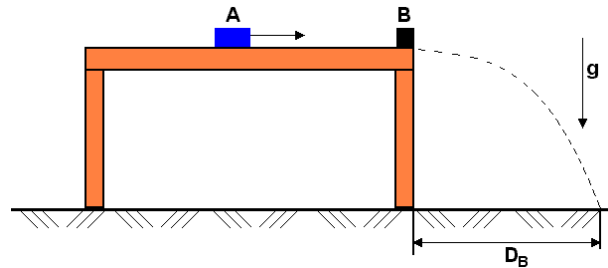


FUVEST 2002

09/01/2002
Física

Q.01

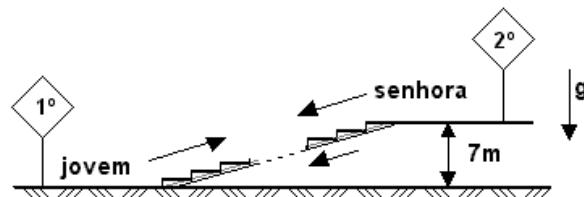
Em um jogo, um pequeno bloco A, de massa M , é lançado com velocidade $V_0 = 6,0$ m/s sobre a superfície de uma mesa horizontal, sendo o atrito desprezível. Ele atinge, no instante $t_0 = 0$, o bloco B, de massa $M/2$, que estava parado sobre a borda da mesma mesa, ambos indo ao chão. Devido ao choque, o bloco B, decorridos $0,40$ s, atinge um ponto, no chão, a uma distância $D_B = 2,0$ m, ao longo da direção horizontal, a partir da extremidade da mesa. Supondo que nesse choque **não** tenha havido conservação de energia cinética e que os blocos tenham iniciado a queda no mesmo instante:



- Determine a distância horizontal D_A , em metros, ao longo da direção horizontal, entre a posição em que o bloco A atinge o chão e a extremidade da mesa.
- Represente, no sistema de eixos da folha de resposta, a velocidade vertical V_V de cada um dos blocos, em função do tempo, após o choque, identificando por A e B cada uma das curvas.

Q.02

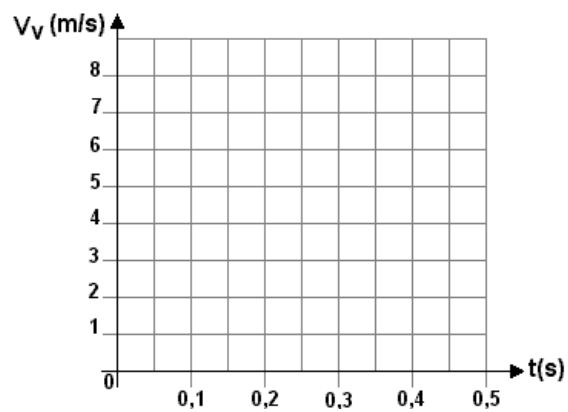
Um jovem **sobe** correndo, com velocidade constante, do primeiro ao segundo andar de um *shopping*, por uma larga escada rolante **de descida**, ou seja, sobe “na contramão”. No instante em que ele começa a subir, uma senhora, que está no segundo andar, toma a mesma escada para descer normalmente, mantendo-se sempre no mesmo degrau. Ambos permanecem sobre essa escada durante 30 s, até que a senhora, de massa $M_s = 60$ kg, desça no primeiro andar e o rapaz, de massa $M_j = 80$ kg, chegue ao segundo andar, situado $7,0$ m acima do primeiro.



Supondo desprezíveis as perdas por atrito, determine:

- A potência P , em watts, que a senhora cede ao sistema da escada rolante, enquanto permanece na escada.
- O número N de degraus que o jovem de fato subiu para ir do 1° ao 2° andar, considerando que cada degrau mede 20 cm de altura.
- O trabalho T , em joules, realizado pelo jovem, para ir do 1° ao 2° andar, na situação descrita.

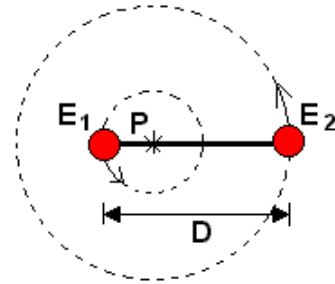
Q.01



Q.02

Q.03

Um astrônomo, ao estudar uma estrela dupla E_1 - E_2 , observou que ambas executavam um movimento em torno de um mesmo ponto P , como se estivessem ligadas por uma barra imaginária. Ele mediu a distância D entre elas e o período T de rotação das estrelas, obtendo $T = 12$ dias. Observou, ainda, que o raio R_1 , da trajetória circular de E_1 , era três vezes menor do que o raio R_2 , da trajetória circular de E_2 . Observando essas trajetórias, ele concluiu que as massas das estrelas eram tais que $M_1 = 3 M_2$. Além disso, supôs que E_1 e E_2 estivessem sujeitas apenas à força gravitacional entre elas. A partir das medidas e das considerações do astrônomo:

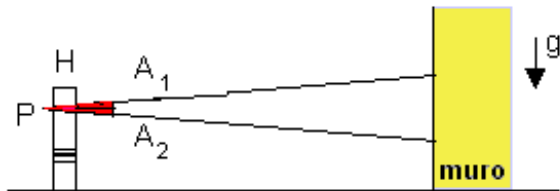


- Indique as posições em que E_1 e E_2 estariam, quinze dias após uma observação em que as estrelas foram vistas, como está representado no esquema da folha de respostas. Marque e identifique claramente as novas posições de E_1 e E_2 no esquema da folha de respostas.
- Determine a razão $R = V_2/V_1$ entre os módulos das velocidades lineares das estrelas E_2 e E_1 .
- Escreva a expressão da massa M_1 da estrela E_1 , em função de T , D e da constante universal da gravitação G .

A força de atração gravitacional F_G entre dois corpos, de massas M_1 e M_2 , é dada por $F_G = G M_1 M_2 / D^2$, onde G é a constante universal da gravitação e D , a distância entre os corpos.

Q.04

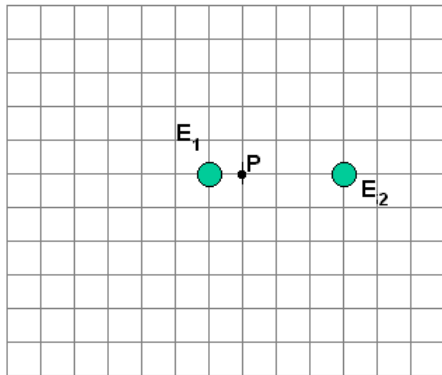
Um pequeno holofote H , que pode ser considerado como fonte pontual P de luz, projeta, sobre um muro vertical, uma região iluminada, circular, definida pelos raios extremos A_1 e A_2 . Desejando obter um efeito especial, uma lente convergente foi introduzida entre o holofote e o muro. No esquema, apresentado na folha de resposta, estão indicadas as posições da fonte P , da lente e de seus focos f . Estão também representados, em tracejado, os raios A_1 e A_2 , que definem verticalmente a região iluminada antes da introdução da lente.



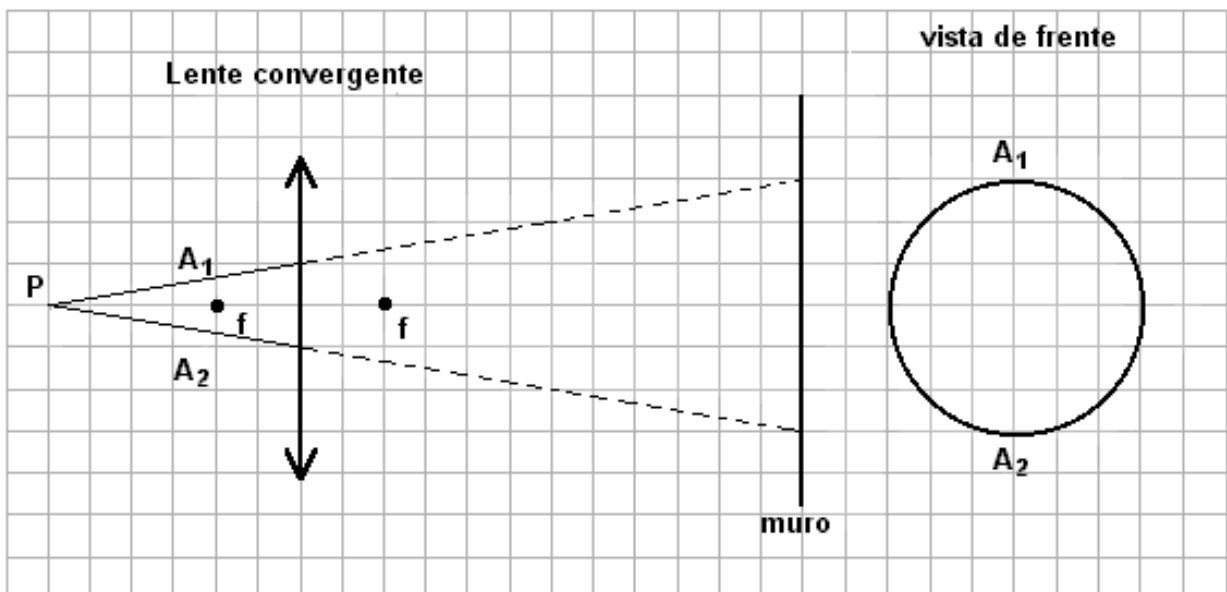
Para analisar o efeito causado pela lente, represente, no esquema da folha de resposta:

- O novo percurso dos raios extremos A_1 e A_2 , identificando-os, respectivamente, por B_1 e B_2 . (Faça, a lápis, as construções necessárias e, com caneta, o percurso solicitado).
- O novo tamanho e formato da região iluminada, na representação vista de frente, assinalando as posições de incidência de B_1 e B_2 .

Q.03

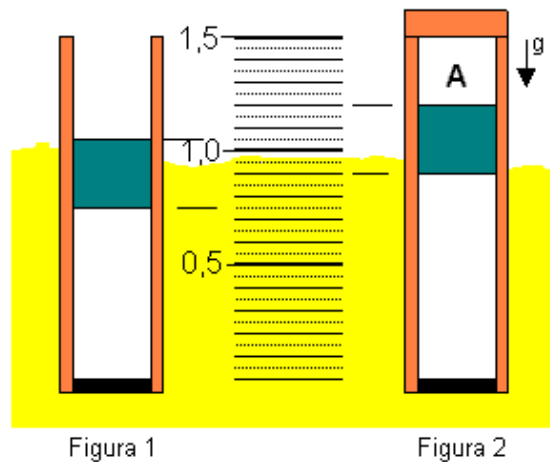


Q.04



Q.05

Um cilindro, com comprimento de 1,5 m, cuja base inferior é constituída por um bom condutor de calor, permanece semi-imerso em um grande tanque industrial, ao nível do mar, podendo ser utilizado como termômetro. Para isso, dentro do cilindro, há um pistão, de massa desprezível e isolante térmico, que pode mover-se sem atrito. Inicialmente, com o ar e o líquido do tanque à temperatura ambiente de 27°C, o cilindro está aberto e o pistão encontra-se na posição indicada na figura 1. O cilindro é, então, fechado e, a seguir, o líquido do tanque é aquecido, fazendo com que o pistão atinja uma nova posição, indicada na figura 2.



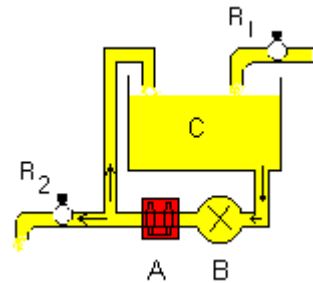
Supondo que a temperatura da câmara superior **A** permaneça sempre igual a 27°C, determine:

- A pressão final P_1 , em Pa, na câmara superior **A**.
- A temperatura final T_f do líquido no tanque, em °C ou em K.

Ao nível do mar:
 $P_{\text{atm}} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$
 $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

Q.06

Uma caixa d'água **C**, com capacidade de 100 litros, é alimentada, através do registro R_1 , com água fria a 15°C, tendo uma vazão regulada para manter sempre constante o nível de água na caixa. Uma bomba **B** retira 3 ℓ/min de água da caixa e os faz passar por um aquecedor elétrico **A** (inicialmente desligado). Ao ligar-se o aquecedor, a água é fornecida, à razão de 2 ℓ/min, através do registro R_2 , para uso externo, enquanto o restante da água aquecida retorna à caixa para não desperdiçar energia.



No momento em que o aquecedor, que fornece uma potência constante, começa a funcionar, a água, que entra nele a 15°C, sai a 25°C. A partir desse momento, a temperatura da água na caixa passa então a aumentar, estabilizando-se depois de algumas horas. Desprezando perdas térmicas, determine, após o sistema passar a ter temperaturas estáveis na caixa e na saída para o usuário externo:

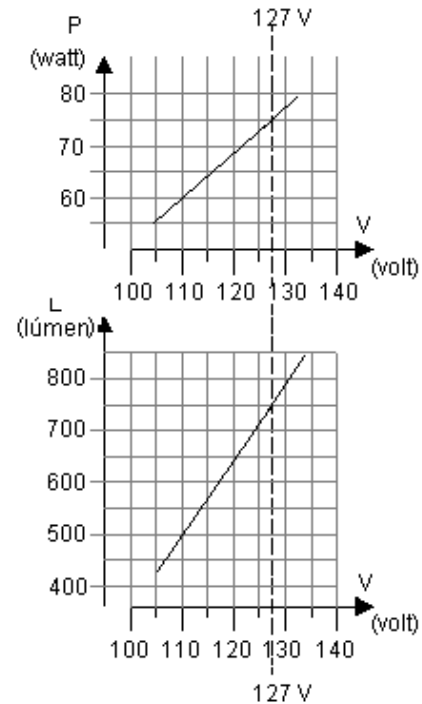
- A quantidade de calor Q , em J, fornecida a cada minuto pelo aquecedor.
- A temperatura final T_2 , em °C, da água que sai pelo registro R_2 para uso externo.
- A temperatura final T_c , em °C, da água na caixa.

Q.07

Os gráficos, apresentados ao lado, caracterizam a potência P , em watt, e a luminosidade L , em lúmen, em função da tensão, para uma lâmpada incandescente. Para iluminar um salão, um especialista programou utilizar 80 dessas lâmpadas, supondo que a tensão disponível no local seria de 127 V. Entretanto, ao iniciar-se a instalação, verificou-se que a tensão no local era de 110 V. Foi necessário, portanto, um novo projeto, de forma a manter a mesma luminosidade no salão, com lâmpadas desse mesmo tipo.

Para esse novo projeto, determine:

- O número N de lâmpadas a serem utilizadas.
- A potência adicional P_A , em watts, a ser consumida pelo novo conjunto de lâmpadas, em relação à que seria consumida no projeto inicial.

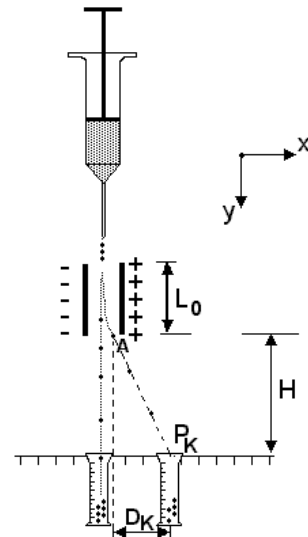


Q.08

Um selecionador eletrostático de células biológicas produz, a partir da extremidade de um funil, um jato de gotas com velocidade V_{0y} constante. As gotas, contendo as células que se quer separar, são eletrizadas. As células selecionadas, do tipo K, em gotas de massa M e eletrizadas com carga $-Q$, são desviadas por um campo elétrico uniforme E , criado por duas placas paralelas carregadas, de comprimento L_0 . Essas células são recolhidas no recipiente colocado em P_K , como na figura.

Para as gotas contendo células do tipo K, utilizando em suas respostas apenas Q , M , E , L_0 , H e V_{0y} , determine:

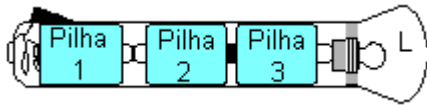
- A aceleração horizontal A_x dessas gotas, quando elas estão entre as placas.
- A componente horizontal V_x da velocidade com que essas gotas saem, no ponto A, da região entre as placas.
- A distância D_K , indicada no esquema, que caracteriza a posição em que essas gotas devem ser recolhidas.



(Nas condições dadas, os efeitos gravitacionais podem ser desprezados).

Q.09

As características de uma pilha, do tipo PX, estão apresentadas no quadro ao lado, tal como fornecidas pelo fabricante. Três dessas pilhas foram colocadas para operar, em série, em uma lanterna que possui uma lâmpada **L**, com resistência constante $R_L = 3,0 \Omega$. Por engano, uma das pilhas foi colocada invertida, como representado abaixo:

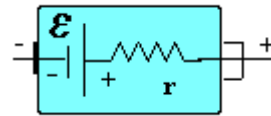


Determine:

- A corrente **I**, em ampères, que passa pela lâmpada, com a pilha 2 “invertida”, como na figura.
- A potência **P**, em watts, dissipada pela lâmpada, com a pilha 2 “invertida”, como na figura.
- A razão $F = P/P_0$, entre a potência **P** dissipada pela lâmpada, com a pilha 2 “invertida”, e a potência **P**₀, que seria dissipada, se todas as pilhas estivessem posicionadas corretamente.

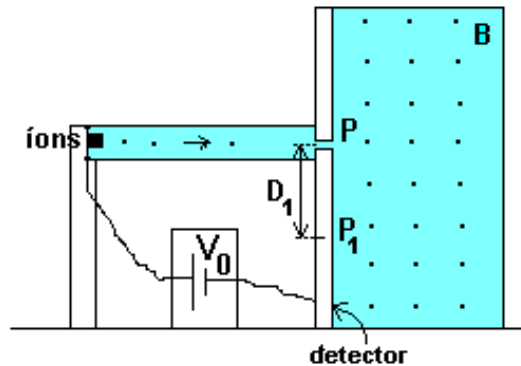
Uma pilha, do tipo PX, pode ser representada, em qualquer situação, por um circuito equivalente, formado por um gerador ideal de força eletromotriz

$\mathcal{E} = 1,5 \text{ V}$ e uma resistência interna $r = 2/3 \Omega$, como representado no esquema abaixo



Q.10

Um espectrômetro de massa foi utilizado para separar os íons **I1** e **I2**, de mesma carga elétrica e massas diferentes, a partir do movimento desses íons em um campo magnético de intensidade **B**, constante e uniforme. Os íons partem de uma fonte, com velocidade inicial nula, são acelerados por uma diferença de potencial **V**₀ e penetram, pelo ponto **P**, em uma câmara, no vácuo, onde atua apenas o campo **B** (perpendicular ao plano do papel), como na figura. Dentro da câmara, os íons **I1** são detectados no ponto **P**₁, a uma distância **D**₁ = 20 cm do ponto **P**, como indicado na figura. Sendo a razão m_2/m_1 , entre as massas dos íons **I2** e **I1**, igual a 1,44, determine:



- A razão entre as velocidades V_1/V_2 com que os íons **I1** e **I2** penetram na câmara, no ponto **A**.
- A distância **D**₂, entre o ponto **P** e o ponto **P**₂, onde os íons **I2** são detectados.

(Nas condições dadas, os efeitos gravitacionais podem ser desprezados).

Uma partícula com carga **Q**, que se move em um campo **B**, com velocidade **V**, fica sujeita a uma força de intensidade $F = QV_n B$, normal ao plano formado por **B** e **V**_n, sendo **V**_n a componente da velocidade **V** normal a **B**.

ATENÇÃO

ESTE CADERNO CONTÉM 10 (DEZ) QUESTÕES. VERIFIQUE SE ESTÁ COMPLETO.
DURAÇÃO DA PROVA: 3 (TRÊS) HORAS.

VERIFIQUE SE NA PÁGINA CORRESPONDENTE À RESPOSTA DAS QUESTÕES 01, 03 e 04 APARECE UM DESENHO PRÉ-IMPRESSO. SE FALTAR, PEÇA AO FISCAL A SUBSTITUIÇÃO DA PÁGINA.

- A correção de uma questão será restrita somente ao que estiver apresentado no espaço correspondente, na folha de resposta, à direita da questão. É indispensável indicar a resolução das questões, não sendo suficiente apenas escrever as respostas.
 - Há espaço para rascunho, tanto no início quanto no final deste caderno.
-

Quando necessário, adote:

aceleração da gravidade na Terra = $g = 10 \text{ m/s}^2$

massa específica (densidade) da água = 1.000 kg/m^3

velocidade da luz no vácuo = $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

calor específico da água $\cong 4 \text{ J}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{g})$; (1 caloria $\cong 4$ joules)

RASCUNHO
