

OLIMPIADAS DE FÍSICA

Seleccção para as provas internacionais

1 de Junho de 2001

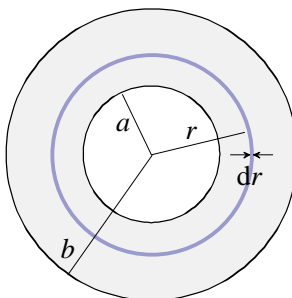
Prova Teórica

Duração da prova: 3H

I. Vários tópicos

Este problema é constituído por várias alíneas sem qualquer ligação entre si.

- a) Em 2100, o record do mundo do salto à vara será de 7,5 m. Fazer uma estimativa do record do mundo na corrida de 100 m livres.
- b) Num anel de raio interno a e externo b existe uma corrente I uniforme que flui no sentido dos ponteiros do relógio. Determinar o campo magnético no centro do disco (sugestão: dividir o disco em espiras de espessura infinitesimal dr e somar a contribuição de todas essas espiras).



- c) Mostrar que para um viajante humano, embora com um tempo de vida limitado como bem sabemos, não há limite relativamente à distância que pode percorrer, pese ainda o facto de a velocidade a que ele se pode deslocar ter um limite superior (que é c , a velocidade da luz).
- d) Um gás ideal ocupa um volume de $4,00 \text{ m}^3$ a uma pressão de $8,00 \text{ atm}$ ($1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$) e a uma temperatura de 400 K . Expande-se o gás até à pressão final de $1,00 \text{ atm}$. Calcular a temperatura e o volume finais, o trabalho realizado, o calor absorvido e a variação de energia interna para uma expansão isotérmica.

- e) Um disco (raio R e momento de inércia I em relação ao seu eixo) roda no plano horizontal, no sentido dos ponteiros do relógio, em torno do seu eixo com velocidade angular ω_0 . Uma partícula de massa m move-se na borda do disco, com velocidade linear de módulo constante, v ($v > \omega_0 R$), em relação à terra, mas no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio. Num certo instante a partícula, devido unicamente a forças internas ao sistema disco-partícula, varia a sua velocidade, terminando parada relativamente ao disco. Determinar a nova velocidade angular de rotação.
- f) Duas fendas estreitas são iluminadas pela luz amarela de sódio ($\lambda = 589 \text{ nm}$). Num alvo a 1 m de distância formam-se riscas espaçadas de 1 cm. Determinar a distância entre as duas fendas.

II. Experiência de Rutherford (a uma dimensão)

Uma partícula α (massa m), com energia cinética E , colide com um núcleo de ouro (massa M). A colisão é frontal e governada pela interacção de Coulomb entre as cargas do núcleo de hélio ($2|e|$) e do ouro ($Z|e|$). A energia potencial de interacção entre duas cargas Q e Q' , separadas de uma distância r é $U = k_0 QQ' / r$.

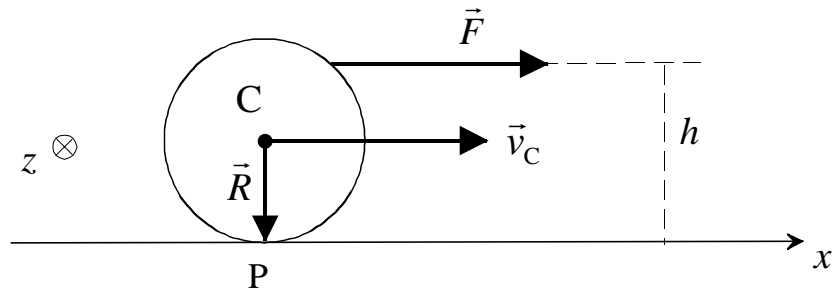
- a) Supor que M é muito maior do que m , podendo considerar-se que a massa do ouro é infinita. Determinar a distância de aproximação máxima da partícula α .

A partir de agora considerar sempre finita a massa M .

- b) Escrever a expressão que relaciona a velocidade de recuo do núcleo de ouro, que designamos por V , com a velocidade da partícula α em qualquer instante, que se designa por v .
- c) Determinar a distância d de aproximação máxima entre as duas partículas. Obter as velocidades das partículas nesse momento.
- d) Determinar a distância entre as partículas, d' , no instante em que a partícula α volta para trás. Quais são as velocidades das partículas nesse mesmo instante?
- e) Calcular as velocidades das partículas no final da colisão.
- f) Taçar, num mesmo gráfico, a velocidade de cada uma das partículas em função da separação entre elas.

III. Cilindro rolante

A figura representa um cilindro homogéneo de massa m e raio R sobre uma superfície horizontal. Designa-se por $\vec{\omega}$ a velocidade angular de rotação em torno do eixo do cilindro ($\vec{\omega} = \omega \vec{e}_z$, $\omega > 0$ se o cilindro rodar no sentido dos ponteiros do relógio). Aplica-se ao cilindro (que está inicialmente em repouso) uma força horizontal constante \vec{F} cujo ponto de aplicação se situa a uma altura h da superfície horizontal.



- Relacionar as velocidades lineares \vec{v}_P e \vec{v}_C dos pontos P, C (centro de massa) e a velocidade angular $\vec{\omega}$. Escrever a relação entre v_C e ω para que o cilindro role sem escorregar.
- Escrever as equações de movimento para a rotação e a translação do cilindro e obter uma expressão que relacione o valor da força de atrito, \vec{f} , com a altura h na situação em que o cilindro rola sem escorregar. Traçar o gráfico da função $f = f(h)$. Pode o cilindro rolar sem escorregar se não houver força de atrito?
- Obter o coeficiente de atrito mínimo em função da altura h , para que o cilindro role sem escorregar.
- Encontrar os possíveis pontos de aplicação da força \vec{F} e determinar os coeficientes de atrito cinético para que o cilindro não tenha movimento de rotação mas unicamente de translação.