

## 4300112 – Física II

### Prova Geral - PG1 - 2012

---

#### Observações:

- Esta prova tem duração de 2 horas.
- Não é permitido o uso de calculadora nem de celular (manter desligado).
- Deixe sobre a carteira uma identidade com foto.
- Preencha com seu nome, número USP, número da Turma e nome do Professor em todas as folhas de respostas (Turmas: 1- José Roberto (Zero); 2- Lucy; 3- Renato).
- Resolva cada exercício a partir da frente da folha com a numeração correspondente; use o verso das folhas caso necessário.
- Caso apareça alguma raiz que não seja um quadrado perfeito, deixe indicado.
- Não esqueça das unidades, cálculos intermediários e justificativas sucintas nas respostas.

---

#### Formulário:

$$f = f_0 \frac{\left(1 \pm \frac{u_{\text{obs}}}{v_{\text{som}}}\right)}{\left(1 \mp \frac{u_{\text{font}}}{v_{\text{som}}}\right)}, \quad \frac{PV}{T} = nR, \quad R = 8,3 \text{ J}/(\text{mol.K}), \quad W_{i \rightarrow f} = \int_{V_i}^{V_f} PdV, \quad dU = nC_V(T)dT.$$

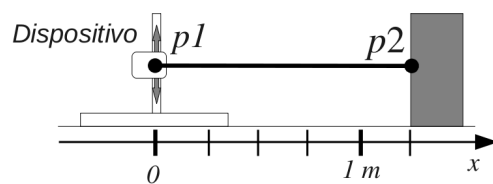
---

#### Questão 1

Uma corda fina de  $m = 125 \text{ g}$  de massa é esticada com uma tensão de  $10 \text{ N}$  entre dois pontos  $p_1$  e  $p_2$ , distantes de  $1,25 \text{ m}$  entre si (ver figura). A corda encontra-se em repouso para instantes de tempo  $t < 0 \text{ s}$ . A partir de  $t = 0 \text{ s}$  um dispositivo mecânico faz o ponto  $p_1$  ( $x = 0$ ) da corda oscilar em MHS com amplitude  $A = 0,2 \text{ mm}$  e frequência  $f = 10 \text{ Hz}$ , na direção vertical, de acordo com a fórmula:  $y(0, t) = A \sin(2\pi ft)$ , onde  $y(x, t)$  representa o desvio transversal da corda no ponto  $x$  no instante  $t$ , sendo  $x$  a medida da posição ao longo da corda. Pergunta-se (ignore efeitos da força gravitacional na solução):

- (a) [0,5] Qual é a velocidade de propagação  $v$  das ondas geradas na corda e o instante  $t_c$  em que o sinal da perturbação da corda atinge pela primeira vez a extremidade direita ( $x > 0$ ) da corda (ponto  $p_2$ )?
- (b) [1,0] Compare  $t_c$  (do item (a)) com o período  $\tau$  de oscilação do dispositivo. Calcule o comprimento de onda  $\lambda$  e faça um esboço do perfil da corda no instante  $t = t_c$ .

- (c) [1,0] Apresente expressões para  $f(x - vt)$  e  $g(x + vt)$  (ondas progressivas para a direita e para a esquerda, respectivamente) para representar uma solução da equação de onda válida para  $0 \leq x \leq 1,25 \text{ m}$  e  $0 < t \leq 2t_c$ . Obs.: deve ser consistente com a resposta do item (b).
- (d) [0,5] Faça um esboço das funções  $f(x')$  e  $g(x'')$ , onde  $x' = x - vt$  e  $x'' = x + vt$ .



#### Questão 2

Um míssil de espionagem precário viaja a uma velocidade supersônica  $V$  e passa horizontalmente a uma altura  $h = 5 \text{ m}$  acima de uma base militar no instante  $t_0 = 0 \text{ s}$ . Um balão meteorológico, estacionário, encontra-se a uma altura  $H + h$  verticalmente acima da base militar. No instante  $t = t_1$ , a base detecta a onda de choque correspondente à

passagem do míssil. No instante  $t = t_2$ , a onda de choque atinge o balão atmosférico, onde sofre reflexão. Por fim, a onda refletida pelo balão é detectada pela base no instante  $t = t_3$ .

- (a) [0,5] Esboce um desenho indicando o que acontece nos instantes  $t_0$ ,  $t_1$  e  $t_2$ .
- (b) [0,5] Dado  $t_1 = \frac{1}{136}$  s =  $\frac{5}{680}$  s, qual é a velocidade  $V$  do míssil e o seno do ângulo de Mach? Considere a velocidade do som como sendo  $v_{\text{som}} = 340$  m/s.
- (c) [0,5] Ache uma expressão para  $t_2$  em termos de  $H$ ,  $V$  e o ângulo de Mach.
- (d) [0,5] Dado  $t_3 = 0,5$  s, determine o valor de  $H$ .
- (e) [0,5] Após passar pela base, o míssil apresenta defeito e começa a emitir um som muito alto a uma frequência definida  $f_0 = 440(2 + \sqrt{3})$  Hz. Qual é a frequência do som ouvido por uma pessoa na base militar, para  $t \gg t_3$ ?

### Questão 3

Um gás ideal encontra-se a uma pressão  $P_0$  e temperatura  $T_0$  dentro de uma esfera oca de raio interno  $r_1$ , raio externo  $r_2$  e coeficiente de dilatação linear  $\alpha$ . O sistema gás + esfera é aquecido a uma temperatura  $T > T_0$ .

- (a) [1,5] Obtenha a expressão para a pressão final  $P$  do gás em termos de  $T$ ,  $\alpha$  e das variáveis termodinâmicas iniciais.
- (b) [1,0] Considere agora que o gás se encontra em um recipiente expansível, controlado de tal forma que a pressão interna permaneça constante com o aumento da temperatura. Calcule o coeficiente de dilatação volumétrica do gás nestas condições.

### Questão 4

Uma certa quantidade ( $n = \frac{1}{0,83}$  moles) de um gás ideal diatômico sofre 4 diferentes tipos de processos reversíveis: adiabático, isocórico, isobárico e isotérmico, formando um ciclo no diagrama PV (vide figura).

**Obs. 1:** o gráfico da figura não está em escala.

**Obs. 2:** Monte uma tabela para sintetizar os valores de  $P$ ,  $V$ , e  $T$  para cada ponto do diagrama (1, 2, 3, e 4) a serem obtidos nos itens abaixo.

- (a) [0,5] Classifique cada etapa (1-2, 2-3, 3-4 e 4-1) do ciclo quanto ao tipo de processo sofrido pelo gás. Justifique.
- (b) [0,5] O que representa a área do gráfico contida no interior do ciclo? Sendo o ciclo percorrido no sentido horário (1-2-3-4-1), o trabalho realizado pelo gás é positivo ou negativo? Qual é a variação da energia interna do gás em um ciclo? Qual o total de calor transferido para o gás a cada ciclo? Explique sucintamente.
- (c) [0,5] Dado que  $P_3 = 1280$  Pa ( $\text{N/m}^2$ ) e  $V_3 = \frac{1}{2}$  m<sup>3</sup>, calcule  $T_3$ . Sabendo que na etapa 2-3 a pressão dobra e na 3-4 o volume dobra, determine  $P_2$ ,  $V_2$ ,  $T_2$  e  $P_4$ ,  $V_4$ ,  $T_4$ .
- (d) [0,5] Dado que o trabalho realizado na etapa isotérmica ( $i-j$ ) é  $W_{ij} = -320 \times 6 \times \ln 2$  J, determine o valor das variáveis  $P_i$ ,  $V_i$ ,  $T_i$ . Obs.: identifique previamente os índices  $i$  e  $j$  de acordo com o item (a).
- (e) [0,5] Considerando que a capacidade térmica molar a *volume* constante do gás é  $C_v = \frac{5}{2}R$ , determine, na transformação adiabática, a variação da energia interna do gás  $\Delta U_{\text{adiab.}}$ . Em que se transforma a variação da energia interna desta etapa do ciclo?

As respostas devem ser dadas nas unidades do Sistema Internacional.

