

**OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2015**  
**2ª FASE – 15 DE AGOSTO DE 2015**

**NÍVEL I**  
**Ensino Fundamental**  
**8º e 9º anos**

**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:**

**1** - Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **8º e 9º anos do Ensino Fundamental**. Ela contém **oito** questões.

**2** - A prova é composta por dois tipos de questões: I) **Questões de Resposta Direta** e II) **Questões de Resposta Aberta**. Nas questões de resposta direta somente será considerada na correção a resposta final, enquanto nas questões de resposta aberta caso o resultado final não estiver correto o desenvolvimento poderá ser considerado na pontuação final, de acordo com os critérios de correção adotados.

**3** - O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.

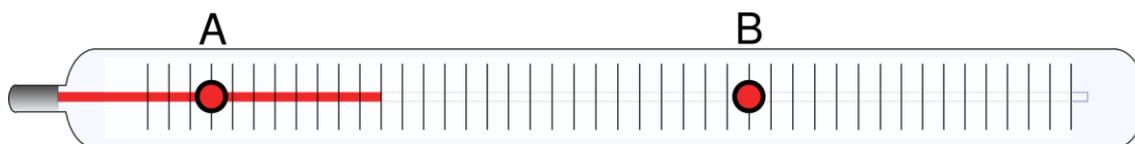
**4** - Todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades no Sistema Internacional ou seguindo as instruções específicas da questão.

**5** - A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**.

Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: velocidade da luz no vácuo =  $3,0 \times 10^8$  m/s;  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>;  $1\text{hp} = 750\text{W}$ ;  $\sqrt{2} = 1,4$ ;  $\sqrt{3} = 1,7$ ;  $\sqrt{5} = 2,2$ ;  $\pi = 3$ ;  $\text{sen}30^\circ = 0,5$ ;  $\text{cos}30^\circ = 0,85$

**PARTE I – QUESTÕES DE RESPOSTA DIRETA**

**Questão 1** - Um estudante encontra em um laboratório, localizado ao nível do mar, um velho termômetro de mercúrio cuja escala se apagou completamente e resolve calibrá-lo. Inicialmente, ele prepara dois sistemas: (A) água líquida em equilíbrio com certa massa de gelo e (B) água em ebulição. Em seguida, coloca o termômetro em contato com o sistema A e espera que a coluna de mercúrio atinja um valor de equilíbrio que, então, é marcada com um ponto. Repete esse procedimento com o sistema B. Após marcar esses dois pontos, faz marcas igualmente espaçadas ao longo do instrumento. A figura abaixo é uma representação desse termômetro no momento que está registrando a temperatura ambiente do laboratório, depois de calibrado. Em graus Celsius, qual é essa temperatura?



**Questão 2** - A captação de água em locais cada vez mais distantes dos pontos de consumo muitas vezes exige seu bombeamento para vencer grandes desníveis topográficos. A estação elevatória de Santa Inês é a maior estação de bombeamento do sistema Cantareira na Grande São Paulo e opera com quatro conjuntos motobombas. Três conjuntos operam simultaneamente (um conjunto é mantido de reserva) produzindo uma vazão nominal de  $33 \text{ m}^3/\text{s}$  e vencendo um desnível efetivo de 120 m. Estime a potência de operação de cada conjunto motobomba em HP.

**O texto e figuras abaixo referem-se às questões 3 e 4.**

A maioria dos tablets e smartphones possui um sensor de aceleração ou acelerômetro. Esse sensor é responsável, entre outras coisas, por orientar a posição da imagem na tela do aparelho. Internamente, o acelerômetro é de fato um dinamômetro e pode ser um sistema análogo ao sistema massa-mola ilustrado na Figura (A). Quando orientado horizontalmente, a coordenada  $x = 0$  indica que a mola está relaxada. Quando o tubo é acelerado na direção  $x$  a posição da massa em relação ao tubo se altera e a medida de  $x$  é usada para inferir a aceleração do aparelho. Os acelerômetros de celulares são compostos de três arranjos análogos a esse, perpendiculares entre si, e orientados ao longo dos eixos ilustrados na Figura (B).

Há vários aplicativos, muitos deles gratuitos, que podem ser instalados no aparelho e que apresentam os valores das componentes cartesianas da aceleração medidas pelo acelerômetro  $a_x$ ,  $a_y$  e  $a_z$ . Alguns também calculam automaticamente o módulo da aceleração, armazenam os dados em função do tempo, os apresentam graficamente, etc. Considere um aplicativo que quando o smartphone está em repouso e orientado com seu eixo  $y$  na direção vertical e para cima mostra os seguintes valores  $a_x = 0,00 \text{ m/s}^2$ ,  $a_y = 9,80 \text{ m/s}^2$ ,  $a_z = 0,00 \text{ m/s}^2$  e ainda calcula o valor do módulo da aceleração.

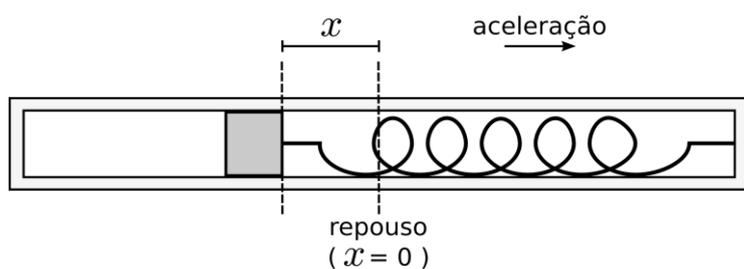


Figura (A)

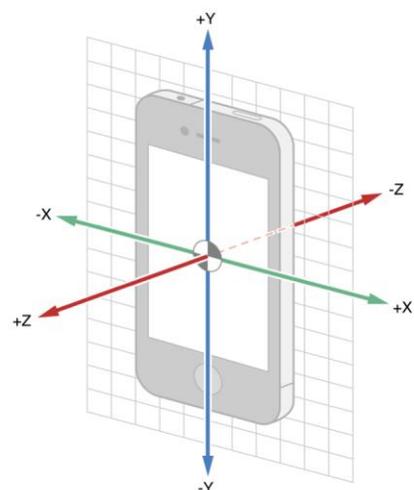


Figura (B)

**Questão 3** - Qual é o valor do módulo da aceleração que será mostrado quando o smartphone estiver em queda livre?

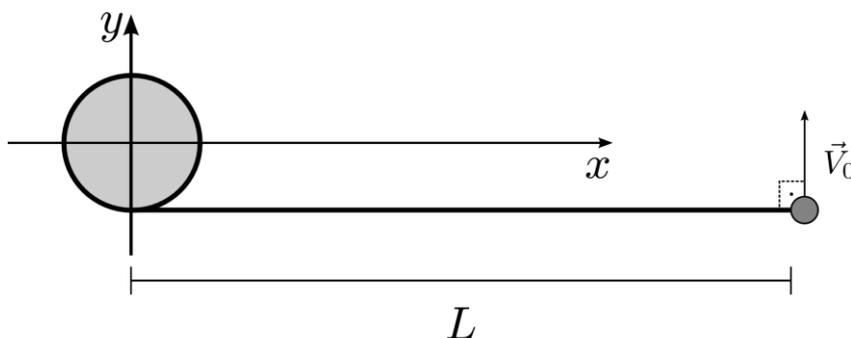
**Questão 4** - Imagine um estudante que possui um smartphone com esse aplicativo e está sentado em um carro em movimento. O estudante tem o cuidado de orientar o aparelho de forma que seu eixo  $x$  seja paralelo à direção transversal do carro, o eixo  $y$  aponte verticalmente para cima e o eixo  $z$  seja paralelo à direção longitudinal do carro e aponte para trás (para que o estudante, olhando para frente, possa fazer a leitura do acelerômetro). Em dado instante, quando o carro faz uma curva em uma rotatória e seu velocímetro registra uma velocidade de  $40,0 \text{ km/h}$ , o estudante observa os seguintes valores no acelerômetro  $a_x = 3,50 \text{ m/s}^2$ ,  $a_y = 9,80 \text{ m/s}^2$ ,  $a_z = 0,50 \text{ m/s}^2$ . Qual o raio de curvatura da trajetória do celular nesse instante?

---

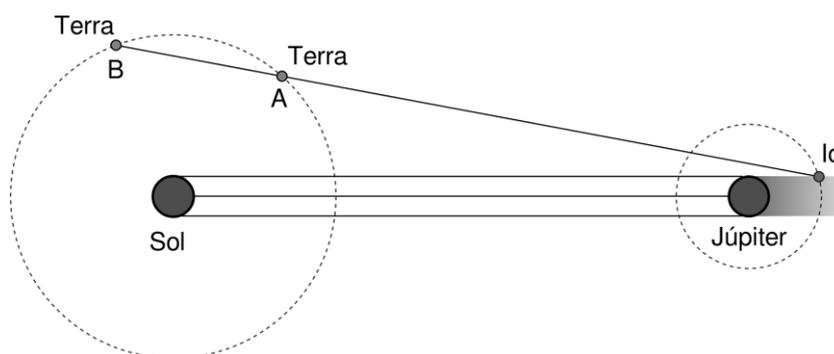
## PARTE II – QUESTÕES DE RESPOSTA ABERTA

**Questão 5** - Dois estudantes Maria e João moram em cidades vizinhas. O centro da cidade de Maria está a  $42 \text{ km}$  a noroeste do centro da cidade de João. A casa de Maria está a  $10 \text{ km}$  ao sul do centro de sua cidade e de João a  $15 \text{ km}$  a oeste da cidade dele. A que distância, em linha reta, os dois estudantes moram um em relação ao outro?

**Questão 6** - A figura abaixo mostra, sem escala, a vista superior de um plano horizontal liso que contém dois discos. O disco maior de raio  $a$  está preso ao plano horizontal por um parafuso. O disco menor de massa  $m$  e raio desprezível está ligado a um fio ideal de comprimento  $L = 20a$  cuja outra extremidade está fixada à borda do disco maior. Em determinado instante, com o fio esticado na posição ilustrada, o disco menor é impulsionado e adquire uma velocidade  $\vec{V}_0$  perpendicular ao fio e a partir de então passa a deslizar (sem atrito) sobre o plano enquanto o fio vai se enrolando no disco maior. Em relação ao sistema de coordenadas representado, qual é a posição do disco menor no instante que o fio completa duas voltas no disco maior?



**Questão 7** - Em meados do século XVII, o astrônomo dinamarquês Ole Römer observou que o período orbital de Io em torno de Júpiter aumentava à medida que a Terra se afastava de Júpiter. Römer atribuiu essa discrepância ao fato da luz ter uma velocidade finita. No esquema abaixo, sem escala, representa-se o Sol, a Terra, Júpiter e sua lua Io. Enquanto a Terra se movimenta de A para B em dois meses, Io, que tem um período orbital de 42,46 h, dá várias órbitas em torno de Júpiter. Este, praticamente permanece na mesma posição, pois o ano joviano é cerca de 12 anos terrestres. Usando os dados de Römer, o período da órbita de Io medido em B seria 11 minutos maior do que a mesma medida feita em A. Qual a velocidade da luz que Römer poderia ter calculado? Considere que o ano tem 360 dias, com doze meses de 30 dias, e que à época de Römer a distância Terra-Sol era estimada em  $1,40 \times 10^{11}$  m.



**Questão 8** - Uma bola de borracha é abandonada de uma altura  $H$  acima de um plano inclinado que faz um ângulo  $\theta = 15,0^\circ$  com a horizontal. O vértice desse plano está encostado em uma pequena mureta vertical conforme ilustrado na figura abaixo, onde  $h = d = 1,20$  m. Determine o menor valor de  $H$  que faz com que a bola ultrapasse a mureta após colidir elasticamente com o plano inclinado.

