

OLIMPIADAS DE FÍSICA

Seleção para as provas internacionais

22 de Maio de 1998

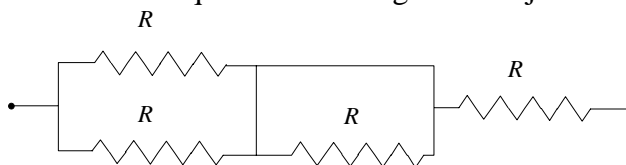
Prova Teórica

Duração da prova: 3H

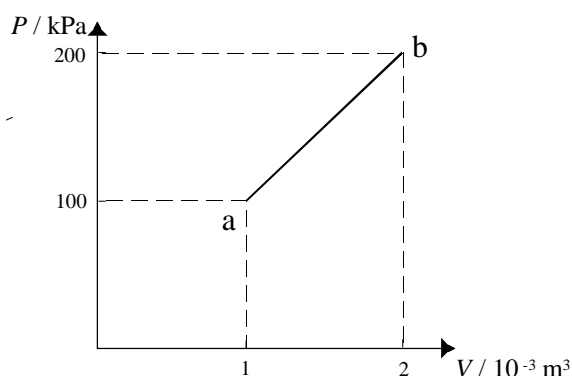
I. Vários tópicos

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

- a) Determina a resistência equivalente ao seguinte conjunto de resistências:



- b) Um fotão de frequência ν “cai” num poço de altura l (que se pode considerar pequena). Calcula a sua energia quando atinge a base do poço (exprime o resultado em função de ν , l , da constante de Planck, da velocidade da luz e da aceleração da gravidade, g).
- c) Um gás perfeito realiza o processo representado na figura. No processo ab o fluxo de calor para o sistema é 600 J. Determina, em joules, o trabalho no processo ab e a variação de energia interna. Mostra que se trata de um gás monoatômico. Determina, em função da constante (molar) dos gases perfeitos, R , a capacidade térmica molar média no processo ab.

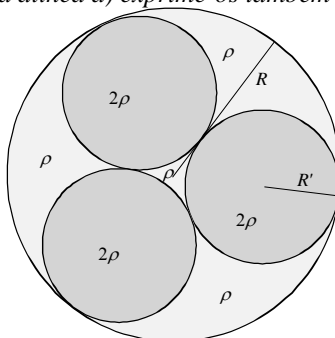


- d) Uma partícula relativista, x , de massa em repouso m_0 e momento linear $p \hat{e}_x$ colide *frontalmente* com outra partícula idêntica que está inicialmente em repouso. Em resultado da colisão forma-se uma nova partícula X, de acordo com a reacção $x + x \rightarrow X$. Determina o momento linear e a massa em repouso da nova partícula X.

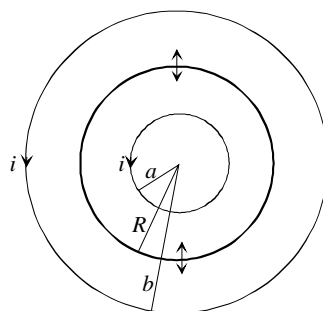
II. Electromagnetismo

1. Considera a distribuição de carga eléctrica representada na figura formada por três esferas pequenas e outra maior. A densidade de carga eléctrica nas várias regiões do espaço está indicada na figura, sendo ρ uma constante. O raio da esfera maior é R e o de cada uma das esferas menores é R' .
 - a) Determina a relação entre R e R' .
 - b) Calcula a carga total da distribuição.
 - c) Calcula o campo eléctrico no centro da esfera maior e no centro de uma das esferas menores.

Nota: os resultados das alíneas b) e c) devem ser expressos em função de R e de ρ . No caso de não teres resolvido a alínea a) exprime-os também em função de R' .

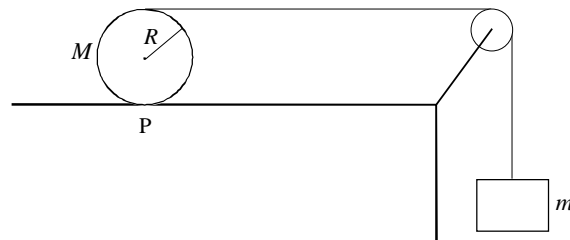


2. O campo de indução magnética, B , produzido por um solenóide muito longo é nulo no seu exterior e igual a $\mu_0 n i$ no interior (n é o número de espiras por unidade de comprimento e i é a corrente no solenóide), apontando na direcção do seu eixo. Considera dois solenóides coaxiais muito longos de raios a e b , respectivamente ($a < b$), percorridos pela mesma corrente constante i , fluindo no mesmo sentido.
 - a) Obtém o campo de indução magnética criado pelos dois solenóides em todo o espaço.
 - b) Uma partícula de massa m e carga eléctrica Q é lançada de um ponto do eixo com velocidade de grandeza v e perpendicularmente a esse eixo. Determina a mínima corrente (comum a cada um dos solenóides) que permite manter a partícula dentro do solenóide interior sem colidir com a sua parede.
 - c) Considera uma espira condutora de raio R ($a < R < b$) a executar oscilações no plano vertical com certa frequência, para cima e para baixo, como mostra a figura, sem nunca tocar as paredes dos solenóides. Mostra que, nestas condições, não há força electromotriz induzida na espira.



III. Disco rolante

Um disco de massa $M=4$ kg e raio $R=0,5$ m (momento de inércia $\frac{1}{2}MR^2$) tem enrolado à sua volta (sem escorregar) um fio inextensível e de massa desprezável. O disco está assente sobre uma mesa e a extremidade livre do fio está ligada a um bloco de massa $m=3$ kg. Como mostra a figura, o fio passa por uma roldana que tem massa desprezável. Quando o bloco é largado o disco roda sem escorregar sobre a superfície horizontal. Nota: o momento de inércia em relação ao eixo instantâneo de rotação P é, de acordo com o teorema dos eixos paralelos, $\frac{3}{2}MR^2$.



- Desenha todas as forças aplicadas ao disco e ao bloco.
- Calcula a aceleração do bloco ($g=10$ m/s²).
- Obtém o coeficiente de atrito mínimo entre o bloco e a mesa para que o disco possa rolar sem escorregar.
- Determina a velocidade angular do disco em relação ao centro de massa, 1 s após se ter iniciado o movimento.
- Verifica que a energia mecânica do sistema nesse instante é igual à energia mecânica no instante inicial.