartimentos estanques por meio de uma parede fina que pode se mover sem atrito na direção horizontal, como indica a figura a seguir. A parede é diatérmica, isto é, permeável ao calor. O compartimento da direita contém dois moles de um gás ideal, enquanto o da esquerda contém um mol de outro gás, também ideal.



Sabendo que os gases estão em equilíbrio térmico entre si e que a parede se encontra em repouso, calcule o volume de cada gás em função de V_0 .

7) Um cilindro de 2,0 litros é dividido em duas partes por uma parede móvel fina, conforme o esquema a seguir. O lado esquerdo do cilindro contém 1,0 mol de um gás ideal. O outro lado contém 2,0 mols do mesmo gás. O conjunto está à temperatura de 300 K. Adote $R = 0,080 \text{ atm.l/mol.K}$



- a) Qual será o volume do lado esquerdo quando a parede móvel estiver equilibrada?
- b) Qual é a pressão nos dois lados, na situação de equilíbrio?

8) Uma certa quantidade de gás perfeito passa por uma transformação isotérmica. Os pares de pontos pressão (P) e volume (V), que podem representar esta transformação, são:

- a) $P= 4$; $V= 2$ e $P= 8$; $V= 1$
- b) $P= 3$; $V= 9$ e $P= 4$; $V= 16$
- c) $P= 2$; $V= 2$ e $P= 6$; $V= 6$
- d) $P= 3$; $V= 1$ e $P= 6$; $V= 2$
- e) $P= 1$; $V= 2$ e $P= 2$; $V= 8$

9) Num processo termodinâmico, certa massa de um gás ideal sofre uma transformação a temperatura constante.

Com B e γ constantes, qual das expressões a seguir exprime a relação entre a pressão e o volume do gás?

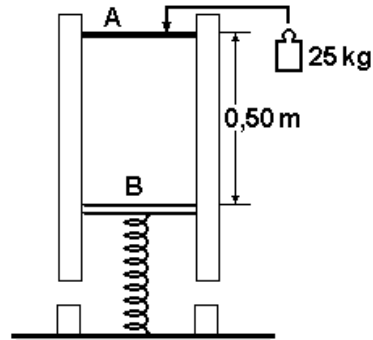
- a) $p = B/V^\gamma$
- b) $V = B.p$
- c) $p = B.V$
- d) $p = B/V$
- e) $p = B.V^\gamma$

10) Quando utiliza-se para a pressão de um gás a unidade atm (atmosfera), para o volume de um gás a unidade L (litro), para quantidade de matéria o mol e para temperatura o kelvin, a unidade da constante geral dos gases perfeitos é atm.L/(mol.K), de acordo com a equação de Clapeyron. Se passarmos a usar todas as unidades do sistema internacional, qual será a unidade da constante?



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

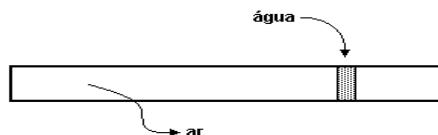
11) A figura adiante mostra um tubo cilíndrico com secção transversal constante de área $S=1,0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ aberto nas duas extremidades para a atmosfera cuja pressão é $P_a=1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$. Uma certa quantidade de gás ideal está aprisionada entre dois pistões A e B que se movem sem atrito. A massa do pistão A é desprezível e a do pistão B é M . O pistão B está apoiado numa mola de constante $k=2,5 \times 10^3 \text{ N/m}$ e a aceleração da gravidade é $g=10 \text{ m/s}^2$.



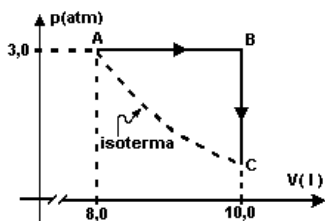
Inicialmente, a distância de equilíbrio entre os pistões é de 0,50m. Uma massa de 25kg é colocada vagarosamente sobre A, mantendo-se constante a temperatura. O deslocamento do pistão A para baixo, até a nova posição de equilíbrio será:

- a) 0,40 m
- b) 0,10 m
- c) 0,25 m
- d) 0,20 m

12) Um tubo capilar fechado em uma extremidade contém uma quantidade de ar aprisionada por um pequeno volume de água. A $7,0^\circ\text{C}$ e à pressão atmosférica (76,0cm Hg) o comprimento do trecho com ar aprisionado é de 15,0cm. Determine o comprimento do trecho com ar aprisionado a $17,0^\circ\text{C}$. Se necessário, empregue os seguintes valores da pressão de vapor da água: 0,75cm Hg a $7,0^\circ\text{C}$ e 1,42cm Hg a $17,0^\circ\text{C}$.



1) Um mol de gás ideal sofre transformação A – B - C indicada no diafragma pressão x volume da figura a seguir.

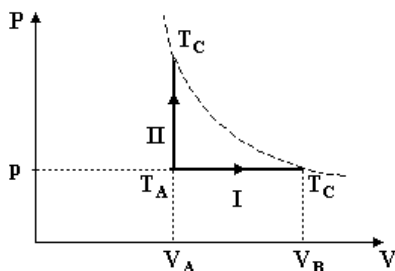


- Qual é a temperatura do gás no estado A?
- Qual é o trabalho realizado pelo gás na expansão A - B?
- Qual é a temperatura pelo gás no estado C?

Dado:

R (constante dos gases)=0,082 atm.l/mol K=8,3J/mol K

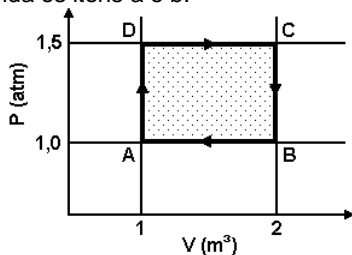
2) O gráfico a seguir representa dois modos de levar uma certa massa de gás ideal de uma temperatura inicial T_A até uma temperatura T_C .



O primeiro (I) representa uma evolução a pressão constante, e o segundo (II) uma evolução a volume constante. O trabalho realizado foi igual a 80J.

- Em qual dos dois processos foi necessário ceder maior quantidade de calor à massa gasosa? Justifique sua resposta.
- Determine a quantidade de calor cedida a mais.

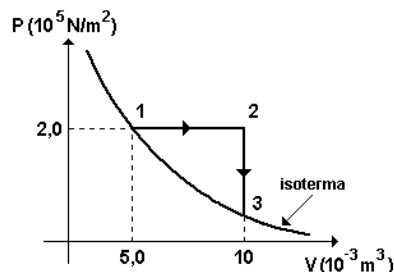
3) Uma máquina térmica industrial utiliza um gás ideal, cujo ciclo de trabalho é mostrado na figura a seguir. A temperatura no ponto A é 400K. Utilizando $1\text{atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, responda os itens a e b.



- Qual é a temperatura no ponto C?

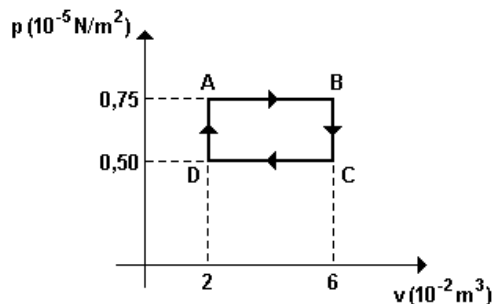
b) Calcule a quantidade de calor trocada pelo gás com o ambiente ao longo de um ciclo.

4) Um gás ideal, inicialmente em um estado de equilíbrio termodinâmico (ponto 1 da figura) a uma temperatura T , sofre uma expansão isobárica (1 - 2), seguida de uma transformação isométrica (2 - 3), até atingir o estado de equilíbrio (ponto 3 da figura) à mesma temperatura inicial T , como ilustra o diagrama P-V a seguir:



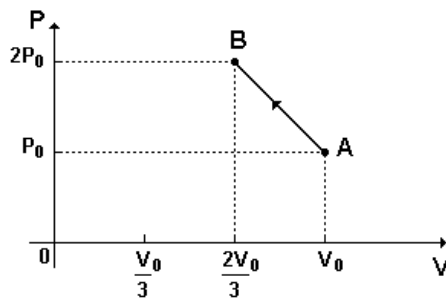
- Durante a evolução 1 – 2 - 3, o gás cedeu ou recebeu calor? Justifique sua resposta.
- Calcule essa quantidade de calor.

5) A figura representa, num gráfico pressão x volume, um ciclo de um gás ideal.



- Calcule o trabalho realizado pelo gás durante este ciclo.
- Calcule a razão entre a mais alta e a mais baixa temperatura do gás (em kelvin) durante este ciclo.

6) Uma certa quantidade de gás oxigênio submetido a baixas pressões e altas temperaturas, de tal forma que o gás possa ser considerado ideal, sofre uma transformação A - B, conforme mostra o diagrama pressãoxvolume.



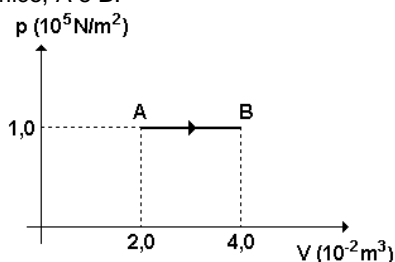
- Calcule o módulo do trabalho realizado sobre o gás, nessa transformação.

b) Esboce o diagrama pressão \times temperatura absoluta ($P \times T$), assinalando os estados A e B.

7) Uma máquina térmica ideal opera recebendo 450J de uma fonte de calor e liberando 300J no ambiente. Uma segunda máquina térmica ideal opera recebendo 600J e liberando 450J. Se dividirmos o rendimento da segunda máquina pelo rendimento da primeira máquina, obteremos:

- a) 1,50.
- b) 1,33.
- c) 1,00.
- d) 0,75.
- e) 0,25.

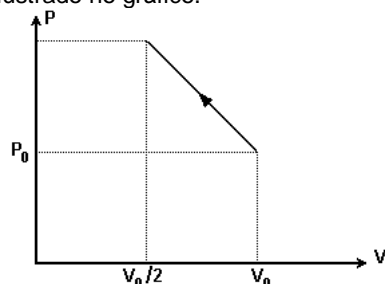
8) A figura representa, num diagrama p - V , uma expansão de um gás ideal entre dois estados de equilíbrio termodinâmico, A e B.



A quantidade de calor cedida ao gás durante esta expansão foi $5,0 \times 10^3$ J.

Calcule a variação de energia interna do gás nessa expansão.

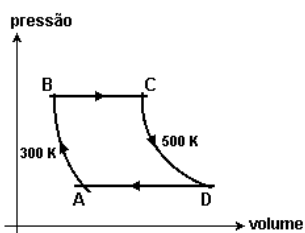
9) Um gás ideal é comprimido lenta e linearmente a partir do volume inicial V_0 , e pressão P_0 , até o volume final $V_0/2$, conforme ilustrado no gráfico.



Sabendo que a temperatura final é igual à temperatura inicial, determine em função dos dados do problema:

- a) a pressão final do gás;
- b) o calor trocado pelo gás durante o processo.

10) Um gás ideal realiza o ciclo termodinâmico constituído por duas isotermas, AB e CD, e duas isóbaras, BC e DA, ilustradas na figura abaixo. As temperaturas correspondentes às isotermas AB e CD valem 300K e 500K, respectivamente.



- a) Indique se o módulo Q_a do calor absorvido na transformação BC é maior, igual ou menor do que o módulo Q_c do calor cedido na transformação DA. Justifique a sua resposta.
- b) Calcule a variação da energia interna nesse ciclo.

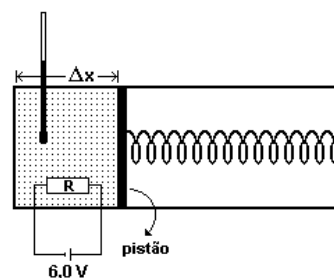


PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) A figura ilustra a secção reta de um recipiente isolante térmico cilíndrico cujo volume é regulado por um pistão que pode deslizar sem atrito. O pistão está preso à mola de constante elástica $k=1,0 \times 10^4$ N/m, que se encontra relaxada quando o pistão está encostado no fundo do recipiente.

Certa quantidade de um gás ideal é colocada no recipiente e, em equilíbrio térmico à temperatura $T=27^\circ\text{C}$, a mola comprime-se de $\Delta x=0,50\text{m}$.

Dado: constante universal do gases (R)= $8,31\text{J/mol K}$



- a) Calcule o número de mols do gás no recipiente.
- b) O gás é aquecido, durante 10 minutos, por meio de um resistor com $R=20\Omega$, ligado a uma fonte de tensão de 6,0V. Calcule a quantidade de calor fornecida ao gás.

Durante o aquecimento, o gás se expande quase estaticamente e, ao final, no equilíbrio térmico, o pistão encontra-se em uma nova posição onde a mola está comprimida de $\Delta x_1=0,55\text{m}$.

Tendo em vista esta nova situação, calcule:

- c) a temperatura do gás;
- d) o trabalho mecânico realizado pelo gás na expansão de Δx para Δx_1 ;
- e) a variação da energia interna do gás na expansão, considerando desprezível a capacidade térmica do sistema (recipiente e seus componentes).

CAPÍTULO XIX

INTRODUÇÃO ÓPTICA

1) Num dia sem nuvens, ao meio-dia, a sombra projeta no chão por uma esfera de 1,0cm de diâmetro é bem nítida se ela estiver a 10cm do chão. Entretanto, se a esfera estiver a 200cm do chão, sua sombra é muito pouco nítida. Pode-se afirmar que a principal causa do efeito observado é que:

- a) o Sol é uma fonte extensa de luz.
- b) o índice de refração do ar depende da temperatura.
- c) a luz é um fenômeno ondulatório.
- d) a luz do Sol contém diferentes cores.
- e) a difusão da luz no ar "borra" a sombra.

2) Admita que o sol subitamente "morresse", ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. 24 horas após este evento, um eventual sobrevivente, olhando para o céu, sem nuvens, veria:

- a) a Lua e estrelas.
- b) somente a Lua.
- c) somente estrelas.
- d) uma completa escuridão.
- e) somente os planetas do sistema solar.

3) Às 18h, uma pessoa olha para o céu e observa que metade da Lua está iluminada pelo Sol. Não se tratando de um eclipse da Lua, então é correto afirmar que a fase da Lua, nesse momento:

- a) só pode ser quarto crescente
- b) só pode ser quarto minguante
- c) só pode ser lua cheia.
- d) só pode ser lua nova.
- e) pode ser quarto crescente ou quarto minguante.

4) O menor tempo possível entre um eclipse do Sol e um eclipse da Lua é de aproximadamente:

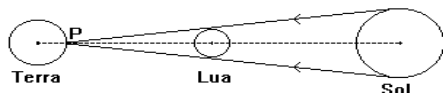
- a) 12 horas.
- b) 24 horas.
- c) 1 semana.
- d) 2 semanas.
- e) 1 mês.

5) Quando o Sol está a pino, uma menina coloca um lápis de $7,0 \times 10^{-3}$ m de diâmetro, paralelamente ao solo, e observa a sombra por ele formada pela luz do Sol. Ela nota que a sombra do lápis é bem nítida quando ele está próximo ao solo mas, à medida que vai levantando o lápis, a sombra perde a nitidez até desaparecer, restando apenas a penumbra. Sabendo-se que o diâmetro do Sol é de 14×10^8 m e a distância do Sol à Terra é de 15×10^{10} m, pode-se afirmar que a sombra desaparece quando a altura do lápis em relação ao solo é de:

- a) 1,5 m.
- b) 1,4 m.
- c) 0,75 m.
- d) 0,30 m.

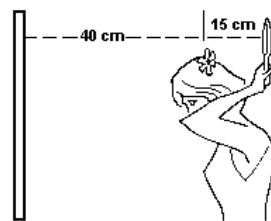
6) No dia 3 de novembro de 1994 ocorreu o último eclipse total do Sol deste milênio. No Brasil, o fenômeno foi mais bem observado na Região Sul.

A figura mostra a Terra, a Lua e o Sol alinhados num dado instante durante o eclipse; neste instante, para um observador no ponto P, o disco da Lua encobre exatamente o disco do Sol.



Sabendo que a razão entre o raio do Sol (R_s) e o raio da Lua (R_l) vale $R_s/R_l = 4,00 \times 10^2$ e que a distância do ponto P e ao centro da Lua vale $3,75 \times 10^5$ km, calcule a distância entre P e o centro do Sol. Considere propagação retilínea para o luz.

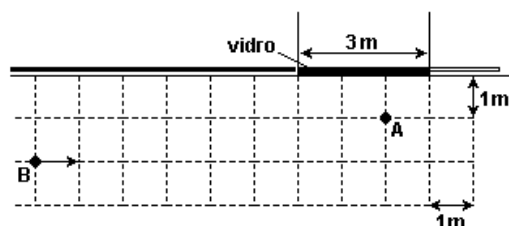
7) Uma garota, para observar seu penteado, coloca-se em frente a um espelho plano de parede, situado a 40cm de uma flor presa na parte de trás dos seus cabelos.



Buscando uma visão melhor do arranjo da flor no cabelo, ela segura, com uma das mãos, um pequeno espelho plano atrás da cabeça, a 15cm da flor. A menor distância entre a flor e sua imagem, vista pela garota no espelho de parede, está próxima de:

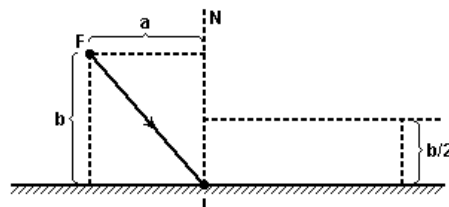
- a) 55 cm
- b) 70 cm
- c) 95 cm
- d) 110 cm

8) Uma jovem está parada em A, diante de uma vitrine, cujo vidro, de 3 m de largura, age como uma superfície refletora plana vertical. Ela observa a vitrine e não repara que um amigo, que no instante t_0 está em B, se aproxima, com velocidade constante de 1 m/s, como indicado na figura, vista de cima. Se continuar observando a vitrine, a jovem poderá começar a ver a imagem do amigo, refletida no vidro, após um intervalo de tempo, aproximadamente, de



- a) 2 s
- b) 3 s
- c) 4 s
- d) 5 s
- e) 6 s

9) Um raio luminoso emitido por um laser de um ponto F incide em um ponto I de um espelho plano. O ponto F está a uma distância b do espelho e a uma distância a da normal N. Uma mosca voa num plano paralelo ao espelho, a uma distância $b/2$ dele, como ilustra a figura.



Em um certo instante, a mosca é atingida pelo raio laser refletido em I. Calcule, nesse instante, a distância da mosca à normal N.

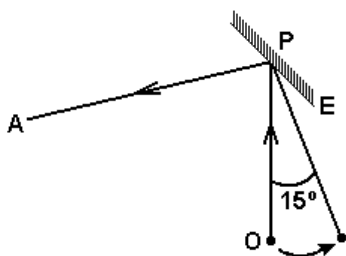
10) Um raio de luz de uma lanterna acesa em A ilumina o ponto B, ao ser refletido por um espelho horizontal sobre a semi-reta DE da figura, estando todos os pontos num mesmo plano vertical. Determine a distância entre a imagem virtual da lanterna A e o ponto B. Considere $AD = 2$ m, $BE = 3$ m e $DE = 5$ m.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

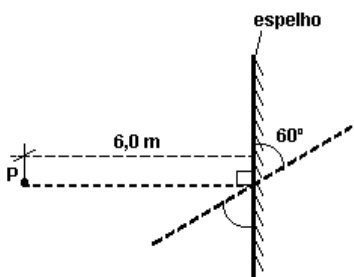
11) Um experimento muito simples pode ser realizado para ilustrar as leis da reflexão da luz. Inicialmente, um monitor posiciona uma pessoa num ponto A de um pátio, de forma que, por meio de um espelho plano vertical E, a pessoa possa ver um pequeno objeto luminoso O.

Em seguida, o monitor faz um giro de 15° , horizontalmente, no objeto, em torno do ponto de incidência P, como mostra a figura. Todos os raios luminosos considerados estão em um mesmo plano horizontal.



Calcule quantos graus se deve girar o espelho, em torno do ponto P, para que o objeto possa ser novamente visualizado pela pessoa que permanece fixa no ponto A, olhando na mesma direção.

12) A figura a seguir mostra um objeto pontual P que se encontra a uma distância de 6,0 m de um espelho plano.



Se o espelho for girado de um ângulo de 60° em relação à posição original, como mostra a figura, qual a distância entre P e a sua nova imagem?

13) Um caminhão se desloca numa estrada plana, retilínea e horizontal, com uma velocidade constante de 20km/h, afastando-se de uma pessoa parada à beira da estrada.

a) Olhando pelo espelho retrovisor, com que velocidade o motorista verá a imagem da pessoa se afastando? Justifique sua resposta.

b) Se a pessoa pudesse ver sua imagem refletida pelo espelho retrovisor, com que velocidade veria sua imagem se afastando? Justifique sua resposta.

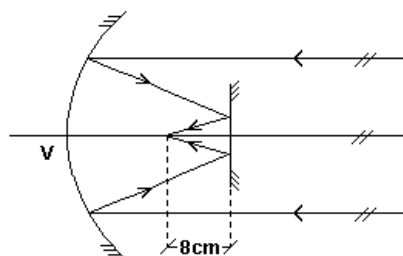
CAPÍTULO XX
ESPELHOS ESFÉRICOS

1) A imagem de um objeto forma-se a 40cm de um espelho côncavo com distância focal de 30cm. A imagem formada situa-se sobre o eixo principal do espelho, é real, invertida e tem 3cm de altura.

a) Determine a posição do objeto.

b) Construa o esquema referente a questão representando objeto, imagem, espelho e raios utilizados e indicando as distâncias envolvidas.

2) Um espelho côncavo de 50cm de raio e um pequeno espelho plano estão frente a frente. O espelho plano está disposto perpendicularmente ao eixo principal do côncavo. Raios luminosos paralelos ao eixo principal são refletidos pelo espelho côncavo; em seguida, refletem-se também no espelho plano e tornam-se convergentes num ponto do eixo principal distante 8cm do espelho plano, como mostra a figura.



Calcule a distância do espelho plano ao vértice V do espelho côncavo.

3) A Lua, com seus encantos, esteve sempre povoando a imaginação dos artistas e estimulando grandes idéias nos homens da ciência. Palco de grandes conquistas científicas, o ambiente lunar, comparado com o da Terra, possui um campo gravitacional fraco, o que torna impossível a manutenção de uma atmosfera na Lua. Sem atmosfera não há nada que filtre a radiação solar ou queime os meteoritos que freqüentemente caem e criam crateras no solo lunar. Após esse breve comentário sobre a Lua, professora Luana apresentou um painel ilustrando uma situação vivida por dois astronautas, Brian e Robert. No painel, constava o panorama do solo lunar cheio de crateras, um céu escuro, bem diferente do normalmente azulado aqui da Terra, e um belo flagrante da imagem de Brian refletida no capacete de Robert. Luana afirma que o capacete de Robert está funcionando como um espelho esférico convexo.

Comunicação entre Robert e Brian por transmissão eletrônica.

Comunicação entre Robert e Brian por transmissão eletrônica

-Brian, você percebeu o forte tremor no solo devido ao impacto do meteorito que caiu aqui perto?
 Você já fez a experiência para medir tempos de queda de objetos de massa e forma diferentes, quando soltos de uma mesma altura?



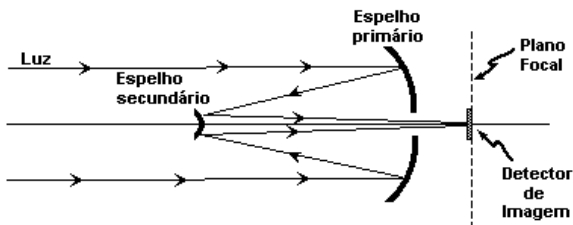
Considerando as informações e as imagens apresentadas, podemos concluir que:

- a) a imagem do capacete de Robert é real, e o tempo de queda na experiência de Brian é o mesmo para qualquer corpo.
- b) a imagem no capacete de Robert é virtual, e o impacto do meteorito não é audível pelos astronautas.
- c) o impacto do meteorito é audível pelos astronautas, e o tempo de queda na experiência de Brian é o mesmo para qualquer corpo.
- d) a ausência de atmosfera na Lua torna o céu escuro e faz com que os corpos, na experiência de Brian, caiam com acelerações diferentes.

4) O telescópio refletor Hubble foi colocado em órbita terrestre de modo que, livre das distorções provocadas pela atmosfera, tem obtido imagens espetaculares do universo.

O Hubble é constituído por dois espelhos esféricos, conforme mostra a figura a seguir. O espelho primário é côncavo e coleta os raios luminosos oriundos de objetos muito distantes, refletindo-os em direção a um espelho secundário, convexo, bem menor que o primeiro. O espelho secundário, então, reflete a luz na direção do espelho principal, de modo que esta, passando por um

orifício em seu centro, é focalizada em uma pequena região onde se encontram os detetores de imagem.

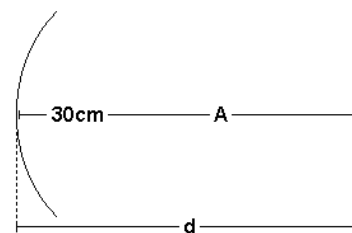


Com respeito a este sistema óptico, pode-se afirmar que a imagem que seria formada pelo espelho primário é:

- a) virtual e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser virtual;

- b) real e funciona como objeto real para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser virtual;
- c) virtual e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser real;
- d) real e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser real;
- e) real e funciona como objeto real para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser real.

5) Um espelho plano está colocado em frente de um espelho côncavo, perpendicularmente ao eixo principal. Uma fonte luminosa A, centrado no eixo principal entre os dois espelhos, emite raios que se refletem sucessivamente sobre os dois espelhos e formam sobre a própria fonte A, uma imagem real da mesma. O raio de curvatura do espelho é 40cm e a distância do centro da fonte A até o centro do espelho esférico é de 30cm. A distância d do espelho plano até o centro do espelho côncavo é, então:



- a) 20 cm
- b) 30 cm
- c) 40 cm
- d) 45 cm

6) Um objeto, de 2,0cm de altura, é colocado a 20cm de um espelho esférico. A imagem que se obtém é virtual e possui 4,0mm de altura. O espelho utilizando é:

- a) côncavo, de raio de curvatura igual a 10cm.
- b) côncavo e a imagem se forma a 4,0cm de espelho.
- c) convexo e a imagem obtida é invertida.
- d) convexo, de distância focal igual a 5,0cm.
- e) convexo e a imagem se forma a 30cm do objeto.

7) Um objeto linear de altura h está assentado perpendicularmente no eixo principal de um espelho esférico, a 15cm de seu vértice. A imagem produzida é direita e tem altura de h/5. Este espelho é:

- a) côncavo, de raio 15 cm.
- b) côncavo, de raio 7,5 cm.
- c) convexo, de raio 7,5 cm.
- d) convexo, de raio 15 cm. e) convexo, de raio 10 cm.

8) Para evitar acidentes de trânsito, foram instalados espelhos convexos em alguns cruzamentos. A experiência não foi bem sucedida porque, como os espelhos convexos fornecem imagens menores, perde-se completamente a noção de distância. Para perceber esse efeito, suponha que um objeto linear seja colocado a 30 m de um espelho convexo de 12 m de raio, perpendicularmente a seu eixo principal.

- a) A que distância do espelho convexo seria vista a imagem desse objeto?
- b) Se substituíssemos o espelho convexo por um espelho plano, a que distância deste espelho seria vista a imagem daquele objeto?

9) Na entrada do circo existe um espelho convexo. Uma menina de 1,0m de altura vê sua imagem refletida quando se encontra a 1,2m do vértice do espelho. A relação entre os tamanhos da menina e de sua imagem é igual a 4. Calcule a distância focal do espelho da entrada do circo.

10) Com o objetivo de obter mais visibilidade da área interna do supermercado, facilitando o controle da movimentação de pessoas, são utilizados espelhos esféricos cuja distância focal em módulo é igual a 25 cm. Um cliente de 1,6 m de altura está a 2,25 m de distância do vértice de um dos espelhos.

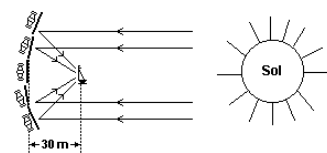
a) Indique o tipo de espelho utilizado e a natureza da imagem por ele oferecida.

b) Calcule a altura da imagem do cliente.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

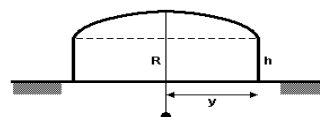
11) Uma das primeiras aplicações militares da ótica ocorreu no século III a.C. quando Siracusa estava sitiada pelas forças navais romanas. Na véspera da batalha, Arquimedes ordenou que 60 soldados polissem seus escudos retangulares de bronze, medindo 0,5m de largura por 1,0m de altura. Quando o primeiro navio romano se encontrava a aproximadamente 30m da praia para atacar, à luz do sol nascente, foi dada a ordem para que os soldados se colocassem formando um arco e empunhassem seus escudos, como representado esquematicamente na figura a seguir. Em poucos minutos as velas do navio estavam ardendo em chamas. Isso foi repetido para cada navio, e assim não foi dessa vez que Siracusa caiu. Uma forma de entendermos o que ocorreu consiste em tratar o conjunto de espelhos como um espelho côncavo. Suponha que os raios do sol cheguem paralelos ao espelho e sejam focalizados na vela do navio.



a) Qual deve ser o raio do espelho côncavo para que a intensidade do sol concentrado seja máxima?

b) Considere a intensidade da radiação solar no momento da batalha como 500W/m^2 . Considere que a refletividade efetiva do bronze sobre todo o espectro solar é de 0,6, ou seja, 60% da intensidade incidente é refletida. Estime a potência total incidente na região do foco.

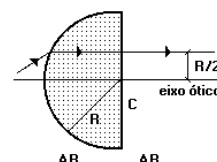
12) Um ginásio de esportes foi projetado na forma de uma cúpula com raio de curvatura $R = 39,0\text{m}$, apoiada sobre uma parede lateral cilíndrica de raio $y=25,0\text{m}$ e altura $h=10,0\text{m}$, como mostrado na figura. A cúpula comporta-se como um espelho esférico de distância focal $f = R/2$, refletindo ondas sonoras, sendo seu topo o vértice do espelho. Determine a posição do foco relativa ao piso do ginásio. Discuta, em termos físicos as conseqüências práticas deste projeto arquitetônico.



CAPÍTULO XXI

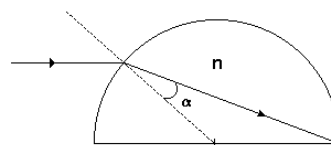
REFRAÇÃO

1) Um raio de luz monocromática, propagando-se no ar, incide sobre a face esférica de um hemisférico maciço de raio R e emerge perpendicularmente à face plana, a uma distância $R/2$ do eixo óptico, como mostra a figura.

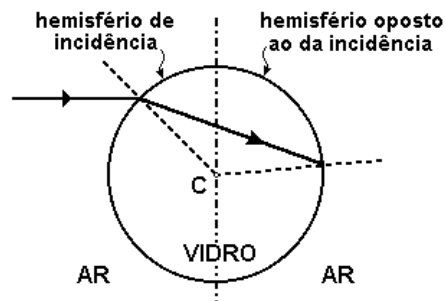


O índice de refração do material do hemisfério, para esse raio de luz é $n=2^{1/2}$. Calcule o desvio angular sofrido pelo raio ao atravessar o hemisfério.

2) Um semicírculo é feito de um material transparente. Um raio luminoso monocromático, propagando-se no ar (cujo índice de refração supõe-se igual a 1,0) incide na superfície curva desse cilindro, paralelamente ao seu diâmetro, refratando-se com um ângulo de refração α , conforme indica a figura anterior. Portanto, qual o índice de refração do material do semicírculo?

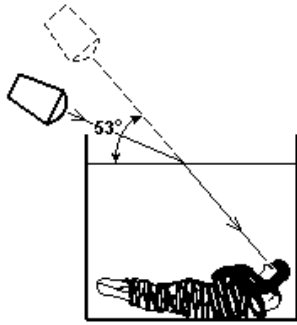


3) Um raio de luz monocromática, vindo do ar, incide sobre uma esfera maciça de vidro, de centro em C , e se refrata como mostra a figura.



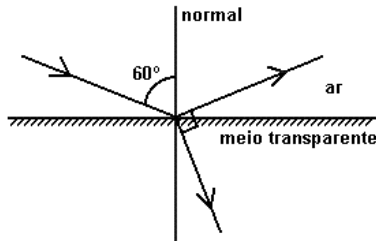
Ao atingir o hemisfério oposto ao da incidência, esse raio luminoso sempre conseguirá emergir para o ar ou poderá sofrer reflexão total? Justifique sua resposta.

4) O apresentador anuncia o número do ilusionista que, totalmente amarrado e imerso em um tanque transparente, cheio de água, escapará de modo surpreendente. Durante esse número, o ilusionista vê, em certo instante, um dos holofotes do circo, que lhe parece estar a 53° acima da horizontal.



Sabendo que o índice de refração da água é $4/3$, determine o ângulo real que o holofote faz com a horizontal.

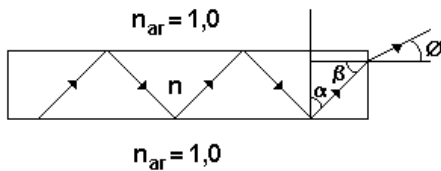
5) Um raio luminoso que se propaga no ar " $n(\text{ar}) = 1$ " incide obliquamente sobre um meio transparente de índice de refração n , fazendo um ângulo de 60° com a normal. Nessa situação, verifica-se que o raio refletido é perpendicular ao raio refratado, como ilustra a figura.



Calcule o índice de refração n do meio.

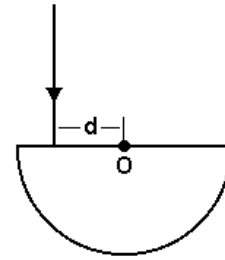
6) A figura a seguir representa uma certa fibra óptica que consiste de um núcleo cilíndrico de índice de refração $n > 1$, circundado por ar cujo índice vale $1,0$. Se o ângulo α representado na figura for suficientemente grande, toda a

luz será refletida em zig-zag nas paredes do núcleo, sendo assim guiada e transmitida por longas distâncias. No final da fibra a luz sai para o ar formando um cone de ângulo Φ , conforme a figura.



- Qual o valor mínimo de $\sin \alpha$ em termos de n para que a luz seja guiada?
- Qual o valor de $\sin \Phi$ em termos de n ?

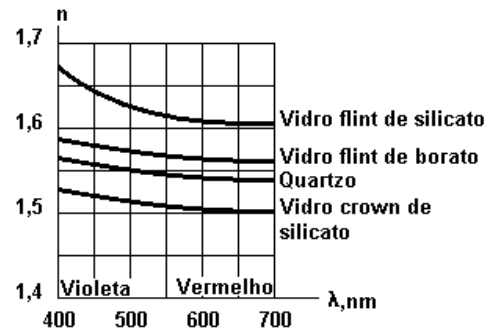
7) Na figura a seguir, o semidisco transparente, de centro O , de raio igual a $1,0\text{m}$, possui a face curva interna espelhada e ângulo limite de refração igual a 60° .



Um raio de luz incide perpendicularmente à sua face plana, a distância d de seu centro, é refletido em sua face espelhada e, a seguir, sofre uma reflexão total na face plana. A partir desses dados, calcule:

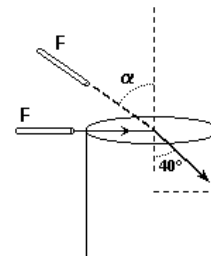
- o índice de refração do semidisco;
- a distância d .

8) O gráfico a seguir representa a variação do índice de refração (eixo vertical) de diversos materiais (nome das curvas) em função do comprimento de onda (eixo horizontal). Leia atentamente os valores representados e escolha a opção que corretamente representa a combinação que permite o MENOR valor para o ângulo limite, em relação ao ar.



- Vidro flint de silicato e luz violeta.
- Vidro crown de silicato e luz vermelha.
- Quartzo e luz violeta
- Vidro flint de silicato e luz vermelha.
- Vidro crown de silicato e luz violeta.

9) Um cilindro maciço de vidro tem acima de sua base superior uma fonte luminosa que emite um fino feixe de luz, como mostra a figura a seguir.

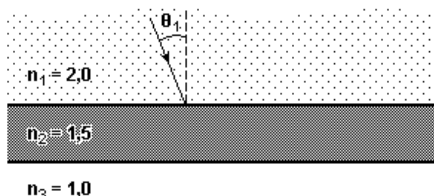


Um aluno deseja saber se toda luz que penetra por essa extremidade superior do tubo vai sair na outra extremidade, independentemente da posição da fonte F e, portanto, do ângulo de incidência α . Para tanto, o aluno analisa o raio luminoso rasante e verifica que o ângulo de refração correspondente a esse raio vale 40° . $\text{seno } 40^\circ = 0,64$ e $n(\text{ar}) = 1$

- Obtenha o índice de refração do material do cilindro.

b) Verifique se o raio rasante, após ser refratado e incidir na face lateral do cilindro, sofrerá ou não uma nova refração. Justifique sua resposta.

10) Uma lâmina homogênea de faces paralelas é constituída de um material com índice de refração $n_2 = 1,5$. De um lado da lâmina, há um meio homogêneo de índice de refração $n_1 = 2,0$; do outro lado, há ar, cujo índice de refração n_3 consideramos igual a $1,0$. Um raio luminoso proveniente do primeiro meio incide sobre a lâmina com ângulo de incidência θ_1 , como indica a figura.



Calcule o valor de θ_1 a partir do qual o raio que atravessa a lâmina sofre reflexão total na interface com o ar.



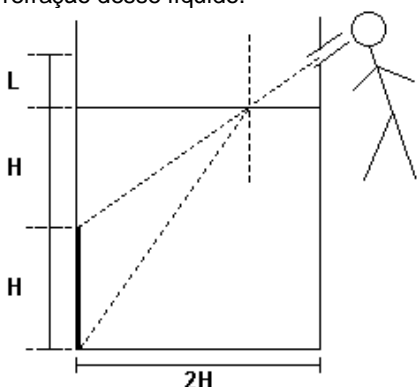
PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Suponha que a velocidade de propagação de uma onda sonora seja 345 m/s no ar e 1035 m/s dentro da água. Suponha também que a lei de Snell da refração seja válida para essa onda.

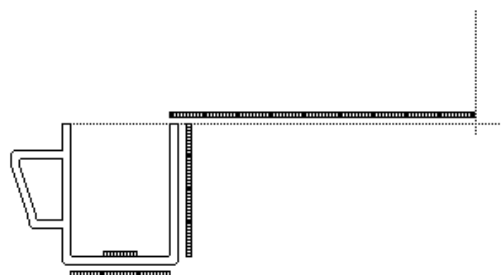
a) Para que possa ocorrer reflexão total, a onda deve propagar-se do ar para a água ou da água para o ar? Justifique sua resposta.

b) Calcule o ângulo limite a partir do qual ocorre reflexão total.

12) Através de um tubo fino, um observador enxerga o topo de uma barra vertical de altura H apoiada no fundo de um cilindro vazio de diâmetro $2H$. O tubo encontra-se a uma altura $2H + L$ e, para efeito de cálculo, é de comprimento desprezível. Quando o cilindro é preenchido com um líquido até uma altura $2H$ (veja figura), mantido o tubo na mesma posição, o observador passa a ver a extremidade inferior da barra. Determine literalmente o índice de refração desse líquido.



13) Uma moeda encontra-se exatamente no centro do fundo de uma caneca. Despreze a espessura da moeda. Considere a altura da caneca igual a 4 diâmetros da moeda, $d(M)$, e o diâmetro da caneca igual a $3 d(M)$.



a) Um observador está a uma distância de $9 d(M)$ da borda da caneca. Em que altura mínima, acima do topo da caneca, o olho do observador deve estar para ver a moeda toda?

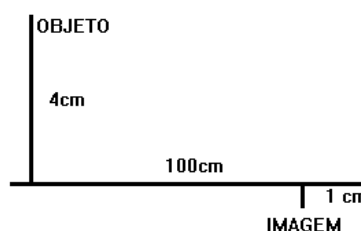
b) Com a caneca cheia de água, qual a nova altura mínima do olho do observador para continuar a enxergar a moeda toda?

$n(\text{água}) = 1,3$.

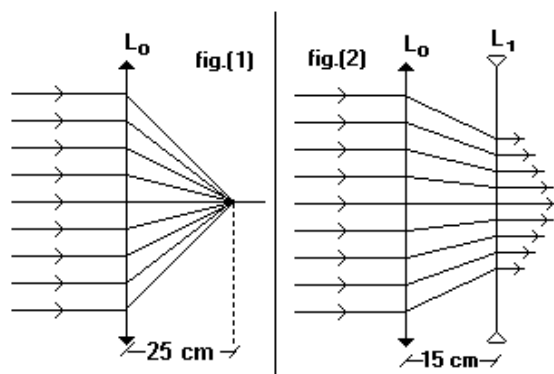
CAPÍTULO XXII

LENTES

1) Um sistema de lentes produz a imagem real de um objeto, conforme a figura a seguir. Calcule a distância focal e localize a posição de uma lente delgada que produza o mesmo efeito.



2) Um feixe de raios luminosos incide sobre uma lente L_0 , paralelamente ao seu eixo principal e , após atravessá-la, converge para um ponto sobre o eixo principal localizado a 25cm de distância do centro óptico, como mostra a figura (1). No lado oposto ao da incidência coloca-se uma outra lente L_1 , divergente com o mesmo eixo principal e , por meio de tentativas sucessivas, verifica-se que quando a distância entre as lentes é de 15cm , os raios emergentes voltam a ser paralelos ao eixo principal, como mostra a figura (2).

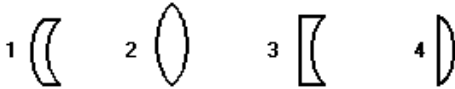


Calcule, em módulo, a distância focal da lente L_1 .

3) A lente da historinha do Bidu pode ser representada por quais das lentes cujos perfis são mostrados a seguir?

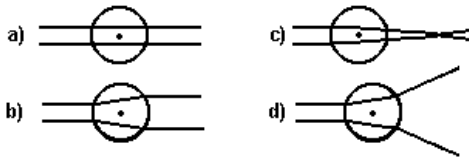
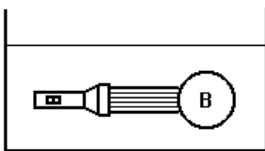


Criação de Maurício de Souza

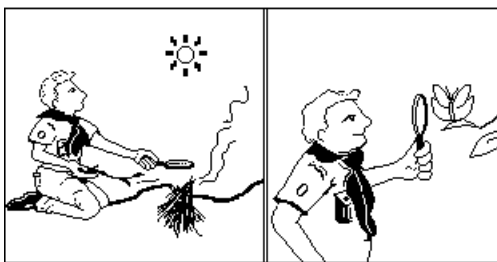


- a) 1 ou 3 b) 2 ou 4 c) 1 ou 2 d) 3 ou 4

4) No interior de um tanque de água, uma bolha de ar (B) é iluminada por uma lanterna também imersa na água, conforme mostra a figura a seguir. A trajetória de dois raios luminosos paralelos que incidem na bolha, está melhor ilustrada em:

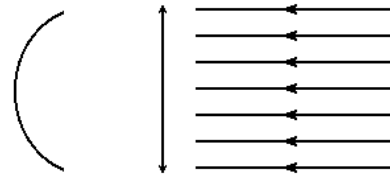


5) Um escoteiro usa uma lupa para acender uma fogueira, concentrando os raios solares num único ponto a 20cm da lupa. Utilizando a mesma lupa, o escoteiro observa os detalhes da asa de uma borboleta ampliada quatro vezes.



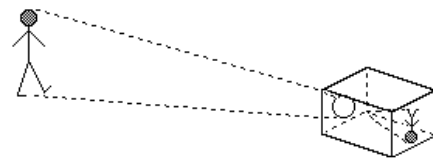
- a) Qual é a distância focal da lente? Justifique sua resposta.
 b) Calcule a que distância da asa da borboleta o escoteiro está posicionando a lupa.

6) Uma lente delgada é colocada na frente de um espelho esférico côncavo, de modo que o foco do espelho coincide com um dos focos da lente, como ilustra a figura. Um feixe de raios paralelos incide sobre a lente e, após possíveis refrações e reflexões, afasta-se do sistema, deixando dois pontos luminosos, um de cada lado da lente e separados por uma distância de 40 cm.



Calcule o valor da distância focal da lente.

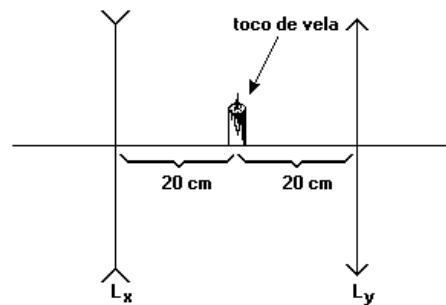
7) Uma câmara fotográfica artesanal possui uma única lente delgada convergente de distância focal 20cm. Você vai usá-la para fotografar uma estudante que está em pé a 100cm da câmara, conforme indicado na figura. Qual deve ser a distância, em centímetros, da lente ao filme, para que a imagem completa da estudante seja focalizada sobre o filme?



8) Um objeto real é colocado perpendicularmente ao eixo principal de uma lente convergente, de distância focal f . Se o objeto está a uma distância $3f$ da lente, a distância entre o objeto e a imagem conjugada por essa lente é:

- a) $f/2$ b) $3f/2$ c) $5f/2$ d) $7f/2$ e) $9f/2$

9) Um toco de vela está entre duas lentes delgadas, uma divergente L_x e outra convergente L_y , a 20cm de cada uma, como está representado no esquema a seguir. As duas lentes têm distâncias focais de mesmo valor absoluto, 10cm.



Nessas condições, a distância entre as imagens do toco de vela, conjugadas pelas lentes vale, em cm, aproximadamente:

- a) 6,6 b) 20
 c) 33 d) 47
 e) 53

10) Uma vela é colocada a 50cm de uma lente, perpendicular a seu eixo principal. A imagem obtida é invertida e do mesmo tamanho da vela.

- a) Determine se a lente é convergente ou divergente. Justifique sua resposta.
 b) Calcule a distância focal da lente.

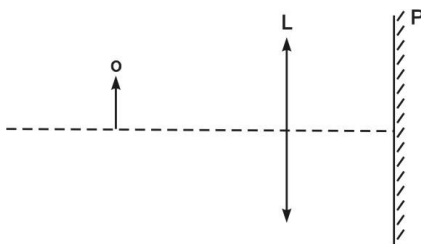


PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Um projetor de diapositivos (slides) possui um sistema de lentes cuja distância focal é ajustável. Um diapositivo é colocado na vertical, a 125cm de distância de uma parede também vertical. O eixo principal do sistema de lentes é horizontal. Ajusta-se a distância focal do sistema e obtém-se, projetada na parede, uma imagem nítida do diapositivo, com suas dimensões lineares ampliadas 24 vezes.

- a) O sistema de lentes do projetor é convergente ou divergente? Justifique sua resposta.
b) Para que valor foi ajustada a distância focal do sistema?

12) Um objeto real é colocado a 135 cm de uma parede, paralelo à mesma. Deve-se inserir uma lente convergente de distância focal igual a 30 cm, à menor distância (d) possível da parede, de forma que a imagem do objeto real, se forme nítida sobre a parede (conforme figura a seguir).



- a) Determine essa distância;
b) Determine a altura da imagem formada na parede, sendo a altura do objeto igual a 10 cm.

13) Uma lente delgada bicôncava e um espelho convexo estão colocados dentro de um recipiente cilíndrico e alinhados coaxialmente com o eixo central. O recipiente está com água e um líquido imiscível. O líquido é mais denso que a água e forma uma camada de 30cm no fundo do recipiente.

A lente é feita de um material transparente de espessura desprezível, oca, com ar em seu interior e dista 34cm da interface água - líquido. O espelho está voltado para a lente e tem seu vértice colocado a 100cm da mesma. O espelho e a lente são ideais e obedecem às condições de Gauss. Uma fonte F pontual está colocada no fundo do recipiente no eixo principal. A imagem final formada pelo sistema está dentro da água.

Calcule a distância vertical entre a imagem final formada pelo espelho convexo e a fonte F.

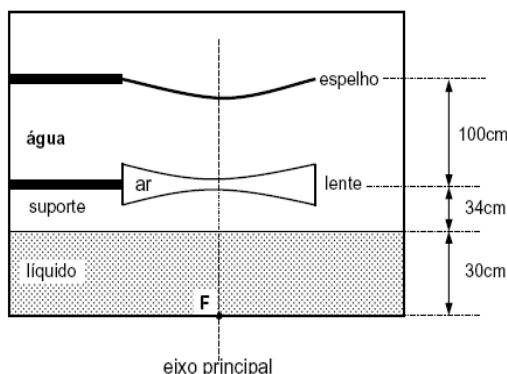
Dados:

Índice de refração da água = 1,3

Índice de refração do líquido = 1,5

Raio de curvatura do espelho = 20 cm

Módulo da distância focal da lente = 30 cm.



CAPÍTULO XXIII

ONDULATÓRIA

1) A faixa de emissão de rádio em frequência modulada, no Brasil, vai de, aproximadamente, 88 MHz a 108 MHz. A razão entre o maior e o menor comprimento de onda desta faixa é:

- a) 1,2
b) 15
c) 0,63
d) 0,81
e) Impossível calcular não sendo dada a velocidade de propagação da onda

2) Pesquisadores da UNESP, investigando os possíveis efeitos do som no desenvolvimento de mudas de feijão, verificaram que sons agudos podem prejudicar o crescimento dessas plantas, enquanto que os sons mais graves, aparentemente, não interferem no processo. [CIÊNCIA E CULTURA 42 (7) supl: 180-1, Julho 1990]. Nesse experimento o interesse dos pesquisadores fixou-se principalmente na variável física:

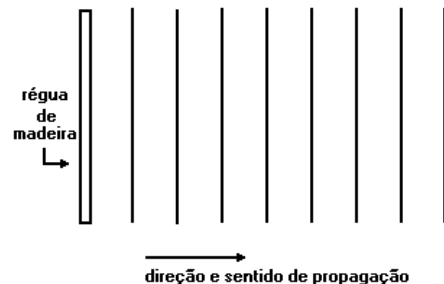
- a) velocidade
b) umidade
c) temperatura
d) frequência

3) Um turista, observando o mar de um navio ancorado, avaliou em 12 metros a distância entre as cristas das ondas que se sucediam. Além disso, constatou que se escoaram 50 segundos até que passassem por ele 19 cristas, incluindo nessa contagem tanto a que passava no instante em que começou a marcar o tempo como a que passava quando ele terminou. Calcule a velocidade de propagação das ondas.

4) Numa experiência clássica, coloca-se dentro de uma campânula de vidro onde se faz o vácuo, uma lanterna acesa e um despertador que está despertando. A luz da lanterna é vista, mas o som do despertador não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) o comprimento de onda da luz é menor que o do som.
b) nossos olhos são mais sensíveis que nossos ouvidos.
c) o som não se propaga no vácuo e a luz sim.
d) a velocidade da luz é maior que a do som.
e) o vidro da campânula serve de blindagem para o som mas não para a luz.

5) Para se estudar as propriedades das ondas num tanque de água, faz-se uma régua de madeira vibrar regularmente, tocando a superfície da água e produzindo uma série de cristas e vales que se propagam da esquerda para a direita.



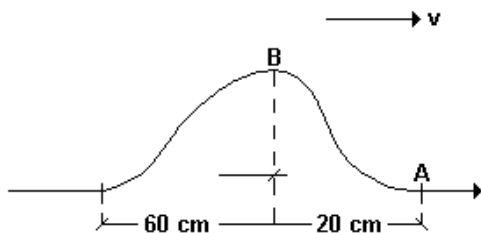
A régua toca a superfície da água 10 vezes em 5,0 segundos, e duas cristas consecutivas da onda ficam separadas de 2,0 centímetros. A velocidade de propagação da onda é:

- a) 0,5 cm/s.
 b) 1,0 cm/s.
 c) 2,0 cm/s.
 d) 4,0 cm/s.

6) Na tabela que se segue são comparadas propriedades da luz e do som. Assinale a alternativa cuja comparação está correta.

	LUZ	SOM
a)	ocorre reflexão	não ocorre reflexão
b)	ocorre refração	não ocorre refração
c)	ocorre interferência	não ocorre interferência
d)	propagação é retilínea	propagação não é retilínea
e)	há propagação no vácuo	não há propagação no vácuo

7) A figura representa a fotografia, em um determinado instante, de uma corda na qual se propaga um pulso assimétrico para a direita.



Seja t_A o intervalo de tempo necessário para que o ponto A da corda chegue ao topo do pulso; seja t_B o intervalo de tempo necessário para que o ponto B da corda retorne à sua posição horizontal de equilíbrio. Tendo em conta as distâncias indicadas na figura, calcule a razão t_A/t_B .

8) Considere que a velocidade de propagação do som na água seja quatro vezes maior do que a sua velocidade de propagação no ar.

a) Para que haja reflexão total de uma onda sonora na superfície que separa o ar da água, a onda deve chegar à superfície vinda do ar ou vinda da água? Justifique sua resposta.

b) Um diapasão, usado para afinar instrumentos musicais, emite uma onda sonora harmônica de comprimento de onda λ quando essa onda se propaga no ar.

Suponha que essa onda penetre na água e que λ' seja o seu comprimento de onda na água. Calcule a razão λ/λ' .

9) Uma onda de luz monocromática tem, no vácuo, um comprimento de onda λ . Suponha que esta onda de luz, vinda do vácuo, incida num meio transparente cujo índice de refração seja 1,5.

a) Calcule a razão λ'/λ entre o comprimento de onda da onda refletida (λ') e o comprimento de onda da onda incidente (λ).

b) Calcule a razão λ''/λ entre o comprimento de onda da onda refratada (λ'') e o comprimento de onda da onda incidente (λ).

10) Uma onda se propaga em um meio homogêneo com uma velocidade v_0 . Sejam f_0 , sua frequência e λ_0 seu comprimento de onda nesse meio. Esta mesma onda se propaga em outro meio homogêneo com uma velocidade $2/3v_0$. Sejam f sua frequência e λ seu comprimento de onda nesse outro meio.

a) Calcule a razão f / f_0 .

b) Calcule a razão λ/λ_0 .



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Um aparelho de ultra-som para uso em medicina, deve produzir imagens de objetos de diâmetros maiores do que d . Para tanto, o comprimento de onda λ do som deve obedecer à desigualdade

$$(\lambda / d) \leq 10^{-1}.$$

Sabendo que $d=1\text{mm}$ e considerando que a velocidade do som no meio em questão seja $v=1.000\text{m/s}$, calcule a frequência mínima da onda que deve ser utilizada no aparelho.

12) Um automóvel com velocidade constante de 72km/h se aproxima de um pedestre parado. A frequência do som emitido pela buzina é de 720Hz . Sabendo-se que a velocidade do som no ar é de 340m/s , a frequência do som que o pedestre irá ouvir será de:

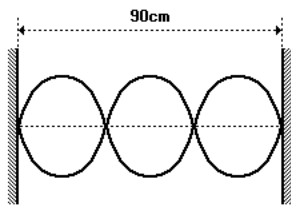
- a) 500 Hz
 b) 680 Hz
 c) 720 Hz
 d) 765 Hz

CAPÍTULO XXIV

ONDAS ESTACIONÁRIAS

1) Considere dois tubos sonoros, um aberto e outro fechado, ambos do mesmo comprimento e situados no mesmo ambiente. Se o som de frequência fundamental emitido pelo tubo aberto tem comprimento de onda de 34cm , qual o comprimento de onda, em centímetros do som de frequência fundamental emitido pelo tubo fechado?

2) Uma corda feita de um material, cuja densidade linear é 10g/m , está sob tensão provocada por uma força de 900N . Os suportes fixos distam de 90cm . Faz-se vibrar a corda transversalmente e esta produz ondas estacionárias, representadas na figura a seguir. A frequência das ondas componentes, cuja superposição causa esta vibração, é:

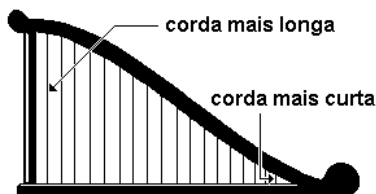


- a) 100 Hz
- b) 200 Hz
- c) 300 Hz
- d) 500 Hz

3) Um fio metálico, preso nas extremidades, tem comprimento L e diâmetro d e vibra com uma frequência fundamental de 600 Hz. Outro fio do mesmo material, mas com comprimento $3L$ e diâmetro $d/2$, quando submetido à mesma tensão, vibra com uma frequência fundamental de:

- a) 200 Hz
- b) 283 Hz
- c) 400 Hz
- d) 800 Hz

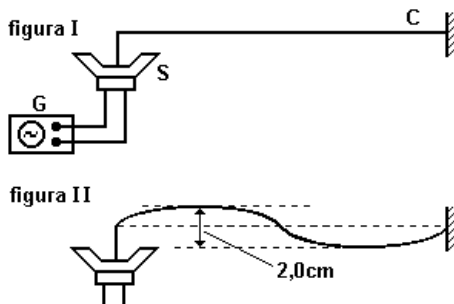
4) Um artesão constrói um instrumento musical rústico usando cordas presas a dois travessões. As cordas são todas de mesmo material, de mesmo diâmetro e submetidas à mesma tensão, de modo que a velocidade com que nelas se propagam ondas transversais seja a mesma. Para que o instrumento possa emitir as diversas notas musicais, ele utiliza cordas de comprimentos diferentes, como mostra a figura.



Uma vez afinado o instrumento, suponha que cada corda vibre em sua frequência fundamental. Que corda emite o som mais grave, a mais longa ou a mais curta? Justifique sua resposta.

5) Um alto-falante (S), ligado a um gerador de tensão senoidal (G), é utilizado como um vibrador que faz oscilar, com frequência constante, uma das extremidades de uma corda (C). Esta tem comprimento de 180 cm e sua outra extremidade é fixa, segundo a figura I.

Num dado instante, o perfil da corda vibrante apresenta-se como mostra a figura II.

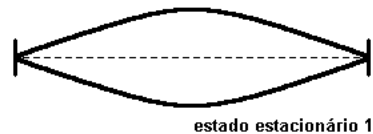


Nesse caso, a onda estabelecida na corda possui amplitude e comprimento de onda, em centímetros, iguais a, respectivamente:

- a) 2,0 e 90
- b) 1,0 e 90

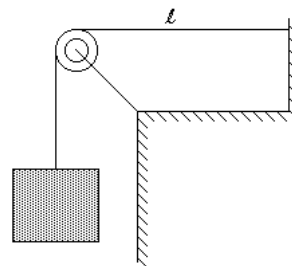
- c) 2,0 e 180
- d) 1,0 e 180

6) Uma corda de violão é posta a vibrar e são obtidos sucessivamente os dois estados estacionários ilustrados nas figuras a seguir:



Calcule a razão f_1/f_2 entre a frequência f_1 do estado estacionário 1 e a frequência f_2 do estado estacionário 2.

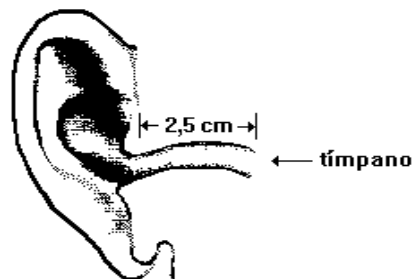
7) São de 100 Hz e 125 Hz, respectivamente, as frequências de duas harmônicas adjacentes de uma onda estacionária no trecho horizontal de um cabo esticado, de comprimento $L = 2$ m e densidade linear de massa igual a 10 g/m (veja figura).



Considerando a aceleração da gravidade $g = 10$ m/s², a massa do bloco suspenso deve ser de

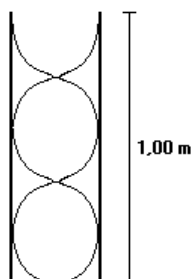
- a) 10 kg
- b) 16 kg
- c) 60 kg
- d) 100 kg

8) O canal que vai do tímpano à entrada do ouvido pode ser considerado como um tubo cilíndrico de 2,5 cm de comprimento, fechado numa extremidade e aberto na outra.



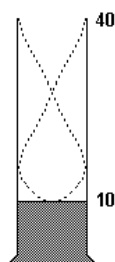
Considere a velocidade do som no ar igual a 340 m/s. Calcule a frequência fundamental de vibração da coluna de ar contida nesse canal.

9) Um tubo sonoro, como o da figura a seguir, emite um som com velocidade de 340 m/s. Pode-se afirmar que o comprimento de onda e a frequência da onda sonora emitida são, respectivamente:



- a) 0,75 m e 340 Hz.
- b) 0,80 m e 425 Hz.
- c) 1,00 m e 230 Hz.
- d) 1,50 m e 455 Hz.

10) Uma proveta graduada tem 40,0cm de altura e está com água no nível de 10,0cm de altura. Um diapasão de frequência 855Hz vibrando próximo à extremidade aberta da proveta indica ressonância. Uma onda sonora estacionária possível é representada na figura a seguir.



A velocidade do som, nessas condições, é, em m/s,

- a) 326
- b) 334
- c) 342
- d) 350
- e) 358



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

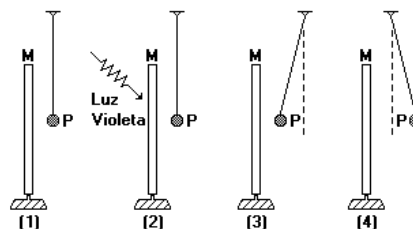
11) A frequência fundamental de um tubo de órgão aberto nas duas extremidades é 300Hz. Quando o ar no interior do tubo é substituído por hidrogênio e uma das extremidades é fechada, a frequência fundamental aumenta para 582Hz. Determine a relação entre a velocidade do som no hidrogênio e a velocidade do som no ar.

CAPÍTULO XXV
ELETRIZAÇÃO E COULOMB

1) Dispõe-se de uma placa metálica M e de uma esferinha metálica P, suspensa por um fio isolante, inicialmente neutras e isoladas. Um feixe de luz violeta é lançado sobre a placa retirando partículas elementares da mesma. As figuras (1) a (4) adiante, ilustram o desenrolar dos fenômenos ocorridos.

Podemos afirmar que na situação (4):

- a) M e P estão eletrizadas positivamente.
- b) M está negativa e P neutra.
- c) M está neutra e P positivamente eletrizada.
- d) M e P estão eletrizadas negativamente.
- e) M e P foram eletrizadas por indução.



2) Tem-se 3 esferas condutoras idênticas A, B e C. As esferas A (positiva) e B (negativa) estão eletrizadas com cargas de mesmo módulo Q, e a esfera C está inicialmente neutra. São realizadas as seguintes operações:

- 1) Toca-se C em B, com A mantida à distância, e em seguida separa-se C de B;
- 2) Toca-se C em A, com B mantida à distância, e em seguida separa-se C de A;
- 3) Toca-se A em B, com C mantida à distância, e em seguida separa-se A de B

Podemos afirmar que a carga final da esfera A vale:

- a) zero
- b) +Q/2
- c) - Q/4
- d) +Q/6
- e) - Q/8

3) Em 1990 transcorreu o cinquentenário da descoberta dos "chuveiros penetrantes" nos raios cósmicos, uma contribuição da física brasileira que alcançou repercussão internacional. [O Estado de São Paulo, 21/10/90, p.30]. No estudo dos raios cósmicos são observadas partículas chamadas "píons". Considere um pión com carga elétrica +e se desintegrando (isto é, se dividindo) em duas outras partículas: um "múon" com carga elétrica +e e um "neutrino". De acordo com o princípio da conservação da carga, o "neutrino" deverá ter carga elétrica:

- a) +e
- b) -e
- c) +2e
- d) -2e
- e) nula

4) Três pequenas esferas metálicas idênticas, A, B e C, estão suspensas, por fios isolantes, a três suportes. Para testar se elas estão carregadas, realizam-se três experimentos durante os quais se verifica com elas interação eletricamente, duas a duas:

Experimento 1:

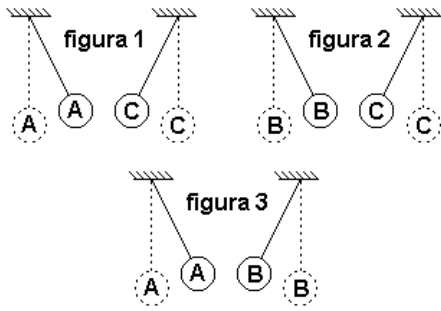
As esferas A e C, ao serem aproximadas, atraem-se eletricamente, como ilustra a figura 1:

Experimento 2:

As esferas B e C, ao serem aproximadas, também se atraem eletricamente, como ilustra a figura 2:

Experimento 3:

As esferas A e B, ao serem aproximadas, também se atraem eletricamente, como ilustra a figura 3:



Formulam-se três hipóteses:

- I - As três esferas estão carregadas.
- II - Apenas duas esferas estão carregadas com cargas de mesmo sinal.
- III - Apenas duas esferas estão carregadas, mas com cargas de sinais contrários.

Analisando o resultados dos três experimentos, indique a hipótese correta. Justifique sua resposta.

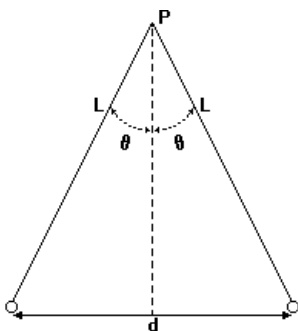
5) Atritando vidro com lã, o vidro se eletriza com carga positiva e a lã com carga negativa. Atritando algodão com enxofre, o algodão adquire carga positiva e o enxofre, negativa. Porém, se o algodão for atritado com lã, o algodão adquire carga negativa e a lã, positiva. Quando atritado com algodão e quando atritado com enxofre, o vidro adquire, respectivamente, carga elétrica:

- a) positiva e positiva.
- b) positiva e negativa.
- c) negativa e positiva.
- d) negativa e negativa.
- e) negativa e nula.

6) A força de repulsão entre duas cargas elétricas puntiformes, que estão a 20cm uma da outra, é 0,030N. Esta força aumentará para 0,060N se a distância entre as cargas for alterada para:

- a) 5,0 cm
- b) 10 cm
- c) 14 cm
- d) 28 cm

7) Duas bolinhas iguais, de material dielétrico, de massa m, estão suspensas por fios isolantes de comprimento L, presos no ponto P (ver figura a seguir).



As bolinhas são carregadas com cargas "q", iguais em módulo e sinal, permanecendo na posição indicada. Calcule o ângulo θ em função de "m", "g", "q", "d" e " ϵ_0 " (permissividade elétrica do ar).

8) Suponha que o nosso Universo não tivesse força gravitacional e que só as forças eletromagnéticas

mantivessem todas as partículas unidas. Admita que a Terra tivesse uma carga elétrica de 1 coulomb.

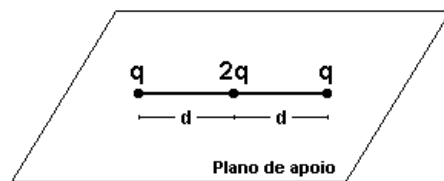
a) Qual deveria ser a ordem de grandeza da carga elétrica do Sol para a Terra tivesse exatamente a mesma trajetória do universo do universo real?

Dados:

Massa do Sol = $2,0 \times 10^{30}$ kg
 Massa da Terra = $6,0 \times 10^{24}$ kg

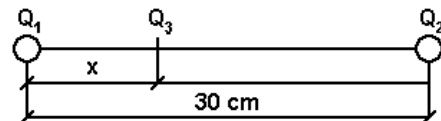
b) Se neste estranho universo não existisse também a força eletromagnética, certamente não haveria nem Sol e nem os planetas. Explique por quê.

9) A figura mostra três cargas elétricas puntiformes positivas, presas a fios de massas desprezíveis, separadas por uma distância d. As cargas estão apoiadas e em repouso sobre um plano horizontal sem atrito.



Calcule o módulo da força de tração em cada um dos fios.

10) Duas cargas elétrica puntiformes Q_1 e $Q_2=4Q_1$ estão fixas nos pontos A e B, distantes 30cm. Em que posição (x) deve ser colocada uma carga $Q_3=2Q_1$ para ficar em equilíbrio sob ação somente de forças elétricas?



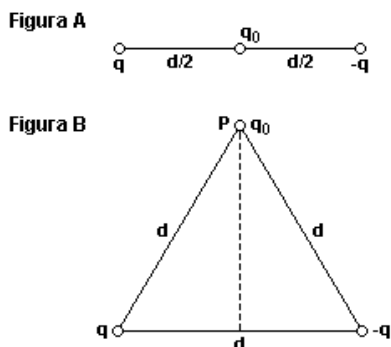
- a) x = 5 cm
- b) x = 10 cm
- c) x = 15 cm
- d) x = 20 cm



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Duas cargas, q e -q, são mantidas fixas a uma distância d uma da outra. Uma terceira carga q_0 é colocada no ponto médio entre as duas primeiras, como ilustra a figura A. Nessa situação, o módulo da força eletrostática resultante sobre a carga q_0 vale F_A . A carga q_0 é então afastada dessa posição ao longo da mediatriz entre as duas outras até atingir o ponto P, onde é fixada, como ilustra a figura B. Agora, as três cargas estão nos vértices

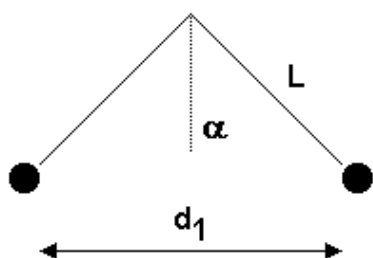
de um triângulo equilátero. Nessa situação, o módulo da força eletrostática resultante sobre a carga q_0 vale F_B .



Calcule a razão F_A/F_B .

12) Duas partículas têm massas iguais a m e cargas iguais a Q . Devido a sua interação eletrostática, elas sofrem uma força F quando estão separadas de uma distância d . Em seguida, estas partículas são penduradas, a partir de um mesmo ponto, por fios de comprimento L e ficam equilibradas quando a distância entre elas é d_1 .

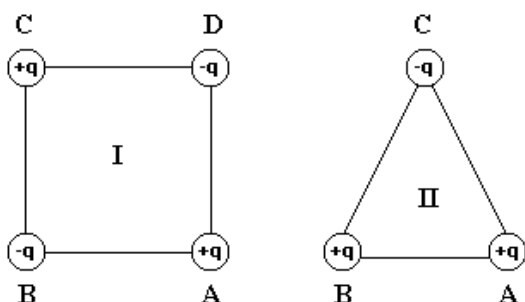
A cotangente do ângulo que cada fio forma com a vertical, em função de m , g , d , d_1 , F e L , é



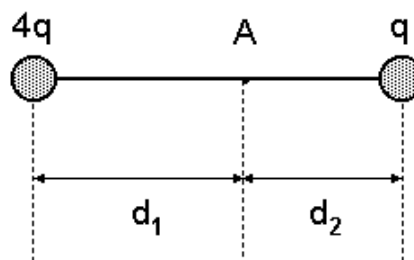
CAPÍTULO XXVI CAMPO ELÉTRICO

1) Considere as cargas puntiformes colocadas nos vértices do quadrado (Figura I) e nos vértices do triângulo equilátero (Figura II). Desenhe o campo elétrico resultante (direção, sentido e o valor do ângulo com a reta AB) para:

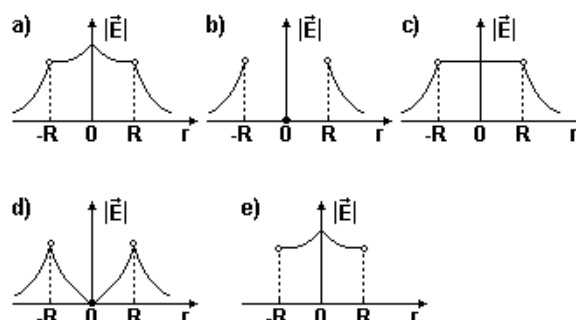
- A carga em (A) da figura (I).
- A carga em (A) da figura (II).



2) Sabendo-se que o vetor campo-elétrico no ponto A é nulo, qual a relação entre d_1 e d_2 ?



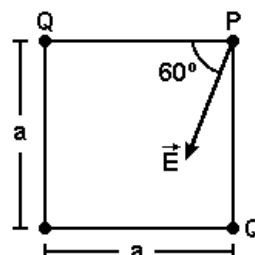
3) Qual dos diagramas a seguir, melhor representa a variação espacial do módulo do campo elétrico com relação ao centro de uma esfera condutora de raio R , carregada e em equilíbrio eletrostático?



4) Uma esfera eletrizada com carga de $+2\text{mC}$ e massa 100g é lançada horizontalmente com velocidade 4m/s num campo elétrico vertical, orientado para cima e de intensidade 400N/C . Supondo $g = 10\text{m/s}^2$, a distância horizontal percorrida pela esfera após cair 25cm é:

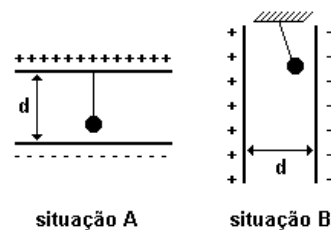
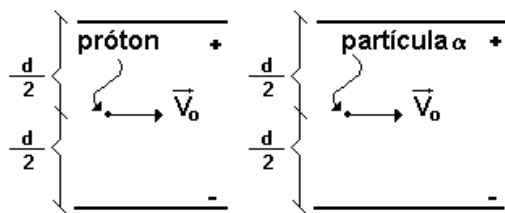
- $2,0\text{m}$.
- $1,8\text{m}$.
- $1,2\text{m}$.
- $0,8\text{m}$.

5) Em dois vértices opostos de um quadrado de lado "a" estão fixas duas cargas puntiformes de valores Q e Q' . Essas cargas geram, em outro vértice P do quadrado, um campo elétrico de módulo E , cuja direção e sentido estão especificados na figura a seguir:



Indique os sinais das cargas Q e Q' e calcule o valor da razão Q/Q' .

6) Entre duas placas planas, condutoras e paralelas, carregadas com cargas de módulos iguais mas de sinais contrários, há um campo elétrico uniforme. Um próton e uma partícula α penetram na região entre as placas, equidistantes delas, com a mesma velocidade V_0 paralela às placas, como mostram as figuras a seguir.

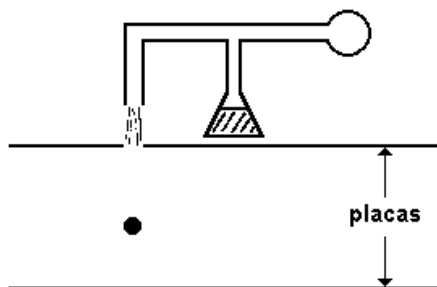


Lembre-se de que a partícula α é o núcleo do átomo de hélio (He), constituída, portanto, por 2 prótons e 2 nêutrons. Despreze os efeitos de borda.

a) Calcule a razão entre os módulos das acelerações adquiridas pelo próton e pela partícula α .

b) Calcule a razão entre os intervalos de tempo gastos pelo próton e pela partícula α até colidirem com a placa negativa.

7) Robert Millikan verificou experimentalmente que a carga elétrica que um corpo adquire é sempre um múltiplo inteiro da carga do elétron. Seu experimento consistiu em pulverizar óleo entre duas placas planas, paralelas e horizontais, entre as quais havia um campo elétrico uniforme. A maioria das gotas de óleo pulverizadas se carregam por atrito. Considere que uma dessas gotas negativamente carregada tenha ficado em repouso entre as placas, como mostra a figura.



Suponha que o módulo do campo elétrico entre as placas seja igual a $2,0 \cdot 10^4$ V/m e que a massa da gota seja $6,4 \cdot 10^{-15}$ kg. Considere desprezível o empuxo exercido pelo ar sobre a gota e $g=10\text{m/s}^2$.

a) Determine a direção e o sentido do campo elétrico E existente entre as placas.

b) Sabendo que o módulo da carga q do elétron vale $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, calcule quantos elétrons em excesso essa gota possui.

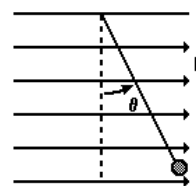
8) Entre duas placas condutoras, planas e paralelas, separadas por uma distância $d=4,0 \cdot 10^{-2}$ m, existe um campo elétrico uniforme de intensidade $E=6,0 \cdot 10^4$ V/m

As placas podem ser colocadas na horizontal (situação A) ou na vertical (situação B), em um local onde $g=10\text{m/s}^2$. Uma pequena esfera, de massa $m=8,0 \cdot 10^{-3}$ kg e carga elétrica positiva $q=1,0 \cdot 10^{-6}$ C, encontra-se suspensa entre as placas por meio de um fio isolante, inextensível e de massa desprezível.

a) Explique por que, na situação B, a esfera se inclina para a direita e determine a diferença de potencial elétrico entre as placas.

b) Calcule a razão entre as trações nos fios para as situações A e B.

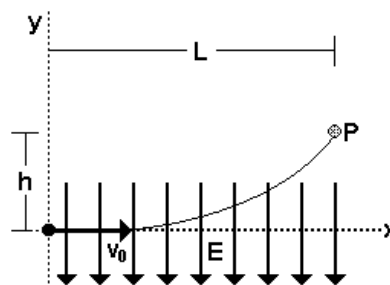
9) Um pêndulo simples, cuja extremidade inferior é composta por um corpo de massa "m" e carga elétrica positiva "q", está imerso em um campo elétrico uniforme de intensidade "E", conforme a ilustração a seguir. Considere como "g" o módulo da aceleração da gravidade local.



a) Represente, em uma figura abaixo, todas as forças que atuam sobre o corpo de massa "m".

b) Expresse, em termos das grandezas "m", "q", "E" e "g", o ângulo θ correspondente à situação de equilíbrio acima.

10) Uma partícula tem massa m e carga elétrica q. Ela é projetada no plano xy, com velocidade v_0 , ao longo do eixo x, a partir da origem (ver figura). Nessa região há um campo elétrico uniforme, na direção do eixo y, apontando de cima para baixo. A partícula sofre um desvio igual a h, indo atingir o ponto P, de coordenadas (L,h).



a) Qual o sinal da carga elétrica da partícula? Justifique sua resposta.

b) Qual o valor do módulo, E, do campo elétrico?



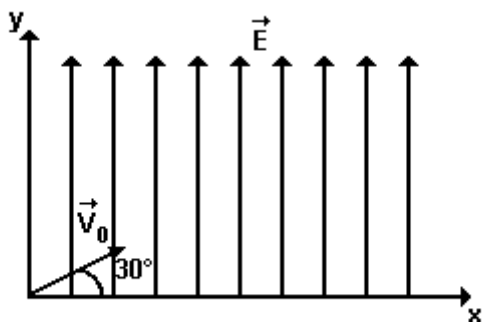
PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Por simetria, o campo elétrico produzido por um plano de extensão infinita e uniformemente carregado é perpendicular a esse plano. Suponha um plano infinito positivamente carregado que produz um campo elétrico de módulo igual a E . Um bastão rígido, não-condutor e de massa desprezível, possui em suas extremidades duas cargas puntiformes q e $3q$ de massas iguais. Verifica-se que este bastão, convenientemente orientado, fica em equilíbrio acima do plano carregado. Suponha que as cargas no bastão não alterem significativamente o campo do plano e considere o módulo da aceleração da gravidade de g .

a) Calcule a massa das partículas nas extremidades do bastão, em função dos dados da questão.

b) Faça um desenho representando o bastão na posição de equilíbrio estável, indicando claramente as posições das cargas em relação ao plano.

12) No instante $t = 0s$, um elétron é projetado em um ângulo de 30° em relação ao eixo x , com velocidade v_0 de 4×10^5 m/s, conforme o esquema a seguir. Considerando que o elétron se move num campo elétrico constante $E = 100$ N/C, o tempo que o elétron levará para cruzar novamente o eixo x é de:

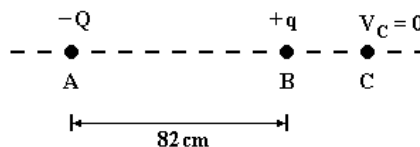


- a) 10 ns.
- b) 15 ns.
- c) 23 ns.
- d) 12 ns.
- e) 18 ns.

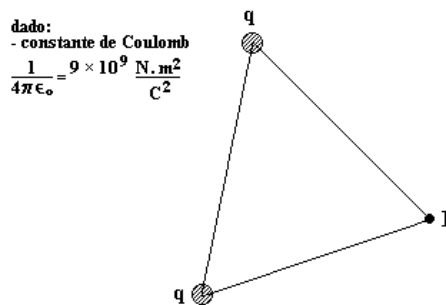
CAPÍTULO XXVII

POTENCIAL ELÉTRICO

1) Duas cargas elétricas $-Q$ e $+q$ são mantidas nos pontos A e B, que distam 82cm um do outro (ver figura). Ao se medir o potencial elétrico no ponto C, à direita de B e situado sobre a reta que une as cargas, encontra-se um valor nulo. Se $|Q| = 3|q|$, qual o valor em centímetros da distância BC?



2) A figura a seguir mostra duas cargas iguais $q = 1,0 \times 10^{-11}$ C, colocadas em dois vértices de um triângulo equilátero de lado igual a 1cm. Qual o valor, em Volts, do potencial elétrico no terceiro vértice do triângulo (ponto P)?



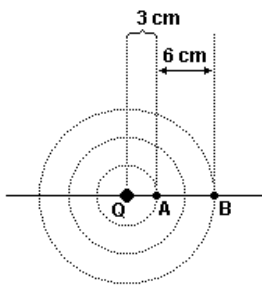
3) Campos eletrizados ocorrem naturalmente no nosso cotidiano. Um exemplo disso é o fato de algumas vezes levamos pequenos choques elétricos ao encostarmos em automóveis. Tais choques são devidos ao fato de estarem os automóveis eletricamente carregados. Sobre a natureza dos corpos (eletrizados ou neutros), considere as afirmativas a seguir:

- I- Se um corpo está eletrizado, então o número de cargas elétricas negativas e positivas não é o mesmo.
- II- Se um corpo tem cargas elétricas, então está eletrizado.
- III- Um corpo neutro é aquele que não tem cargas elétricas.
- IV- Ao serem atritados, dois corpos neutros, de materiais diferentes, tornam-se eletrizados com cargas opostas, devido ao princípio de conservação das cargas elétricas.
- V- Na eletrização por indução, é possível obter-se corpos eletrizados com quantidades diferentes de cargas.

Sobre as afirmativas acima, assinale a alternativa correta:

- a) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmativas I, IV e V são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas II, III e V são verdadeiras.

4) Uma partícula de 1,0g está eletrizada com carga $1,0 \mu C$. Ao ser abandonada do repouso, no ponto A do campo elétrico da carga puntiforme Q , fica sujeita a uma força elétrica cujo trabalho por ela realizado, entre este ponto A e o ponto B, é igual ao trabalho realizado pelo seu próprio peso, durante sua queda num desnível de 40m. Podemos afirmar que o valor da carga Q é:



- a) $1,0 \mu\text{C}$ b) $2,0 \mu\text{C}$
 c) $3,0 \mu\text{C}$ d) $4,0 \mu\text{C}$

5) Considere uma carga puntiforme Q, fixa no ponto 0, e os pontos A e B, como mostra a figura a seguir.



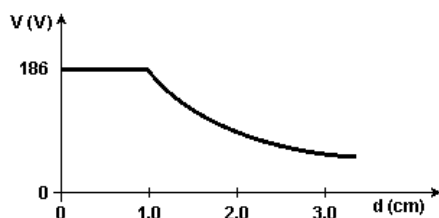
Sabe-se que os módulos do vetor campo elétrico e do potencial elétrico gerados pela carga no ponto A valem, respectivamente, E e V. Nessas condições, os módulos dessas grandezas no ponto B valem, respectivamente:

- a) $4E$ e $2V$ b) $2E$ e $4V$
 c) $E/2$ e $V/2$ d) $E/4$ e $V/2$

6) Uma esfera condutora, oca, encontra-se eletricamente carregada e isolada. Para um ponto de sua superfície, os módulos do campo elétrico e do potencial elétrico são 900N/C e 90V . Portanto, considerando um ponto no interior da esfera, na parte oca, é correto afirmar que os módulos para o campo elétrico e para o potencial elétrico são, respectivamente:

- a) zero N/C e 90V .
 b) zero N/C e zero V .
 c) 900N/C e 90V .
 d) 900N/C e $9,0\text{V}$.

7) O gráfico mostra o potencial elétrico em função da distância ao centro de uma esfera condutora carregada de $1,0\text{ cm}$ de raio, no vácuo. Calcule o potencial elétrico a $3,0\text{ cm}$ do centro da esfera, em volts.



8) Com respeito à eletrodinâmica, analise:

- I. Tomando-se a mesma carga elétrica, isolada de outra qualquer, entre os módulos do campo elétrico e do potencial elétrico em um mesmo ponto do espaço, o primeiro sofre uma diminuição mais rápida que o segundo, conforme se aumenta a distância até a carga.
 II. Comparativamente, a estrutura matemática do cálculo da força elétrica e da força gravitacional são idênticas.

Assim como as cargas elétricas estão para as massas, o campo elétrico está para a aceleração da gravidade.

III. Uma diferença entre os conceitos de campo elétrico resultante e potencial elétrico resultante é que o primeiro obtém-se vetorialmente, enquanto o segundo é obtido por uma soma aritmética de escalares.

É correto o contido em:

- a) I, apenas.
 b) II, apenas.
 c) I e III, apenas.
 d) II e III, apenas.
 e) I, II e III.

9) Um sistema formado por três cargas puntiformes iguais, colocadas em repouso nos vértices de um triângulo equilátero, tem energia potencial eletrostática igual a U. Substitui-se uma das cargas por outra, na mesma posição, mas com o dobro do valor. A energia potencial eletrostática do novo sistema será igual a:

- a) $4U/3$ b) $3U/2$ c) $5U/3$ d) $2U$

10) Um corpúsculo de $0,2\text{g}$ eletrizado com carga de $80 \cdot 10^{-6}\text{ C}$ varia sua velocidade de 20m/s para 80m/s ao ir do ponto A para o ponto B de um campo elétrico. A d.d.p. entre os pontos A e B desse campo elétrico é de:

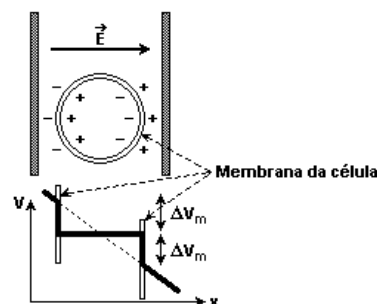
- a) 1.500 V b) 3.000 V
 c) 7.500 V d) 8.500 V



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) O átomo de hidrogênio no modelo de Bohr é constituído de um elétron de carga e que se move em órbitas circulares de raio r, em torno do próton, sob influência da força de atração coulombiana. Qual o trabalho efetuado por esta força sobre o elétron ao percorrer órbita do estado fundamental?

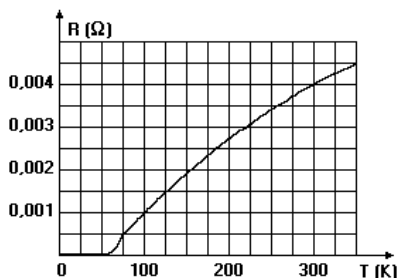
12) A durabilidade dos alimentos é aumentada por meio de tratamentos térmicos, como no caso do leite longa vida. Esses processos térmicos matam os microorganismos, mas provocam efeitos colaterais indesejáveis. Um dos métodos alternativos é o que utiliza campos elétricos pulsados, provocando a variação de potencial através da célula, como ilustrado na figura a seguir. A membrana da célula de um microorganismo é destruída se uma diferença de potencial de $\Delta V_m = 1\text{ V}$ é estabelecida no interior da membrana, conforme a figura a seguir.



- a) Sabendo-se que o diâmetro de uma célula é de $1\mu\text{m}$, qual é a intensidade do campo elétrico que precisa ser aplicado para destruir a membrana?
 b) Qual é o ganho de energia em eV de um elétron que atravessa a célula sob a tensão aplicada?

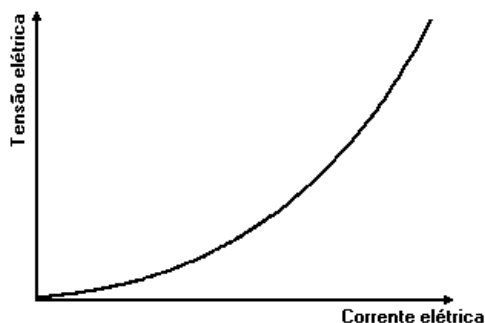
LEI DE OHM

1) O gráfico adiante representa o comportamento da resistência de um fio condutor em função da temperatura em K. O fato de o valor da resistência ficar desprezível abaixo de uma certa temperatura caracteriza o fenômeno da supercondutividade. Pretende-se usar o fio na construção de uma linha de transmissão de energia elétrica em corrente contínua. À temperatura ambiente de 300K a linha seria percorrida por uma corrente de 1000A, com uma certa perda de energia na linha. Qual seria o valor da corrente na linha, com a mesma perda de energia, se a temperatura do fio fosse baixada para 100K?



- a) 500A
- b) 1000A
- c) 2000A
- d) 3000A

2) O gráfico a seguir mostra como varia a tensão elétrica em um resistor mantido a uma temperatura constante em função da corrente elétrica que passa por esse resistor. Com base nas informações contidas no gráfico, é correto afirmar que:



- a) a corrente elétrica no resistor é diretamente proporcional à tensão elétrica.
- b) a resistência elétrica do resistor aumenta quando a corrente elétrica aumenta.
- c) a resistência do resistor tem o mesmo valor qualquer que seja a tensão elétrica.
- d) dobrando-se a corrente elétrica através do resistor, a potência elétrica consumida quadruplica.
- e) o resistor é feito de um material que obedece a Lei de Ohm.

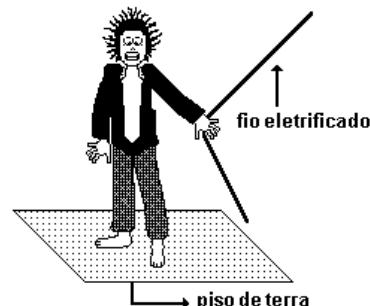
3) Num determinado fio, submetido a uma diferença de potencial (ddp) de 220 volts, é percorrido por 120 coulombs num intervalo de tempo de 30 s. Determine :

- a) a corrente elétrica i que percorre o fio.
- b) a resistência elétrica do fio.

4) Quando uma diferença de potencial é aplicada aos extremos de um fio metálico, de forma cilíndrica, uma corrente elétrica " i " percorre esse fio. A mesma diferença de potencial é aplicada aos extremos de outro fio, do mesmo material, com o mesmo comprimento, mas com o dobro do diâmetro. Supondo os dois fios à mesma temperatura, qual será a corrente elétrica no segundo fio?

5) O choque elétrico, perturbação de natureza e efeitos diversos, que se manifesta no organismo humano quando este é percorrido por uma corrente elétrica, é causa de grande quantidade de acidentes com vítimas fatais. Dos diversos efeitos provocados pelo choque elétrico, talvez o mais grave seja a fibrilação, que provoca a paralisia das funções do coração. A ocorrência da fibrilação depende da intensidade da corrente elétrica que passa pelo coração da vítima do choque. Considere que o coração do indivíduo descalço submetido a um choque elétrico, na situação ilustrada na figura adiante, suporte uma corrente máxima de 4mA, sem que ocorra a fibrilação cardíaca, e que a terra seja um condutor de resistência elétrica nula. Sabendo que a corrente percorre seu braço esquerdo, seu tórax e suas duas pernas, cujas resistências são iguais a, respectivamente, 700Ω, 300 Ω, 1.000 Ω e 1.000 Ω, e que, nessa situação, apenas 8% da corrente total passam pelo

coração, em volts, a máxima diferença de potencial entre a mão esquerda e os pés do indivíduo para que não ocorra a fibrilação cardíaca. Despreze a parte fracionária de seu resultado, caso exista.



6) Num detector de mentiras, uma tensão de 6V é aplicada entre os dedos de uma pessoa. Ao responder a uma pergunta, a resistência entre os seus dedos caiu de 400kΩ para 300kΩ. Nesse caso, a corrente no detector apresentou variação, em μA , de:

- a) 5
- b) 10
- c) 15
- d) 20

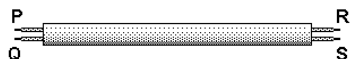
7) Uma lâmpada incandescente (100 w, 120 v) tem um filamento de tungstênio de comprimento igual a 31,4cm e diâmetro $4,0 \times 10^{-2}$ mm. A resistividade do tungstênio à temperatura ambiente é de $5,6 \times 10^{-8}$ ohm \times m.

- a) Qual a resistência do filamento quando ele está à temperatura ambiente?
- b) Qual a resistência do filamento com a lâmpada acesa?

8) Um fio cilíndrico de comprimento L e raio de seção reta r apresenta resistência R . Um outro fio, cuja resistividade é o dobro da primeira, o comprimento é o triplo, e o raio $r/3$, terá resistência igual a:

- a) $R/54$
- b) $2R$
- c) $6R$
- d) $18R$
- e) $54R$

9) A figura mostra um cabo telefônico. Formado por dois fios, esse cabo tem comprimento de 5,00km.



Constatou-se que, em algum ponto ao longo do comprimento desse cabo, os fios fizeram contato elétrico entre si, ocasionando um curto-circuito. Para descobrir o ponto que causa o curto-circuito, um técnico mede as resistências entre as extremidades P e Q, encontrando $20,0\Omega$, e entre as extremidades R e S, encontrando $80,0\Omega$. Com base nesses dados, é CORRETO afirmar que a distância das extremidades PQ até o ponto que causa o curto-circuito é de:

- a) 1,25 km.
- b) 4,00 km.
- c) 1,00 km.
- d) 3,75 km.

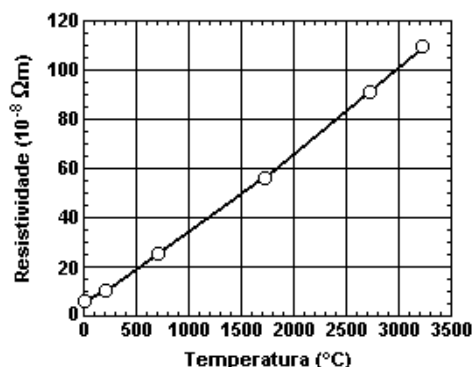
10) Um dos hábitos de higiene que proporciona uma vida saudável é o banho diário. Na possibilidade de se utilizar um chuveiro elétrico, esse hábito pode-se tornar desagradável quando nos dias frios a água é pouco aquecida. Para melhorar o aquecimento sem alterar o fluxo de água e a posição da chave seletora, uma pessoa retira $1/6$ do comprimento do resistor. Considerando que a tensão nos terminais do chuveiro se mantém constante, é correto afirmar que a razão entre as potências antes e após a redução do comprimento do resistor é:

- a) $6/1$
- b) $6/5$
- c) $1/6$
- d) $1/1$
- e) $5/6$



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) A invenção da lâmpada incandescente no final do Séc. XIX representou uma evolução significativa na qualidade de vida das pessoas. As lâmpadas incandescentes atuais consistem de um filamento muito fino de tungstênio dentro de um bulbo de vidro preenchido por um gás nobre. O filamento é aquecido pela passagem de corrente elétrica, e o gráfico adiante apresenta a resistividade do filamento como função de sua temperatura. A relação entre a resistência e a resistividade é dada por $R = \rho L/A$, onde R é a resistência do filamento, L seu comprimento, A a área de sua seção reta e ρ sua resistividade.



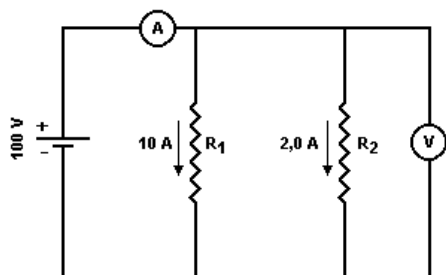
a) Caso o filamento seja aquecido desde a temperatura ambiente até 2000°C , sua resistência aumentará ou diminuirá? Qual a razão, R_{2000}/R_{20} , entre as resistências do filamento a 2000°C e a 20°C ? Despreze efeitos de dilatação térmica.

b) Qual a resistência que uma lâmpada acesa (potência efetiva de 60 W) apresenta quando alimentada por uma tensão efetiva de 120V?

c) Qual a temperatura do filamento no item anterior, se o mesmo apresenta um comprimento de 50 cm e um diâmetro de 0,05 mm? Use a aproximação $\pi = 3$.

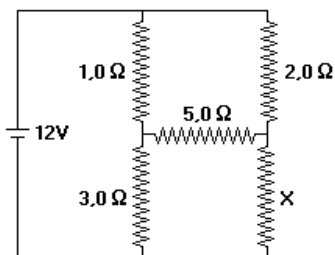
CIRCUITOS

1) No circuito da figura adiante, A é um amperímetro de resistência nula, V é um voltímetro de resistência infinita. A resistência interna da bateria é nula.



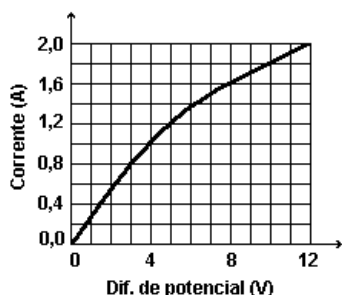
- Qual é a intensidade da corrente medida pelo amperímetro?
- Qual é a voltagem medida pelo voltímetro?
- Quais são os valores das resistências R_1 e R_2 ?
- Qual é a potência fornecida pela bateria?

2) No circuito a seguir, a corrente na resistência de $5,0\Omega$ é nula.

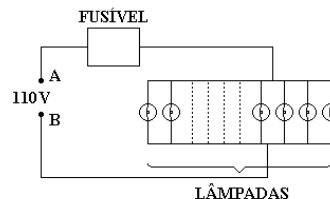


- Determine o valor da resistência X.
- Qual a corrente fornecida pela bateria?

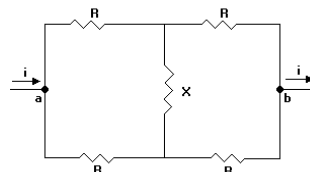
3) O gráfico a seguir representa a corrente que passa por uma lâmpada, para uso em automóvel, em função da diferença de potencial aplicada aos seus terminais. Utilizando-se do gráfico, determine a diferença de potencial que se deve aplicar à associação de duas dessas lâmpadas em série, para que sejam atravessadas por uma corrente de $1,2\text{ A}$.



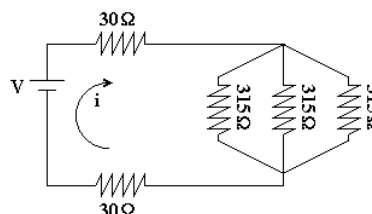
4) Numa rede elétrica, submetida a uma tensão de 110V , foi instalado um fusível de 30A . Quantas lâmpadas de 100W poderão ser ligadas simultaneamente nesta rede, sem risco de queimar o fusível?



5) A figura mostra o esquema de um circuito com quatro resistores de mesma resistência R e outro resistor de resistência desconhecida X . Uma corrente de intensidade constante i entra no circuito pelo ponto a e sai pelo ponto b.



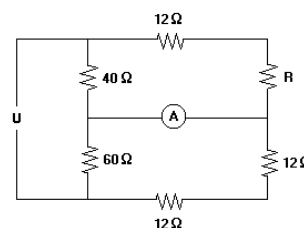
- Calcule a intensidade da corrente que passa pela resistência de valor desconhecido X.
 - Calcule a resistência equivalente entre a e b.
- 6) Quantos resistores de 315Ω devem ser acrescentados no circuito a seguir, em paralelo, aos de 315Ω já existentes, para que a corrente total de i dobre de valor?



7) Encontra-se à venda, no mercado de aparelhos elétricos, um circuito elétrico simples, constituído por uma lâmpada, fios, e duas garras que podem ser conectadas aos pólos da bateria de um automóvel. Observa-se que, sob tensão de 12 volts , a lâmpada dissipa uma potência de 48 watts . Entretanto, ao ser ligada em determinada bateria, de f.e.m. igual a 12 v , observou-se uma elevada redução no brilho da lâmpada. Mediu-se, então, a corrente elétrica que deixava a bateria, encontra-se $3,0\text{ amperes}$. Estando a lâmpada ligada na bateria, a ddp nos terminais da lâmpada, em volts, é igual a:

- 12
- 11
- 10
- 9,0
- 8,0

8) No circuito anterior, sabe-se que o amperímetro (suposto ideal) não acusa passagem de corrente elétrica. Logo, o valor da resistência R , em ohms, é:

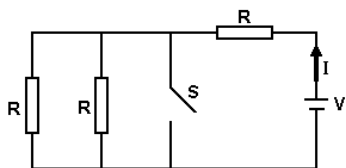


- 2,0
- 4,0
- 6,0
- 8,0
- 10

9) Deseja-se enfeitar uma árvore de Natal usando lâmpadas idênticas de $5\text{W}-20\text{V}$ cada uma. O conjunto de

lâmpadas deve ser ligado numa tomada de 120V. Faça um esquema indicando como as lâmpadas devem ser ligadas para que funcionem com seu brilho normal e calcule quantas lâmpadas devem ser utilizadas.

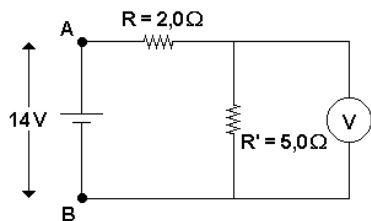
10) No circuito elétrico a seguir esquematizado, R representa resistências em ohms e V a tensão em volts, estabelecida por um gerador ideal.



Determine, em função de V e R, a expressão que permite calcular a corrente indicada I, quando:

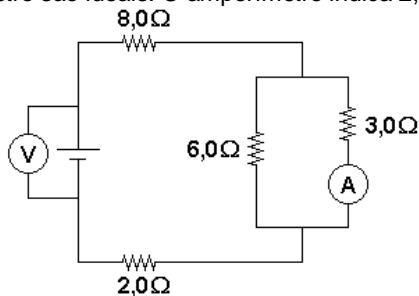
- a) a chave S estiver aberta.
- b) a chave S estiver fechada.

11) Dois resistores, um de resistência $R=2,0\Omega$ e outro de resistência $R'=5,0\Omega$, estão ligados como mostra o esquema a seguir.



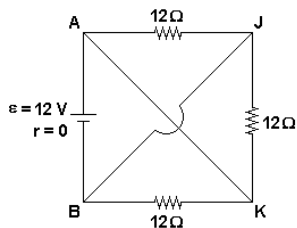
Considere o voltímetro ideal. Entre os pontos A e B mantém-se uma diferença de potencial $V_A - V_B = 14V$. Calcule a indicação do voltímetro.

12) No circuito esquematizado na figura, o voltímetro e o amperímetro são ideais. O amperímetro indica 2,0A.



Calcule a indicação do voltímetro.

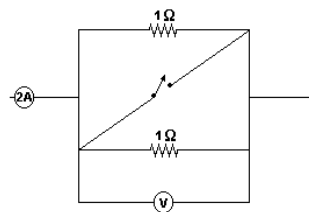
13) No circuito esquematizado na figura, os fios AK e BJ têm resistências desprezíveis (quando comparadas a 12Ω) e não se tocam.



- a) Calcule a resistência equivalente entre A e B.
- b) Calcule as intensidades das correntes nos fios AK e BJ.

14) O esquema da figura mostra uma parte de um circuito elétrico de corrente contínua. O amperímetro mede sempre uma corrente de 2A e as resistências valem 1Ω cada uma.

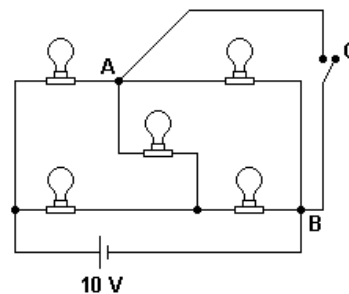
O voltímetro está ligado em paralelo com uma das resistências.



a) Calcule a leitura do voltímetro com a chave interruptora aberta.

b) Calcule a leitura do voltímetro com a chave interruptora fechada.

15) Cinco lâmpadas idênticas, que podem ser consideradas como resistores ideais de 10 ohms cada uma, estão ligadas a uma bateria ideal de 10 volts, como se mostra na figura a seguir. O circuito possui também uma chave C que, quando fechada, estabelece um curto circuito entre os pontos A e B.



Calcule:

a) a corrente que passa pela lâmpada ou lâmpadas de maior brilho quando C está aberta;

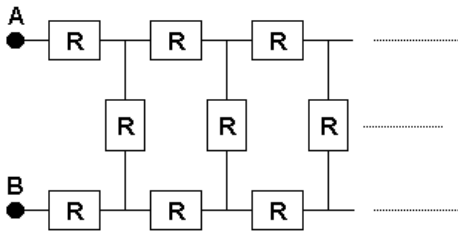
b) a corrente que passa pela lâmpada ou lâmpadas com a segunda maior intensidade de brilho quando C está fechada.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

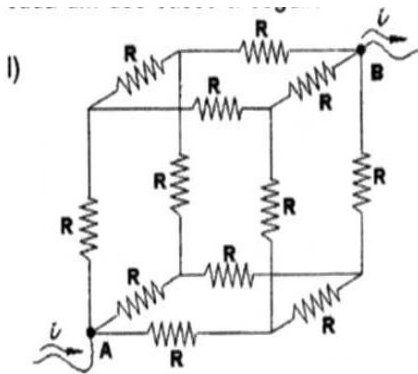
16) Dispõem-se de n resistores idênticos, todos de mesma resistência R, e de uma fonte de tensão capaz de manter em seus terminais uma diferença de potencial constante e igual a 120V, sob quaisquer condições. Quando os resistores são ligados em série com a fonte de tensão, a potência total por eles consumida é de 144W; quando são ligados em paralelo com a fonte de tensão, a potência total por eles consumida é de 3600W. Calcule o número n de resistores utilizados e a resistência R de cada resistor.

17) Um circuito elétrico é constituído por um número infinito de resistores idênticos, conforme a figura. A resistência de cada elemento é igual a R. Qual a resistência equivalente entre os pontos A e B?



18) Mede-se a resistência elétrica R , de um resistor com a ponte de Wheaststone de um fio, em que este tem 1m de comprimento. A resistência de comparação é de 50Ω e o equilíbrio da ponte se dá estando o cursor a 80cm da extremidade do fio, que fica do lado do resistor. Determine:
 a) o esquema desta ponte, indicando o amperímetro e o gerador da alimentação;
 b) a nova posição de equilíbrio do cursor, se, por aquecimento, a resistência do resistor aumentar de 25%.

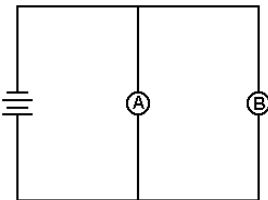
19) Calcular o valor da resistência equivalente entre os pontos A e B.



CAPÍTULO XXX

POTÊNCIA

1) A figura adiante mostra um circuito construído por um gerador ideal e duas lâmpadas incandescentes A e B, com resistências R e $2R$, respectivamente, e no qual é dissipada a potência P . Num dado instante, a lâmpada B queima-se. A potência que passará a ser dissipada pelo sistema será igual a:



- a) $P/2$
- b) $2P/3$
- c) P
- d) $3P/2$
- e) $2P$

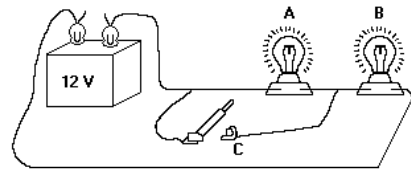
2) Um forno de microondas opera na voltagem de 120 V e corrente de 5,0 A. Colocaram-se neste forno 200 ml de água à temperatura de 25°C . Admita que toda energia do forno é utilizada para aquecer a água. Para simplificar, adote $1,0\text{cal}=4,0\text{J}$.

- a) Qual a energia necessária para elevar a temperatura da água a 100°C ?
- b) Em quanto tempo esta temperatura será atingida?

3) O circuito elétrico do enfeite de uma árvore de natal é constituído de 60 lâmpadas idênticas (cada uma com 6V de tensão e resistência de 30Ω) e uma fonte de tensão de 6V com potência de 18 watts que liga um conjunto de lâmpadas de cada vez, para produzir o efeito pisca-pisca. Considerando-se que as lâmpadas e a fonte funcionam de acordo com as especificações fornecidas, calcule:

- a) a corrente que circula através de cada lâmpada quando acesa.
- b) O número máximo de lâmpadas que podem ser acesas simultaneamente.

4) Duas lâmpadas iguais, de 12V cada uma, estão ligadas a uma bateria de 12V, como mostra a figura a seguir. Estando o interruptor C aberto, as lâmpadas acendem com intensidades iguais. Ao fechar o interruptor C observaremos que:



- a) A apaga e B brilha mais intensamente.
- b) A apaga e B mantém o brilho.
- c) A apaga e B apaga.
- d) B apaga e A brilha mais intensamente.

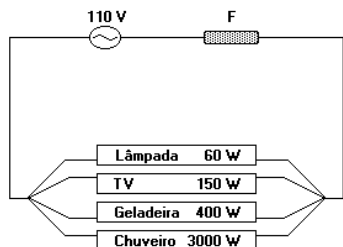
5) Um fusível é um interruptor elétrico de proteção que queima, desligando o circuito, quando a corrente ultrapassa certo valor. A rede elétrica de 110V de uma casa é protegida por fusível de 15A. Dispõe-se dos seguintes equipamentos: um aquecedor de água de 2200W, um ferro de passar de 770W, e lâmpadas de 100W.

- a) Quais desses equipamentos podem se ligados na rede elétrica, um de cada vez, sem queimar o fusível?
- b) Se apenas lâmpadas de 100W são ligadas na rede elétrica, qual o número máximo dessas lâmpadas que podem ser ligadas simultaneamente sem queimar o fusível de 15A?

6) Um ebulidor elétrico pode funcionar com um ou com dois resistores idênticos de mesma resistência R . Ao funcionar apenas com um resistor, uma certa quantidade de água entra em ebulição um volume igual de água se o aquecedor funcionar com os dois resistores ligados:

- a) em paralelo?
- b) em série?

7) No circuito elétrico residencial a seguir esquematizado, estão indicadas, em watts, as potências dissipadas pelos seus diversos equipamentos. O circuito está protegido por um fusível, F, que funde quando a corrente ultrapassa 30A, interrompendo o circuito. Que outros aparelhos podem estar ligados ao mesmo tempo que o chuveiro elétrico sem "queimar" o fusível?



- Geladeira, lâmpada e TV.
- Geladeira e TV.
- Geladeira e lâmpada.
- Geladeira.
- Lâmpada e TV.

8) A conta de luz apresentada pela companhia de energia elétrica a uma residência de cinco pessoas, referente a um período de 30 dias, indicou um consumo de 300kWh. A potência média utilizada por pessoa, nesse período, foi de:

- 6W.
- 13W.
- 60W.
- 83W.

9) Um chuveiro de 4000W e 220V teve sua resistência danificada. Para consertar, sua resistência foi cortada ao meio, e aproveitou-se apenas a metade. Qual é a nova potência do chuveiro?

10) Para instalar uma máquina de lavar roupa são usados fusíveis que desligam automaticamente quando a corrente excede um valor pré-escolhido. A seguir estão indicados alguns valores de fusíveis disponíveis com as correntes máximas que suportam. Se a rede elétrica é de 220 Volts, qual o fusível de menor valor que pode ser usado para instalar uma máquina de 1400 Watts?

PARA PENSAR UM POUCO MAIS...



11) O gráfico a seguir mostra a potência elétrica (em kW) consumida em uma certa residência ao longo do dia. A residência é alimentada com a voltagem de 120 V. Essa residência tem um fusível que queima se a corrente ultrapassar um certo valor, para evitar danos na instalação elétrica. Por outro lado, esse fusível deve suportar a corrente utilizada na operação normal dos aparelhos da residência.

12) Uma pessoa acampada numa praia deserta queria esquentar água para fazer café. Dispondo de duas "resistências de imersão" de $1,2\Omega$ cada, ligou-as à bateria de 12V de seu carro. Suponha desprezíveis a resistência interna da bateria e as resistências dos fios de transmissão. Considere que toda a energia elétrica dissipada pelas resistências seja usada para aquecer a água.

- Qual o valor da corrente que o fusível deve suportar?
- Qual é a energia em kWh consumida em um dia nessa residência?
- Qual será o preço pago por 30 dias de consumo se o kWh custa R\$0,12?

12) Uma pessoa acampada numa praia deserta queria esquentar água para fazer café. Dispondo de duas "resistências de imersão" de $1,2\Omega$ cada, ligou-as à bateria de 12V de seu carro. Suponha desprezíveis a resistência interna da bateria e as resistências dos fios de transmissão. Considere que toda a energia elétrica dissipada pelas resistências seja usada para aquecer a água.

a) Para aquecer a água mais rapidamente, as resistências devem ser ligadas em série ou em paralelo com a bateria? Justifique sua resposta.

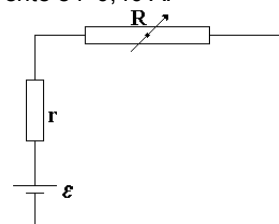
b) Suponha que a pessoa tenha ligado as resistências em paralelo com a bateria.

Sendo o calor específico da água igual a $1\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ e $1\text{J}=0,24\text{cal}$, calcule quantos minutos foram necessários para fazer a temperatura de 480g de água se elevar de 18°C a 100°C .

CAPÍTULO XXXI

GERADORES

1) É dado o circuito a seguir, em que ε é uma bateria de f.e.m. desconhecida e resistência interna r também desconhecida e R é uma resistência variável. Verifica-se que, para $R=0$ a corrente no circuito é $i_0=4,0$ A e para $R=13,5\Omega$, a corrente é $i=0,40$ A.

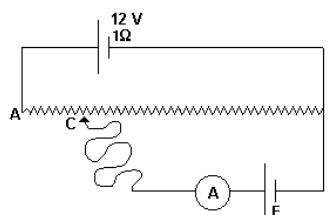


Calcule a f.e.m. ε da bateria e a sua resistência interna r .

2) A diferença de potencial obtida nos terminais de um gerador é 12volts. Quando esses terminais são colocados em curto-circuito, a corrente elétrica fornecida pelo gerador é 5,0 ampéres. Nessas condições, a resistência interna do gerador é, em ohms, igual a:

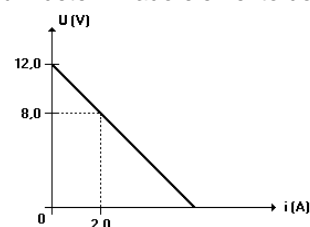
- 2,4
- 7,0
- 9,6
- 17
- 60

3) A figura ilustra o dispositivo usado para medir a força eletromotriz de um gerador. Nele, um gerador de força eletromotriz igual a 12V e resistência interna igual a 1Ω é ligado a um fio condutor ôhmico AB, de comprimento L, seção uniforme, e resistência total $R_{AB}=5\Omega$. O pólo negativo do gerador, de força eletromotriz E desconhecida, é ligado à extremidade B do condutor. Em série com esse gerador há um amperímetro ideal. A extremidade C pode ser ligada a qualquer ponto do condutor entre as extremidade A e B.



Por tentativas, verifica-se que quando a extremidade C é colocada a uma distância $l/4$ de A, a intensidade da corrente que passa pelo amperímetro torna-se nula. Calcule a força eletromotriz E.

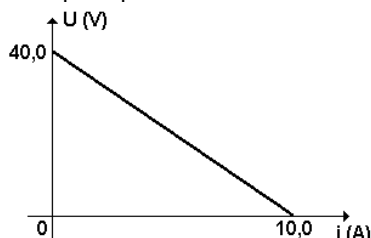
4) O gráfico a seguir, representa a ddp U em função da corrente i para um determinado elemento do circuito.



Pelas características do gráfico, o elemento é um:

- a) gerador de resistência interna $2,0 \Omega$
- b) receptor de resistência interna $2,0 \Omega$
- c) resistor de resistência elétrica $2,0 \Omega$
- d) gerador de resistência interna $1,0 \Omega$
- e) receptor de resistência interna $1,0 \Omega$

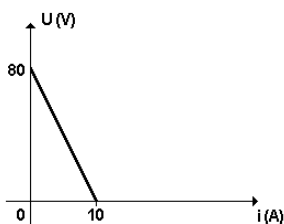
5) O gráfico a seguir representa a curva característica de um gerador, isto é, a ddp nos seus terminais em função da corrente elétrica que o percorre.



A potência máxima que esse gerador pode fornecer ao circuito externo, em watts, vale:

- a) 400
- b) 300
- c) 200
- d) 100
- e) 40,0

6) O gráfico a seguir representa a curva característica de um gerador.



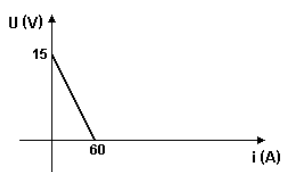
Analisando as informações do gráfico, determine:

- a) a resistência interna do gerador.
- b) a corrente de curto-circuito do gerador.

7) Uma bateria elétrica possui uma força eletromotriz de $1,5V$ e resistência interna $0,1\Omega$. Qual a diferença de potencial, em V , entre os pólos desta bateria se ela estiver fornecendo $1,0A$ a uma lâmpada?

8) Certa bateria de automóvel de $12V$ fornece $6,0kWh$ de energia. Admitindo-se que ela possa manter os $12V$ durante uma hora, quanta carga será transferida de um terminal para outro da bateria, em unidades de $10^5 C$?

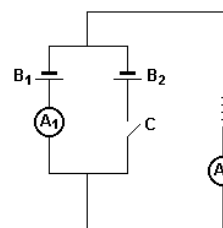
9) O gráfico a seguir representa a curva de uma bateria de certa marca de automóvel.



Quando o motorista liga o carro tem-se a corrente máxima ou corrente de curto circuito. Neste caso:

- a) qual a resistência interna da bateria?
- b) qual a máxima potência útil desta bateria?

10) O circuito da figura a seguir é formado por duas baterias idênticas e ideais B_1 e B_2 , dois amperímetros A_1 e A_2 com resistências internas nulas e uma chave C . Quando a chave está aberta, a corrente indicada em ambos os amperímetros vale $2,0 A$. Considere os fios de ligação com resistência desprezível.

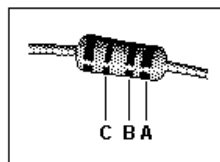


Calcule a corrente indicada em cada um dos amperímetros quando a chave C estiver fechada.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

1) Comercialmente, os resistores têm seus valores de resistência identificados a partir de um código de três cores, impressas sob a forma de anéis no próprio corpo do resistor. As cores utilizadas nos anéis A, B e C correspondem aos números indicados na seguinte tabela:



COR	NÚMERO
preta	0
marrom	1
vermelha	2
laranja	3
amarela	4
verde	5
azul	6
violeta	7
cinza	8
branca	9

Nessa convenção, A e B são, respectivamente, os algarismos da dezena e da unidade e C é a potência de 10 do valor da resistência em ohms. Considere $1 \text{ cal } 4,2 \text{ J}$.

2) Em um dia de calor, o circo fica repleto de ventiladores ligados a tomadas de $110V$. Sabe-se que, quando suas pás são bloqueadas por um esforço mecânico externo, o ventilador é percorrido por uma corrente de intensidade igual a $5,0A$.

Determine a resistência interna do motor desse ventilador e a seqüência de cores CBA de um resistor comercial equivalente.

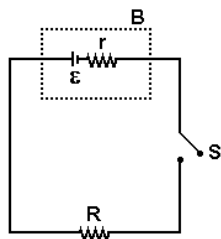
Uma bateria B, de força eletromotriz $\epsilon=12V$ e resistência interna r desconhecida, é conectada a um circuito elétrico

que contém um resistor de resistência $R=3,5\Omega$ e uma chave S.

Dados:

calor específico da água = $1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$

$1,0\text{J} = 0,24 \text{ cal}$



Com o resistor imerso em 240g de água, a chave S é ligada, permitindo que o circuito seja atravessado por uma corrente elétrica de intensidade igual a 3,0A.

Considerando que não há dissipação de energia nos fios de ligação e que a energia liberada no resistor é utilizada integralmente para aquecer a água, determine:

- a resistência interna da bateria;
- a d.d.p. nos terminais da bateria;
- a potência útil e a eficiência do gerador;
- a energia absorvida pela água durante os 10 min que sucedem à ligação de S;
- a variação da temperatura da água 10 min após S ser ligada.

CAPÍTULO XXXII

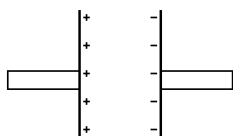
CAPACITADORES

1) Um capacitor é feito de duas placas condutoras, planas e paralelas, separadas pela distância de 0,5mm e com ar entre elas. A diferença de potencial entre as placas é de 200V.

a) Substituindo-se o ar contido entre as placas por uma placa de vidro, de constante dielétrica cinco vezes maior do que o do ar, e permanecendo constante a carga das placas, qual será a diferença de potencial nessa nova situação?

b) Sabendo-se que o máximo campo elétrico que pode existir no ar seco sem produzir descarga é de $0,8 \times 10^6$ volt/metro, determine a diferença de potencial máximo que o capacitor pode suportar, quando há ar seco entre as placas.

2) Duas placas metálicas paralelas Q e P, isoladas, são eletrizadas com uma carga de $1,0 \times 10^{-7} \text{ C}$, uma negativamente, e a outra, positivamente. A diferença de potencial entre elas vale 100V.

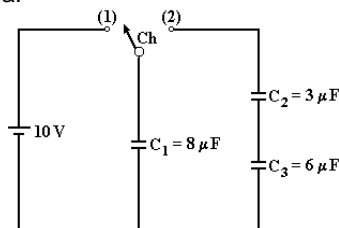


- DETERMINE a energia elétrica armazenada nas placas.
- Considere que um resistor de 50Ω é usado para ligar uma placa à outra. À medida que as placas se descarregam, a intensidade da corrente elétrica no resistor

aumenta, diminui, ou não se altera? JUSTIFIQUE sua resposta.

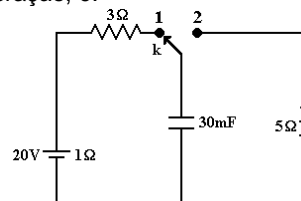
c) DETERMINE a quantidade total de calor liberado no resistor durante o processo de descarga das placas.

3) No circuito representado a seguir, o gerador de força eletromotriz 10V é ideal e todos os capacitores estão inicialmente descarregados. Giramos inicialmente a chave Ch para a posição (1) e esperamos até que C_1 adquira carga máxima. A chave Ch é então girada para a posição (2). A nova diferença de potencial entre as armaduras de C_1 será igual a:



- 8 V
- 6 V
- 5 V
- 4 V
- zero

4) No circuito a seguir, estando o capacitor com plena carga, levamos a chave k da posição 1 para a 2. A quantidade de energia térmica liberada pelo resistor de 5Ω , após essa operação, é:

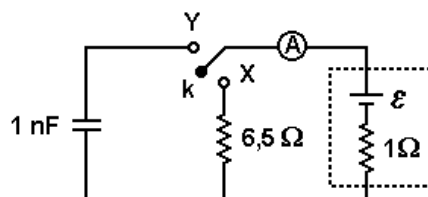


- 1 J
- 3 J
- 6 J
- 12 J
- 15 J

5) Se no laboratório dispomos somente de capacitores de 2nF, então o número mínimo destes dispositivos que devemos associar para obtermos uma capacitância equivalente de 9nF é:

- 4
- 3
- 5
- 7
- 6

6) No circuito anterior, a chave k pode ser ligada tanto ao ponto X como ao Y. Quando é ligada ao ponto X, o amperímetro ideal A indica 0,4A e quando é ligada ao ponto Y, qual a energia elétrica armazenada no capacitor?



7) Admita que dois capacitores, um de $3\mu\text{F}$ e outro de $6\mu\text{F}$, sejam conectados em série e carregados sob uma diferença de potencial de 120V . A diferença de potencial, em volts, através do capacitor de $3\mu\text{F}$, é:

- a) 40
- b) 50
- c) 80
- d) 180

8) Para tirar fotos na festa de aniversário da filha, o pai precisou usar o flash da máquina fotográfica. Este dispositivo utiliza duas pilhas de $1,5\text{V}$, ligadas em série, que carregam completamente um capacitor de $15\mu\text{F}$. No momento da fotografia, quando o flash é disparado, o capacitor, completamente carregado, se descarrega sobre sua lâmpada, cuja resistência elétrica é igual a 6Ω . Calcule o valor máximo:

- a) da energia armazenada no capacitor;
- b) da corrente que passa pela lâmpada quando o flash é disparado

9) Para a segurança dos clientes, o supermercado utiliza lâmpadas de emergência e rádios transmissores que trabalham com corrente contínua. Para carregar suas baterias, no entanto, esses dispositivos utilizam corrente alternada. Isso é possível graças a seus retificadores que possuem, cada um, dois capacitores de $1.400\mu\text{F}$, associados em paralelo. Os capacitores, descarregados e ligados a uma rede elétrica de tensão máxima igual a 170V , estarão com carga plena após um certo intervalo de tempo t .

Considerando t , determine:

- a) a carga elétrica total acumulada;
- b) a energia potencial elétrica total armazenada.

10) A história da maioria dos municípios gaúchos coincide com a chegada dos primeiros portugueses, alemães, italianos e de outros povos. No entanto, através dos vestígios materiais encontrados nas pesquisas arqueológicas, sabemos que outros povos, anteriores aos citados, protagonizaram a nossa história. Diante da relevância do contexto e da vontade de valorizar o nosso povo nativo, "o índio", foi selecionada a área temática CULTURA e as questões foram construídas com base na

obra "Os Primeiros Habitantes do Rio Grande do Sul" (Custódio, L. A. B., organizador. Santa Cruz do Sul: EDUNISC; IPHAN, 2004).

"O povo indígena cultuava a natureza como ninguém, navegava, divinizava os fenômenos naturais, como raios, trovões, tempestades."

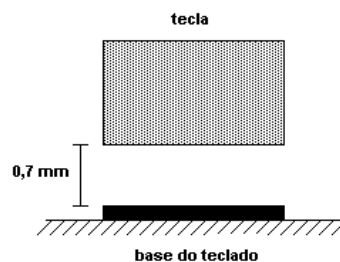
Em tempestades, quando ocorre a descarga elétrica que se caracteriza como raio, pode-se afirmar que:

- a) a corrente elétrica é constante.
- b) o potencial é constante.
- c) o campo elétrico é uniforme.
- d) a rigidez dielétrica do ar é rompida.
- e) a resistência do ar é uniforme.



PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Considere o vão existente entre cada tecla de um computador e a base do seu teclado. Em cada vão existem duas placas metálicas, uma delas presa na base do teclado e a outra, na tecla. Em conjunto, elas funcionam como um capacitor de placas planas paralelas imersas no ar. Quando se aciona a tecla, diminui a distância entre as placas e a capacitância aumenta. Um circuito elétrico detecta a variação da capacitância, indicativa do movimento da tecla. Considere então um dado teclado, cujas placas metálicas têm 40mm^2 de área e $0,7\text{mm}$ de distância inicial entre si. Considere ainda que a permissividade do ar seja $\epsilon_0=9\cdot 10^{-12}\text{F/m}$. Se o circuito eletrônico é capaz de detectar uma variação da capacitância a partir de $0,2\text{pF}$, então, qualquer tecla deve ser deslocada de pelo menos



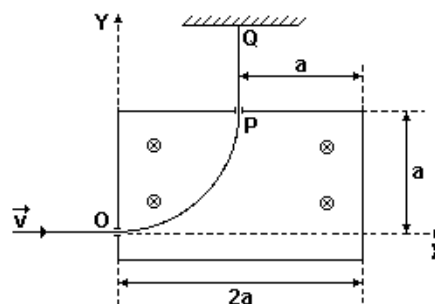
- a) $0,1\text{mm}$
- b) $0,2\text{mm}$
- c) $0,3\text{mm}$
- d) $0,4\text{mm}$

CAPÍTULO XXXIII

MOVIMENTO DE CARGA EM CAMPO MAGNÉTICO

1) Uma partícula de carga $q>0$ e massa m , com velocidade de módulo v e dirigida ao longo do eixo x no sentido positivo (veja figura adiante), penetra, através de um orifício, em O , de coordenadas $(0,0)$, numa caixa onde há um campo magnético uniforme de módulo B , perpendicular ao plano do papel e dirigido "para dentro" da folha. Sua trajetória é alterada pelo campo, e a partícula sai da caixa passando por outro orifício, P , de coordenadas (a,a) , com velocidade paralela ao eixo y . Percorre, depois de sair da caixa, o trecho PQ , paralelo ao eixo y , livre de qualquer força. Em Q sofre uma colisão elástica, na qual sua

velocidade é simplesmente invertida, e volta pelo mesmo caminho, entrando de novo na caixa, pelo orifício P . A ação da gravidade nesse problema é desprezível.



- a) Localize, dando suas coordenadas, o ponto onde a partícula, após sua segunda entrada na caixa, atinge pela primeira vez uma parede.
- b) Determine o valor de v em função de B , a e q/m .

2) Uma partícula com carga q e massa M move-se ao longo de uma reta com velocidade v constante numa região onde estão presentes um campo elétrico de 500 V/m e um campo de indução magnética de $0,10 \text{ T}$. Sabe-se que ambos os campos e a direção de movimento da partícula são mutuamente perpendiculares. A velocidade da partícula é:

- a) 500 m/s
- b) constante para quaisquer valores dos campos elétrico e magnético
- c) $(M/q)5,0 \times 10^3 \text{ m/s}$
- d) $5,0 \times 10 \text{ m/s}$

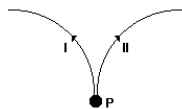
3) Uma carga elétrica, lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme, efetua um M.C.U de período T . Se o lançamento fosse feito com velocidade duas vezes maior, o período seria:

- a) T .
- b) $2T$.
- c) T^2 .
- d) $T^{1/2}$.
- e) $T/2$.

4) Um campo magnético uniforme, $B=5,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$, está aplicado no sentido do eixo y . Um elétron é lançado através do campo, no sentido positivo do eixo z , com uma velocidade de $2,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. Carga do elétron = $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

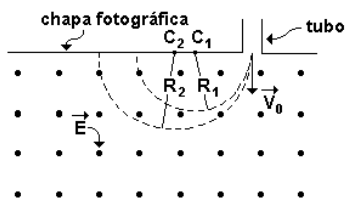
- a) Qual é o módulo, a direção e o sentido da força magnética sobre o elétron no instante inicial?
- b) Que trajetória é descrita pelo elétron?
- c) Qual é o trabalho realizado pela força magnética?

5) A figura a seguir representa as trajetórias, no interior de um campo magnético uniforme, de um par de partículas pósitron-elétron, criados no ponto P durante um fenômeno na qual a carga elétrica total é conservada. Considerando que o campo magnético é perpendicular ao plano da figura e aponta para o leitor, responda:



- a) Qual das partículas, I ou II, é o pósitron e qual é o elétron?
- b) Explique como se obtém a resposta.

6) A figura ilustra o princípio de funcionamento do espectômetro de massa utilizado para estudar isótopos de um elemento.

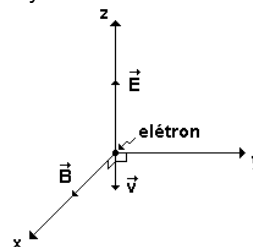


Íons de dois isótopos de um mesmo elemento, um de massa m_1 e outro de massa m_2 , passam por um tubo onde há um seletor de velocidades. Assim, apenas os que têm velocidade V_0 conseguem penetrar numa região onde há um campo magnético uniforme E , normal ao plano da figura e apontando para fora. Sob a ação do campo magnético, os íons descrevem semi-círculos e vão se chocar com uma chapa fotográfica, sensibilizando-a. As marcas na chapa permitem calcular os raios R_1 e R_2 dos

respectivos semi-círculos. Suponha que, ao se ionizar, cada átomo tenha adquirido a mesma carga q .

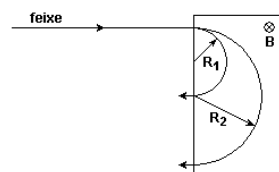
- a) Determine o sinal da carga q . Justifique sua resposta.
- b) Calcule a razão m_2/m_1 em função de R_1 e R_2 .

7) Uma onda eletromagnética atinge uma antena no instante em que um elétron nela se move com velocidade V . As direções e os sentidos da velocidade V do elétron e dos campos elétrico (E) e magnético (B) da onda, no ponto em que o elétron se encontra nesse instante, estão indicados na figura a seguir com relação a um sistema de eixos cartesianos xyz .



- a) Determine as direções e os sentidos das forças elétrica e magnética sobre o elétron nesse instante.
- b) Sabendo que $|V|=1,0 \times 10^6 \text{ m/s}$, $E=3,0 \times 10^2 \text{ V/m}$ e $B=1,0 \times 10^{-6} \text{ T}$ calcule a razão $|F_E|/|F_M|$ entre os módulos das forças elétrica e magnética.

8) Um feixe é constituído de dois tipos de partículas com cargas elétricas iguais, mas massas m_1 e m_2 (diferentes). Ao adentrarem, com velocidades iguais, uma região onde existe um campo magnético uniforme, as partículas de massa m_1 e m_2 descrevem, num mesmo plano, trajetórias semicirculares diferentes, com raios R_1 e R_2 , respectivamente, como ilustradas na figura.



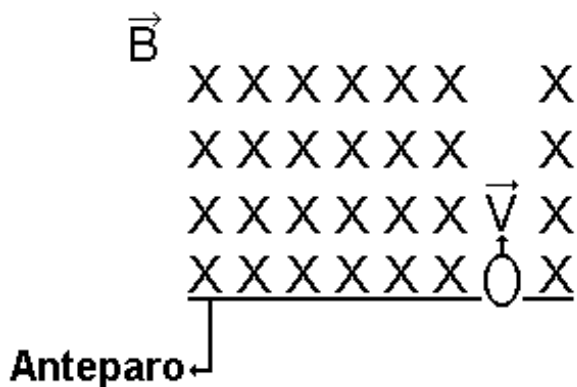
Expresse a razão entre as massas m_1 e m_2 , em termos de R_1 e R_2 .

9) Raios cósmicos são partículas de grande velocidade, proveniente do espaço, que atingem a Terra de todas as direções. Sua origem é, atualmente, objeto de estudos. A Terra possui um campo magnético semelhante ao criado por um ímã em forma de barra cilíndrica, cujo eixo coincide com o eixo magnético da Terra. Uma partícula cósmica P com carga elétrica positiva, quando ainda longe da Terra, aproxima-se percorrendo uma reta que coincide com o eixo magnético da Terra, como mostra a figura adiante. Desprezando a atração gravitacional, podemos afirmar que a partícula, ao se aproximar da Terra:



- a) aumenta sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- b) diminui sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- c) tem sua trajetória desviada para Leste.
- d) tem sua trajetória desviada para Oeste.
- e) não altera sua velocidade nem se desvia de sua trajetória retilínea.

10) Um elétron penetra por um orifício de um anteparo com velocidade constante de $2,0 \cdot 10^4$ m/s perpendicularmente a um campo magnético uniforme B de intensidade 0,8T. A relação massa/carga do elétron é aproximadamente 10^{12} kg/C. Determine o trabalho realizado pela força magnética sobre o elétron, desde que o instante em que penetra no orifício até atingir o anteparo.

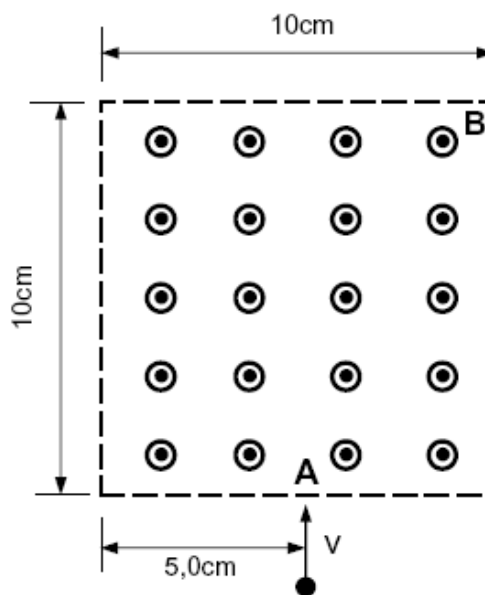


PARA PENSAR UM POUCO MAIS...

11) Em uma região quadrada de 10 cm de lado, existe um campo magnético uniforme B de módulo 0,50T. A figura ilustra a vista superior da região, onde pode ser observado o campo magnético B que é perpendicular à folha de papel e aponta para cima.

Uma partícula de massa $2,0 \times 10^{-11}$ kg e carga negativa de módulo $2,0\mu\text{C}$ penetra na região pelo ponto A (ilustrado na figura) com uma velocidade cujo módulo possui valor $1,0 \times 10^3$ m/s. A partícula sai da região por um ponto C.

Faça um esboço da trajetória da partícula, posicione o ponto C e calcule a distância entre o ponto A e o ponto C.



GABARITO

CAPÍTULO I

1	a) Maior b) $V = k.(gh)^{1/2}$
2	$5,5 \cdot 10^{-3} \text{kg/m}^3$
3	10^{11}
4	9h
5	D
6	A
7	B
8	D
9	a) $\text{J/m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{s}$ b) $\text{Kg/K} \cdot \text{s}^3$
10	a) $C_B = 2 \cdot C_A$ b) $S_B = 4 \cdot S_A$ c) 200 litros

CAPÍTULO II

1	7s
2	B
3	72km/h
4	2,5km
5	a) 225km b) 50m/s
6	16m/s
7	17,14m/s
8	3000m
9	a) 8s b) 32m
10	$V_M = 2 \cdot V_1 \cdot V_2 / (V_1 + V_2)$

CAPÍTULO III

1	a) 27m
2	a) $1,54 \text{m/s}^2$ b) 77m c) 250m
3	D
4	B
5	50m/s
6	a) 3m/s^2 b) $2,4 \text{m/s}^2$
7	C
8	B
9	120 meses
10	a) 3m/s^2 b) Mais de 5s

CAPÍTULO IV

1	a) 1,2s b) 6m/s c) 1,8m
2	$3/4H$
3	B
4	A
5	D
6	C
7	a) 30s b) 4,5km
8	B
9	a) 10m/s^2 b) 30m/s c) 15m/s^2
10	$2^{1/2}$

CAPÍTULO V

1	D
2	C
3	26/25
4	A
5	C
6	18
7	$2wR/\pi$
8	a) 20cm b) 10Hz
9	$\text{Cos } \theta$
10	2

CAPÍTULO VI

1	a) 2h b) 1km
2	4m/s
3	A
4	E
5	a) 3min b) 10km/h
6	C
7	D
8	A
9	B
10	A

CAPÍTULO VII

1	a) $1,5\text{m/s}^2$ b) Zero c) 2m/s^2
2	a) 900m b) 125m c) 540m
3	E
4	E
5	$30\sqrt{3}$
6	11,25
7	1m
8	a) 0,4m b) 1,6m
9	a) 0,75s b) 32m/s c) 64m/s
10	4

CAPÍTULO VIII

1	a) $1 \cdot 10^6\text{N}$ b) $2,5 \cdot 10^9\text{N}$
2	a) horizontal e para esquerda b) retardado
3	E
4	D
5	D
6	A
7	D
8	B
9	a) $2,0 \cdot 10^{-4}\text{N}$ b) 100
10	a) zero b) m.g
11	a) 125m b) 2000m
12	B
13	D
14	a) 5250N b) 15250N
15	A
16	D
17	$\frac{1}{2}$
18	a) 2m/s^2 b) $-4/3$
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

CAPÍTULO IX

1	a) 200J b) 8N
2	a) 120m b) $1,6 \cdot 10^{-2}\text{N}$
3	A
4	C
5	D
6	C
7	a) 5m/s b) $1,6 \cdot 10^6\text{J}$
8	a) $6 \cdot 10^{-2}\text{J}$ b) nulo
9	a) 10m/s b) 5s
10	a) 90kcal b) 10g
11	C
12	D
13	E
14	0,90J
15	0,45J

CAPÍTULO X

1	$(g \cdot \cotg^2 \alpha) / w^2$
2	a) 60m/s b) 50N
3	C
4	$9,9\text{m/s}^2$
5	$1,3\text{m/s}^2$
6	E
7	a) $\sqrt{R \cdot g}$ b) $m \cdot g \cdot \sqrt{2}$
8	a) 0,30N b) 0,80Hz
9	$\sqrt{30}$ rad/s
10	A
11	a) $\text{tg} \alpha = \frac{v^2}{R \cdot g}$
12	Verificar
13	E
14	$2\sqrt{R \cdot g}$
15	96m

CAPÍTULO XI

1	a) 270N b) 300N
2	a) 40kgf b) 110kgf

3	A
4	55N
5	C
6	B
7	a)240kg b) 3,2kN
8	990N
9	d = d'
10	a)0,9m b) 60N
11	Consegue
12	D

CAPÍTULO XII

1	X = 1,5 e Y = 1,5
2	X = 100 e Y = 50
3	A
4	B
5	C
6	E
7	a)ação e reação b)15/13
8	a)90° b) $\frac{m.v\sqrt{2}}{\Delta t}$
9	V ₁ = 0 e V ₂ = V ₀
10	a)1/2 b) $2\sqrt{2\mu g d}$
11	a)V ₁ = 0 e V ₂ = V ₁ b) 1/3m
12	2400J

CAPÍTULO XIII

1	Não
2	C
3	B
4	a)25 U.A b) 1/5
5	$6\sqrt{2} h$
6	a) $4,2 \cdot 10^{-5} \text{m/s}^2$ b) $1,3 \cdot 10^{-4} \text{N}$
7	C
8	a) $v = \sqrt{\frac{G.M}{R}}$ b) $k = \frac{4\pi^2}{G.M}$
9	B
10	6m

CAPÍTULO XIV

1	E
2	B
3	2

4	B
5	a) $2 \cdot 10^4 \text{N/m}^2$ b) $5 \cdot 10^4 \text{N/m}^2$
6	1atm = 10m
7	$1,6 \cdot 10^4 \text{N/m}^2$
8	D
9	A
10	$5 \cdot 10^3 \text{N/m}^2$
11	1,6m
12	Afunda
13	$0,80 \text{m}^3$
14	acima
15	d = d'

CAPÍTULO XV

1	C
2	B
3	C
4	C
5	C
6	B
7	A
8	E
9	a) $9 \cdot 10^{-3} \text{g}$ b) $2 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
10	80 litros

CAPÍTULO XVI

1	E
2	C
3	E
4	E
5	E
6	a)II b) 2
7	a)90kcal b) 10g
8	a)50 litros b) $2,5 \cdot 10^2 \text{s}$
9	a)80000J b) 1/9
10	30m/s
11	$0,12 \text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$
12	$9 \text{ } ^\circ\text{C}$
13	$12 \text{ } ^\circ\text{C}$
14	3
15	25 J/g

CAPÍTULO XVII

1	E
2	10/3cm
3	2,04 atm
4	B

5	3 atm e 1,2 atm
6	$V_1 = V_0/3$ e $V_2 = 2V_0/3$
7	a) 2/3 litro b) 36atm
8	A
9	D
10	J/mol.K

CAPÍTULO XVIII

1	a) 293K b) $6,1 \cdot 10^2$ J c) 293K
2	a) l b) 80J
3	a) 1220K b) $5 \cdot 10^4$ J
4	a) Recebeu b) 1000J
5	a) 10^{-7} J b) 4,5
6	$\frac{P_0 \cdot V_0}{2}$
7	3000J
8	a) $2 \cdot P_0$ b) $-\frac{3}{4} \cdot P_0 \cdot V_0$
9	a) $Q_A = Q_C$ b) zero
10	D

CAPÍTULO XIX

1	A
2	C
3	A
4	D
5	C
6	$1,5 \cdot 10^8$ km
7	D
8	A
9	a/2
10	$5\sqrt{2}$ m

CAPÍTULO XX

1	a) 120 m
2	17 cm
3	B
4	D
5	D
6	D
7	C
8	a) 7,5 cm b) 30 cm
9	-0,40 m
10	a) E.convexo / virtual b) 16 cm

CAPÍTULO XXI

1	15°
2	$2 \cdot \cos \alpha$
3	Emerge
4	37 °
5	$\sqrt{3}$

6	a) $\text{sen} \alpha > \frac{1}{n}$ b) $\text{sen} \phi < \sqrt{n^2 - 1}$
7	a) 1,2 b) 0,5 m
8	A
9	a) $n_2 = 1,56$ b) Reflexão total
10	30°

CAPÍTULO XXII

1	a) a 80 cm do objeto b) +16 cm
2	10 cm
3	B
4	D
5	a) 20 cm b) 15 cm
6	20 cm
7	25 cm
8	E
9	E
10	a) convergente b) 25 cm

CAPÍTULO XXIII

1	A
2	D
3	4,3 m/s
4	C
5	D
6	E
7	1/3
8	a) vidro ar b) $\frac{1}{4}$
9	a) 1 b) 2/3
10	a) 1 b) 2/3

CAPÍTULO XXIV

1	68 cm
2	D
3	C
4	Maior
5	D
6	1/3
7	A
8	$3,4 \cdot 10^3$ Hz
9	B
10	C

CAPÍTULO XXV

1	A
2	E
3	E
4	III
5	A
6	C

9	a) 0,48 A b) 40,5 J
10	D

CAPÍTULO XXXIII

1	a) (2a, 0) b) $V = \frac{q}{m \cdot a \cdot B}$
2	D
3	A
4	a) $1,6 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ b) circular c) zero
5	a) I (Elétron) II (Pósitron) b) R.M.E
6	a) positiva b) $\frac{m_2}{m_1} = \frac{R_2}{R_1}$
7	b) 300
8	$\frac{R_1}{R_2}$
9	E
10	zero