1ª Prova de Seleção para as Olimpíadas
Internacionais de Física 2016
Candidatos do 2º ano classificados na OBF 2015

Caderno de Questões – Teoria I
Instruções

1. Este caderno de questões contém **NOVE** folhas, incluindo esta com as instruções. Confira antes de começar a resolver a prova.

2. A prova é composta por **QUATRO** questões. Cada questão tem o valor indicado no seu início. A prova tem valor total de **100 pontos**.

3. Use as **Folhas de Resposta** fornecidas para as resoluções, e coloquem **número das páginas** com identificação da questão. Use somente a parte da frente das folhas de resposta na resolução, o verso poderá ser utilizado para rascunhos.

4. As **Páginas de Rascunho** devem ser identificadas como tal e não serão levadas em consideração.

5. É permitido apenas o uso de caneta cor **azul ou preta, e régua.** O uso do lápis e da borracha é permitido apenas no rascunho e no auxílio para a construção de gráficos.

6. Não e permitido o uso de calculadoras e telefones celulares durante a prova.

7. Este caderno dever ser **devolvido** ao final da prova juntamente com as folhas de respostas e de rascunhos dentro do envelope disponível sobre sua mesa.

8. O estudante deverá permanecer na sala, **no mínimo**, 60 minutos.

9. A prova tem duração de **QUATRO HORAS**

Nome:	Série:
Nº e tipo de documento de identificação apresentado:	
Nome da Escola:	
Cidade:	Estado:
e-mail:	
Assinatura	

Questão 1 (25 pontos). Três corpos de massas m_1, m_2, m_3, formam pontos de um triangulo equilátero e se atraem de acordo com a lei de Newton. Determinar o movimento rotacional que mantem a posição relativa entre estes corpos constante.

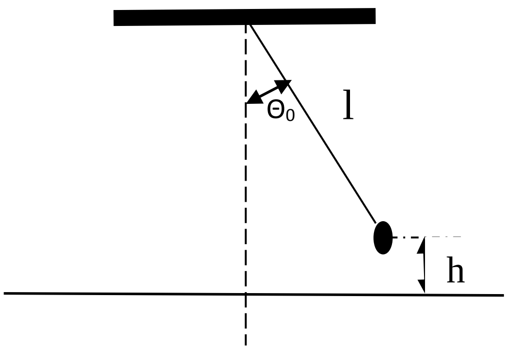
Dados: $\vec{a} \wedge (\vec{b} \wedge \vec{c}) = (\vec{a} \cdot \vec{c})\,\vec{b} - (\vec{a} \cdot \vec{b})\,\vec{c}$

Questão 2 (25 pontos). Considerando um conjunto de curva adiabática em um diagrama de pressão-volume de massa m de uma substância, mostre que não há intercepção destas curvas adiabáticas.

Questão 3 (25 pontos). O oscilador harmônico constitui um exemplo excepcionalmente importante de movimento periódico, pois serve como um modelo exato ou aproximado para muitos problemas de física clássica e quântica. Os sistemas clássicos que são as realizações do oscilador harmônico, incluem quaisquer sistemas estáveis ligeiramente deslocados das suas posições de equilíbrio, tais como, um pendulo simples de massa M no limite de pequenos ângulos de oscilação θ_o localizada a uma altura h; massa M ligada a uma mola de constante k no limite de pequenas amplitudes de oscilação x_o; e um circuito elétrico composto de um indutor L e um capacitor C no caso de tensão V_o e corrente I_o suficientemente baixas para que os elementos do circuito permaneçam lineares. (Curso de Física de Berkeley, vol 1, pag. 185).

Considerando as posições angulares de um pendulo simples:

a) $\theta = \theta_o$ = ângulo para t = 0.
b) $\theta = \theta_o/2$ = ângulo para $t = \pi/4w$.
c) $\theta = 0$ = ângulo para $t = \pi/2w$.
d) $\theta = -\theta_o/2$ = ângulo para $t = 3\pi/4w$.
e) $\theta = -\theta_o$ = ângulo para $t = \pi/w$.
f) $\theta = -\theta_o/2$ = ângulo para $t = 5\pi/4w$.
g) $\theta = 0$ = ângulo para $t = 3\pi/2w$.
h) $\theta = \theta_o/2$ = ângulo para $t = 7\pi/4w$.



Onde o θ representa o ângulo formado entre uma linha vertical e bastão sem massa de comprimento l onde a massa puntiforme M está presa na extremidade oposta, e que os três osciladores possuem mesma frequência w.

Desenhe as figuras análogas para massa ligada uma mola e um circuito elétrico com um circuito LC.

Mostre nas figuras acima, para cada situação angular, a relação entre a energia cinética e potencial (maior, menor ou igual), direção e sentido da velocidade ou corrente correspondente nos sistemas de pendulo simples, massa mola e circuito LC.

Dados: aceleração da gravidade = g, $E_L = LI^2/2$, $E_C = CV^2/2$, $V_L = L\,dI/dt$; $V_C = Q/C$.

Questão 4 (25 pontos). Materiais radioativos são produzidos com vários propósitos: para estudos de Física Nuclear Básica em laboratórios, para aplicações em indústrias, para análises laboratoriais ou em clínicas médicas e hospitais.

A produção de material radioativo é um setor estratégico de alta tecnologia, que envolve uma reação nuclear e o posterior decaimento:

$$\alpha + A \rightarrow B \rightarrow C \qquad (1)$$

Aqui α é uma partícula que colidirá com um núcleo A, geralmente no seu estado fundamental, gerando um núcleo radioativo B que decairá, com constante de decaimento λ, em um núcleo C que aqui consideramos ser estável.

a) (2,0) Mostre que numa amostra do material radioativo B a variação do número desses átomos (número de decaimentos) num intervalo de tempo dt suficientemente pequeno quando comparado à λ é

$$dN = -\lambda N(t)\, dt \qquad (2)$$

onde N(t) é o número de átomos radioativos na amostra no instante t.

b) (4,0) Mostre que $N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$, onde N_0 é o número de átomos do elemento B na amostra no instante inicial.

c) (4,0) Mostre que o tempo necessário para que a amostra decaia à metade é $t_{1/2} = \lambda \ln 2$.

d) (5,0) Geralmente nêutrons produzidos em reatores nucleares são utilizados na produção dos radioisótopos. Neste caso α = n, um nêutron. Seja φ a taxa de produção de núcleos B por unidade de tempo após o nêutron ser capturado pelo núcleo A. Para facilitar, vamos considerar que esses nêutrons têm uma energia bem definida. Mostre que a equação que descreve a produção de núcleos B ao longo do tempo é

$$\frac{dN}{dt} + \lambda N - \varphi = 0 \qquad (3)$$

Assuma que no instante inicial não há nenhum átomo do elemento B na amostra, sendo que esta possui um número suficientemente grande de átomos do elemento A tal que sua variação é desprezível durante o tempo de irradiação.

e) (5,0) Mostre que

$$N(t) = \frac{\varphi}{\lambda}(1 - \exp(-\lambda t)) \qquad (4)$$

é solução da equação do ítem anterior.

f) (5,0) Esboce o gráfico N(t) versus t.

Questão 1.

Questão 2.

Questão 3 página 1.

Questão 3 página 2.

Questão 4 página 1.

Questão 4 página 2.