

Olimpíada Brasileira de Física  
Comissão de Provas - Agosto/2016

**Gabarito Oficial da Prova de 2a Fase de Nível I**

- Ao encontrar erros, enganos ou omissões, por favor, entre em contato com a comissão de provas encaminhando mensagens através da secretaria da OBF.

Nos resultados numéricos são usadas as seguintes aproximações: Velocidade da luz no vácuo =  $3,0 \times 10^8$  m/s;  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>; 1hp = 750 W;  $\sqrt{2} = 1,4$ ;  $\sqrt{3} = 1,7$ ;  $\sqrt{5} = 2,2$ ;  $\pi = 3$ ;  $\text{sen}30^\circ = 0,5$ ;  $\text{cos}30^\circ = 0,85$ ; 1atm =  $10^5$  Pa; 1L = 1.000 cm<sup>3</sup>; Densidade da água líquida  $\rho = 1,00$  g/cm<sup>3</sup>

- A solução gabarito deve ser vista como uma possível solução para o problema proposto. No entanto, independentemente da solução, o(a) estudante deve chegar ao resultado esperado que está **destacado em amarelo**.
- Cada questão tem valor total de **10 pontos**.

---

**Parte I – Questões de Resposta Direta**

**Questão 1** - Ao passar por uma cidade, viajando por uma BR a 80 km/h, o motorista percebeu que o indicador de combustível de seu veículo mostrava 3/4 de tanque. Ao passar pela cidade seguinte, notou que o indicador registrava 1/4 de tanque. O manual do veículo afirma que o tanque tem uma capacidade de 48 litros e que o veículo faz 10 km/l (quilômetros por litro) à velocidade padrão de 80 km/h. Admitindo que o manual do veículo esteja correto e que o motorista mantenha a velocidade constante, determine em horas, o tempo gasto entre as duas cidades.

**SOLUÇÃO:**

O veículo consumiu 1/2 tanque (24 litros) de combustível. Como o veículo faz 10 km/L, é fácil concluir que ele percorreu 240 km.

Assim,

$$t = D/v = (240\text{km})/(80\text{km/h}) \Rightarrow t = 3\text{h}$$

**Questão 2** - Com a intenção de explorar o conceito de pressão mecânica, um professor apoiou sobre uma mesa plana e horizontal dois blocos A e B, cúbicos, maciços e homogêneos. Sabendo que os blocos eram feitos do mesmo material e tinham arestas de comprimento  $a$  e  $5a$ , respectivamente, determine a razão  $p_B / p_A$ , entre as pressões exercidas, respectivamente, pelos blocos B e A sobre a mesa.

**SOLUÇÃO:**

A pressão é a razão entre o módulo da força perpendicular à superfície e a área da referida superfície.

As pressões  $p_A$  e  $p_B$  são descritas por,

$$p_A = [\mu (a)^3 g]/(a)^2 = a g$$

$$p_B = [\mu (5a)^3 g]/(5a)^2 = 5 a g$$

Desse modo, a razão entre as pressões  $p_B$  e  $p_A$  será dada por,

$$p_B/p_A = (5a g)/(a g) \Rightarrow p_B/p_A = 5$$

**Questão 3** - Com a intenção de estudar a flutuação dos corpos, um estudante utilizou dois blocos cilíndricos, de volumes  $V$  e  $6V$ , respectivamente, para construir uma peça única conforme ilustrado na figura (I). Em seguida, a peça foi posta a flutuar em água, de dois modos diferentes, A e B, conforme as figuras (II) e (III). Após observação cuidadosa, o estudante verificou que no modo A,  $2/3$  do volume do bloco maior ficou submerso, enquanto que no modo B uma fração  $f$ , do volume do bloco maior ficou submerso. Determine o valor de  $f$ .

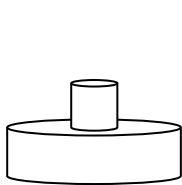


Figura I

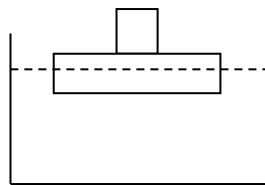


Figura II (modo A)

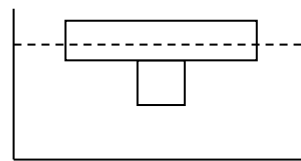


Figura III (modo B)

### SOLUÇÃO:

Para que haja flutuação, o peso do volume de água deslocado deve ser igual ao peso do conjunto de blocos. Como em ambas as situações o peso do conjunto de blocos é o mesmo, conclui-se que em ambas as situações o volume de água deslocado é o mesmo.

Da figura (II) vem,

$$V_{\text{liq deslocado}} = (2/3) 6V = 4V$$

Assim, para a figura (III) temos,

$$V_{\text{liq deslocado}} = V + f 6V = 4V$$

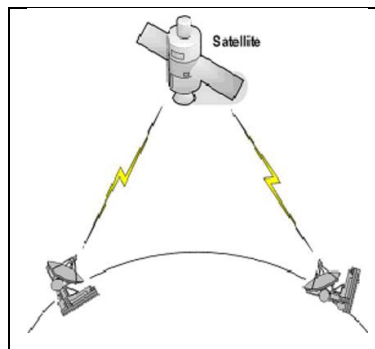
$$f 6V = 3V$$

$$f = 1/2$$

**Questão 4** - A velocidade do som no ar (cerca de 300 m/s) é grande para os padrões cotidianos, mas a velocidade da luz (300.000 km/s) é ainda muito maior. Essa propriedade permite as transmissões “ao vivo”, na qual o telespectador acredita que está assistindo o evento ao mesmo tempo em que ele acontece. A figura a seguir mostra como essa transmissão funciona a longas distâncias. Nas proximidades do evento a ser transmitido é instalada uma antena parabólica que utiliza ondas de rádio para enviar a

imagem a um satélite geoestacionário. O satélite reflete esse sinal em direção a Terra, onde ele é captado por outra antena parabólica, próxima do telespectador.

- Quando um juiz apita o início de uma partida de futebol, quanto tempo demora para que ele seja ouvido por um torcedor no estádio que está a 240 m de distância do juiz, considerando a velocidade do som mencionada acima?
- Considerando que o atraso entre a captação da imagem e a recepção pelo telespectador deve-se exclusivamente à viagem entre as antenas e o satélite, calcule o atraso com que o telespectador vê o juiz apitar o início da partida, se a distância entre os satélites e as antenas for de 39.000 km.



Solução:

- O tempo para que o som percorra a distância entre o juiz e o torcedor é

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v_{\text{som}}} = 0,8 \text{ s}$$

- Por ser uma onda eletromagnética, as ondas de rádio se propagam com a mesma velocidade que a luz. O tempo para que a luz percorra a distância entre a antena de transmissão, o satélite e a antena de recepção é

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v_{\text{luz}}} = 0,26 \text{ s}$$

## PARTE II – QUESTÕES DE RESPOSTA ABERTA

**Questão 5** - Dois veículos trafegam em sentidos contrários com movimentos uniformes. O primeiro a uma velocidade  $v$  e o segundo a uma velocidade  $3v/2$ . Um passageiro no primeiro veículo verifica que o segundo veículo leva  $t$  segundos para passar por ele. Determine, em termos da velocidade  $v$  do primeiro veículo e do tempo  $t$ , o comprimento do segundo veículo.

**SOLUÇÃO:**

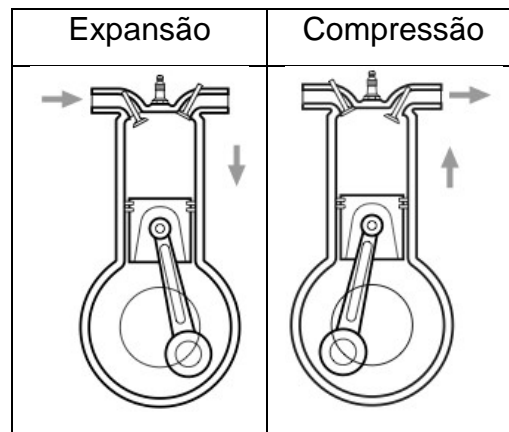
$$v_{\text{relativa}} = v_1 + v_2$$

$$v_{\text{relativa}} = v + 3v/2$$

$$v_{\text{relativa}} = 5v/2 \quad C = v_{\text{relativa}} t$$

$$C = (5v/2) t$$

**Questão 6** - Motores de combustão são máquinas térmicas que usam o calor gerado pela queima do combustível para produzir trabalho mecânico. Esse trabalho pode ser utilizado, por exemplo, para movimentar um veículo. As figuras abaixo representam um motor que possui apenas duas etapas, a expansão, que ocorre a pressão constante  $P_{exp} = 300 \text{ kPa}$ , e a compressão, que ocorre a pressão constante  $P_{com} = 100 \text{ kPa}$ . O cilindro tem 10 cm de diâmetro e a diferença entre as posições mais alta e a mais baixa alcançadas pelo pistão é de 20 cm. Considere  $\pi = 3$  e que as transições entre as etapas isobáricas são isocóricas. Calcule o trabalho produzido pelo motor a cada rotação completa.



Em um diagrama  $P \times V$  esse ciclo é representado por um retângulo de base  $\Delta V$  e altura  $\Delta P$

O trabalho é dado pela área desse retângulo:

$$W = \Delta P \Delta V = (P_{exp} - P_{com}) \Delta h \pi r^2 = 300 \text{ J}; \quad W = 300 \text{ J}$$

**Questão 7** - A metrologia evoluiu lentamente, e com muita diversidade na Idade Média até a uniformidade atual, resultando no Sistema Internacional de Unidades. A primeira tentativa de unificação das medidas aconteceu em Portugal, no século XIV, estabelecendo a Alna como antiga unidade de medida para panos, cujo comprimento corresponde a três palmos. Suponha que, ao invés do metro, a unidade básica de comprimento atual fosse a Alna. Considerando que cada palmo equivale a 20 cm, determine, em Alnas cúbicas, o volume de uma piscina com capacidade máxima de 27.000 litros.

**SOLUÇÃO:**

$$V = 27000L = 27000 \times (10\text{cm})^3$$

$$V = 27 \times 10^6 \text{cm}^3 \times ((1\text{palmo}/20\text{cm})(1\text{Alna}/3\text{palmos}))^3$$

$$V = 1/8 \times 10^3 \text{ Alnas}^3 = 125 \text{ Alnas}^3$$

**Questão 8** - Afirma-se que 60% das ações motoras no jogo de voleibol são constituídas pelos saltos. Segundo o preparador físico da seleção brasileira masculina de 1981 a 1984, os jogadores mais exigidos realizam 30 saltos por set. É possível observar, durante o desenrolar de partidas de vôlei, que alguns atletas conseguem uma impulsão que lhes permite atingir uma altura de até 1,25 m acima do solo. Admitindo que a aceleração da gravidade local seja  $10 \text{ m/s}^2$ , determine a mínima velocidade vertical inicial do atleta (em m/s) para que ele atinja essa altura.

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$

$$0 = v_0^2 - 2gh \Rightarrow v_0^2 = 2gh$$

$$v_0^2 = 2 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 1,25 \text{ m}$$

$$v_0 = 5 \text{ m/s}$$