

OLIMPIÁDAS DE FÍSICA

Seleção para as provas internacionais

30 de Maio de 1997

Prova Teórica

Duração da prova: 3h00

PROBLEMA 1

1.1 Estrela de Neutrões

Depois da explosão de uma supernova, pode originar-se uma estrela de neutrões cuja massa M é sensivelmente igual à massa do Sol ($M \approx M_{\text{SOL}} \approx 2 \times 10^{30} \text{ kg} \approx 3,33 \times 10^5 M_{\text{TERRA}}$) e raio $R \approx 10 \text{ km} \approx 1,57 \times 10^{-3} R_{\text{TERRA}}$.

- Qual é a aceleração da gravidade à superfície dessa estrela em unidades de g ? Quanto pesaria um homem de massa $m=70 \text{ kg}$ à superfície dessa estrela de neutrões?
- Considere que o neutrino ν_e tem massa em repouso nula. Tal como para o fóton, a sua energia é dada por $E=h\nu$, onde h é a constante de Planck e ν sua frequência. Um neutrino é emitido à superfície da estrela com uma frequência ν_0 . Determina a frequência desse neutrino a uma distância muito grande da estrela.

II. Disco que roda

Um disco horizontal roda no sentido dos ponteiros do relógio em torno de um eixo vertical que passa pelo seu centro. Não há atrito entre o disco e o eixo. O momento de inércia do disco é I e a sua velocidade angular, relativamente à terra, é ω_0 . Uma partícula P, de massa m , move-se na borda do disco, com velocidade linear de módulo constante, v , também em relação à terra, mas no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio ($v > \omega_0 R$, com R o raio do disco). Num certo instante a partícula, devido unicamente a forças internas ao sistema disco-partícula, varia a sua velocidade, terminando parada relativamente ao disco.

- Obtém a nova velocidade angular de rotação do disco.
- Mostra se houve, ou não, conservação da energia mecânica.

PROBLEMA 2

2.1 Distribuições cilíndricas de cargas

- a) Considere um cilindro de raio R , muito longo, uniformemente carregado com a carga q num comprimento L . Obtenha campo eléctrico em pontos tais que $r \leq R$ (r é a coordenada cilíndrica).
- b) Considere agora a figura seguinte onde as partes a tracejado, cada uma de área A , representam as secções transversais de duas distribuições uniformes de carga, isoladas uma da outra. As distribuições de carga são infinitas na direcção perpendicular às secções representadas e existe a carga Q num comprimento L de C_+ . Em C_- a carga é simétrica da carga em C_+ . As secções transversais das distribuições são limitadas, no plano yz por arcos de circunferência de raio R , sendo também R a distância entre os seus centros. Determine o campo eléctrico na região entre as distribuições de cargas.

2.2 Campo entre espiras circulares

Considere duas espiras circulares colocadas paralelamente e percorridas pela corrente I nos sentidos indicados, como mostra a figura. O raio de cada espira é a e a linha que une os seus centros, igualmente distanciados de a , é perpendicular ao plano das duas espiras.

- a) Obtenha o campo de indução magnético, \mathbf{B} , nos pontos da linha que une os centros das espiras situados entre elas (eixo x). Determine a variação máxima do módulo de \mathbf{B} na região $0,3 a \leq x \leq 0,7 a$ relativamente ao seu valor no ponto médio, $x=a/2$.
- b) Considere agora uma espira quadrada, de lado igual a $a/5$, inicialmente num plano vertical paralelo ao das espiras circulares que passa pelo ponto $x=a/2$. A espira começa a oscilar em torno do eixo horizontal α que passa pelo seu centro e é paralelo a dois lados do quadrado como mostra a figura. O ângulo que o plano da espira quadrada forma com o plano vertical que inicialmente continha a espira é θ e a variação deste ângulo com o tempo é dada pela expressão $\theta(t)=\theta_0 \sin \omega t$. Obtenha a força electromotriz induzida na espira quadrada (nota que a espira quadrada está interrompida). Considere que o campo é uniforme na região de oscilação e tome o valor do campo em $x=a/2$.

PROBLEMA 3

3.1 Nave espacial

Uma nave espacial (referencial S') desloca-se com velocidade $v=0,5c$ relativamente à Terra (referencial S) - ver figura. Na nave existe uma barra cujo comprimento próprio é $L_0=10$ m, fazendo um ângulo de 30° com a horizontal (Ox').

- Qual é o ângulo que a barra faz com a horizontal medido por um observador no referencial S ? E qual é o comprimento da barra medido nesse mesmo referencial?
- Da nave são emitidos píões π^+ , partículas com um tempo médio de vida igual a 2×10^{-8} s. Obtenha o tempo de vida dessa partícula no referencial da Terra e determine a distância máxima que o píão pode percorrer em S , sabendo que nesse referencial a sua velocidade é $0,8c$.

