

Nome:

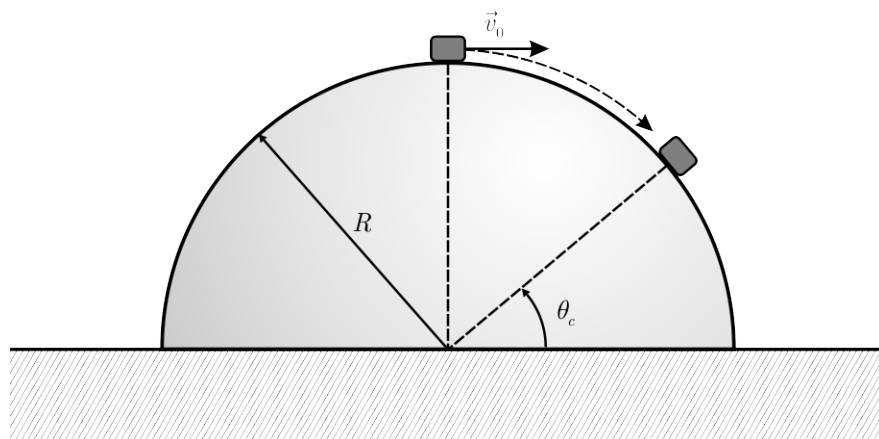
RG ou CPF:

1. Um pequeno bloco é impulsionado com uma velocidade horizontal \vec{v}_0 a partir do topo de um hemisfério esférico de raio R , como mostra a figura.

Se o bloco deslizar sem

atrito sobre o hemisfério, mostre que ele perderá contato com o hemisfério em um ângulo

θ_c (com a horizontal) dado por:



$$\theta_c = \arcsen\left(\frac{2}{3} + \frac{v_0^2}{3gR}\right),$$

onde g é a aceleração da gravidade.



Nome:

RG ou CPF:

2. Uma gota de orvalho esférica de massa m_0 flutua no ar e se move horizontalmente com velocidade de módulo v_0 , no sentido x positivo, em MRU. Suponha que, a partir de certo instante $t = t_0$, essa gota seja atingida pela radiação solar e comece a perder massa exponencialmente, ou seja, tal que $m(t) = m_0 e^{-\beta(t-t_0)}$, onde β é uma constante que indica a rapidez com a qual a massa é perdida no transcorrer do tempo. Supondo que seu movimento continue sendo apenas na direção horizontal, mostre que a velocidade passa a aumentar exponencialmente com o tempo, a partir de $t = t_0$, ou seja:

$$v(t) = v_0 e^{\beta(t-t_0)}, t \geq t_0.$$



Nome:

RG ou CPF:

3. Um tonel cilíndrico com 80 cm de altura, totalmente cheio de grãos, flutua em água parada, em posição vertical, de modo que 18 % de sua altura permanece emerso. Todavia, posicionado na posição vertical e colocado em um rio, o mesmo tonel flutua menos, ou seja, um percentual menor de sua altura mantém-se emerso. A velocidade da correnteza aumenta com a profundidade, sendo seu valor na superfície igual a 0,5 m/s, e 1,5 m/s logo abaixo do fundo do tonel. Determine quantos centímetros da altura do tonel que ficam emersos nesta nova situação. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Nome:

RG ou CPF:

4. Um planeta de massa m descreve uma órbita elíptica de excentricidade $\varepsilon = 0,20$ em torno de uma estrela de massa $M \gg m$, sendo $M = 2,0 \times 10^{30}$ kg. É desprezível a influência de quaisquer outros astros (planetas ou estrelas) sobre o planeta, comparada à influência da estrela à qual ele está ligado. No ponto mais próximo da estrela, a 200.000 km da mesma, o planeta move-se a 30 km/s. Determine:
- o valor da velocidade do planeta quando este passa pelo ponto mais distante da estrela; e
 - o trabalho realizado pelo campo gravitacional da estrela, sobre o planeta, quando este se move do ponto mais próximo para o ponto mais distante da estrela.

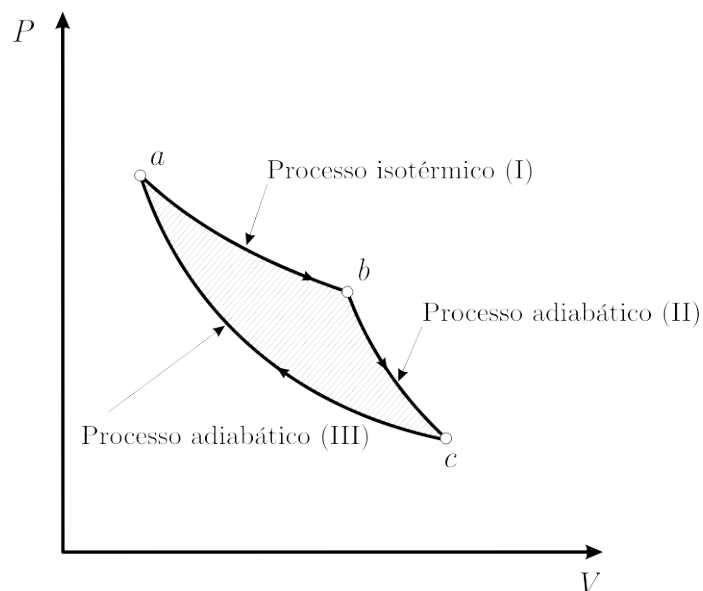
Dados: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg² e a definição de excentricidade de uma elipse,

$$\varepsilon \equiv \frac{\text{distância centro} - \text{foco}}{\text{semi-eixo maior}}$$

Nome:

RG ou CPF:

5. Ao lado está representado um ciclo termodinâmico em um sistema qualquer (não considere casos particulares como, por exemplo, o de um gás ideal). Ele se constitui em um processo isotérmico (I) e dois processos adiabáticos (II e III), que finalizam o ciclo. Suponha que o ciclo seja realizado no sentido horário, como mostra a figura. Discuta, justificando sua resposta com argumentos físicos, se este é um ciclo possível de ser feito.





Nome:

RG ou CPF:

6. Uma partícula dotada de carga $q = 10^{-5}$ C e massa $m = 0,1$ g encontra-se em repouso na posição $(1,0 \text{ m}; 0,0 \text{ m}; 0,0 \text{ m})$ quando, no instante $t_0 = 0$, passa a atuar um campo magnético uniforme expresso, em gauss ($1 \text{ gauss} = 10^{-4} \text{ T}$), por:

$$\vec{B}(t) = -3t \vec{e}_z,$$

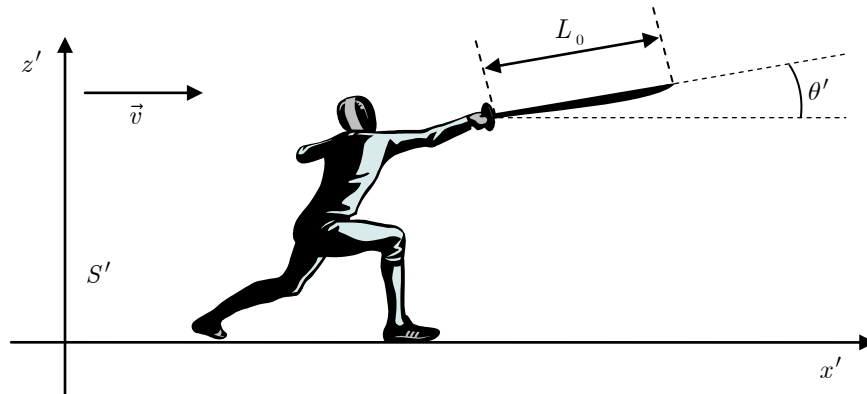
onde \vec{e}_z é o vetor unitário do eixo z do sistema de coordenadas usado. Suponha que o campo magnético exista apenas em uma região limitada cilíndrica de raio 2 m e centrada no eixo z .

- Descreva qualitativamente, mas detalhadamente, a trajetória seguida pela partícula para $t \geq 0$. Preferencialmente inclua um desenho correspondente;
- Determine o módulo da aceleração da partícula no instante t_0 ;
- Quanto vale o trabalho realizado pelo campo \vec{B} até o instante $t = 3$ s? Justifique sua resposta.

Nome:

RG ou CPF:

7. Um homem fixo em um sistema de coordenadas inercial S observa um espadachim fixo em outro sistema inercial S' , como mostra a figura a seguir. Suponha que, do ponto de vista do espadachim, a espada



possua comprimento próprio L_0 e esteja orientada em um ângulo θ' com a direção horizontal.

- a) Mostre que, para o homem fixo em S , o ângulo medido θ pode ser obtido a partir de θ' pela relação:

$$\tan \theta = \gamma \tan \theta',$$

onde γ é o fator relativístico de Lorentz.

- b) Mostre, ainda, que o comprimento L da espada medido pelo homem fixo em S é dado por

$$L = \left(\frac{\cos^2 \theta'}{\gamma^2} + \sin^2 \theta' \right)^{1/2} L_0.$$



Nome:

RG ou CPF:

8. Considere um feixe luminoso monocromático de comprimento de onda $\lambda = 5.000$ angstroms que incide perpendicularmente em um pedaço de cartolina plano e negro, com área de 1 m^2 . O feixe, com intensidade luminosa de 10 W/m^2 é totalmente absorvido (sem sofrer qualquer reflexão) pelo cartão. Determine:
- a) o tempo (em anos) que seria necessário esperar para que a massa do cartão aumentasse em um grama;
 - b) a inércia de cada fóton desse feixe luminoso;
 - c) o número de fótons que atinge a placa inteira durante cada segundo.

Dados: a constante de Planck vale $6,67 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ e 1 angstrom equivale a 10^{-10} metro.



Nome:

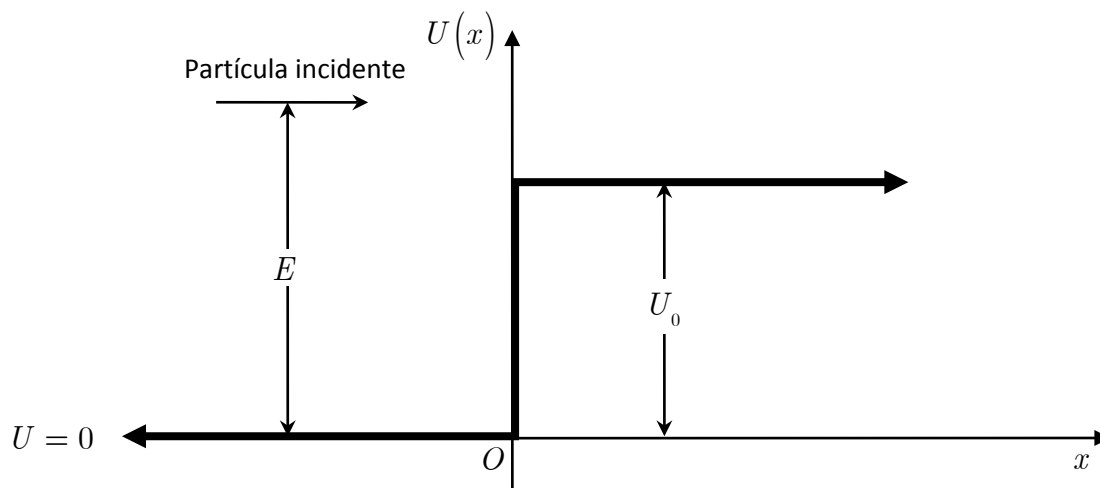
RG ou CPF:

9. A luz proveniente de uma lâmpada de sódio incide perpendicularmente e atravessa uma rede de difração com 1.000 fendas por milímetro. O padrão de interferência e difração visto em uma tela posicionada atrás da rede contém, além do máximo central, apenas duas franjas amarelas centradas a 72,88 cm e a 73,00 cm do máximo central. Determine, em nanômetros, os comprimentos de onda correspondentes às duas franjas amarelas.

Nome:

RG ou CPF:

10. Partículas incidentes da esquerda encontram um “degrau” na energia potencial (aumento abrupto da mesma), como mostra a figura abaixo.



O degrau tem uma “altura” U_0 e as partículas têm energia $E > U_0$. Classicamente se espera que todas as partículas consigam passar pelo degrau, embora com velocidade reduzida. De acordo com a Física Quântica, uma fração das partículas é refletida pela barreira. Mostre que a probabilidade de reflexão, para uma incidência frontal, é dada por

$$R = \left(\frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} \right)^2,$$

onde $k_1 = \sqrt{2mE} / \hbar$ é o vetor de onda associado à partícula na região 1 (onde $U = 0$) e $k_2 = \sqrt{2m(E - U_0)} / \hbar$ é o vetor de onda associado à partícula na região 2.

Dado: equação de Schrödinger independente do tempo: $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi}{dx^2} + V\psi = E\psi$.