



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2023

Prova da 3ª Fase

21 DE OUTUBRO DE 2023

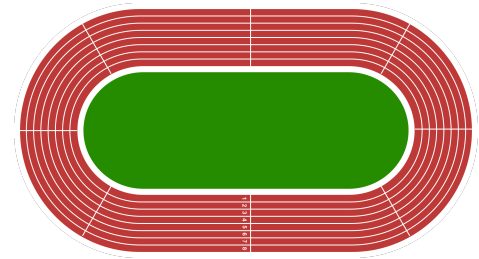
NÍVEL JR
Ensino Fundamental
6º e 7º Anos

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **6º e 7º anos do ensino fundamental**. Ela contém **oito** questões.
2. Não é permitido uso de calculadoras e material de consulta.
3. Todas as respostas devem ser justificadas.
 - As resoluções e respostas devem ser dadas a tinta com caneta esferográfica azul ou preta (não use caneta de ponta porosa).
 - Use o verso das folhas de questões como rascunho.
4. O **Caderno de Respostas** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
5. A menos de instruções específicas contidas no enunciado de uma questão, todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades do Sistema Internacional (SI).
6. A duração da prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**.
7. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\text{sen}(30^\circ) = 0,50$; $\text{cos}(30^\circ) = 0,85$; $\text{sen}(45^\circ) = 0,70$; $\pi = 3$; densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; calor específico da água = $4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; calor latente de vaporização da água = 540 cal/g ; velocidade da luz no vácuo $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$; e aceleração da gravidade = $10,0 \text{ m/s}^2$.

Questão 1.

João e Maria costumam treinar juntos em uma pista olímpica de atletismo que tem 8 raias, veja a figura. A raia interna tem 400 m de extensão. Certo dia, João, que está se recuperando de uma pequena lesão, deve caminhar enquanto Maria corre. Eles iniciam o treinamento escolhendo o sentido em que vão dar as voltas, começam no mesmo instante e partem da linha de largada.



O treinamento termina quando Maria completa a décima volta. Sabendo que ambos usam a raia interna e João e Maria se exercitam com velocidades escalares constantes de, respectivamente, 6,00 km/h e 12,0 km/h, determine:

- A distância percorrida por João no instante em que Maria completa a décima volta.
- O número de vezes que Maria ultrapassa João, se ambos dão voltas no sentido anti-horário.
- O número de vezes que Maria cruza com João, se Maria dá voltas no sentido anti-horário e João dá voltas no sentido horário.

Questão 2.

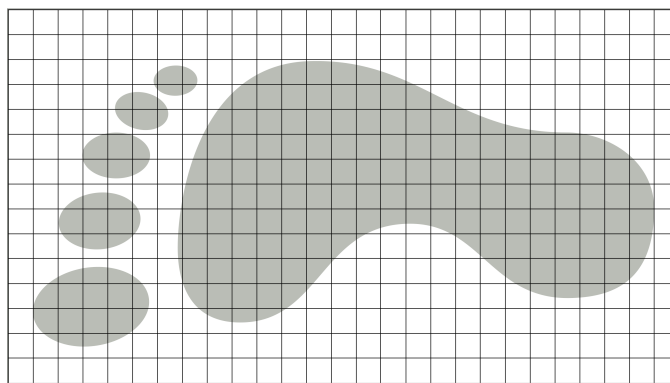
Ondas de calor no Brasil frequentemente levam a temperatura ambiente muito acima da zona de conforto térmico. Em locais abertos como por exemplo estações rodoviárias, pátios de restaurantes, etc, é cada vez mais comum a presença de sistemas de refrigeração que usam nebulizadores, que podem ou não estar acoplados a um ventilador, como o mostrado na figura ao lado. Suponha que um aparelho desses nebulize 100 ml de água por minuto, em um ambiente aberto com ar quente e seco e que 50% das gotículas de água formada se evaporam.



- Explique o funcionamento desses aparelhos em termos dos fenômenos físicos envolvidos. Por que a água deve ser nebulizada? Qual a função do ventilador?
- Estime a quantidade de calor retirada do ambiente por segundo, em joules por segundo, J/s ou Watt ($1 \text{ J/s} \equiv 1 \text{ W}$), de funcionamento desse aparelho.
- A capacidade de resfriamento de ar condicionados convencionais é usualmente dada em BTU (*British Thermal Unit*), onde $1 \text{ BTU} \approx 0,3 \text{ J/s}$ ou $1 \text{ BTU} \approx 0,3 \text{ W}$. Qual a capacidade de refrigeração do aparelho dessa questão em BTU?

Questão 3. A força de intensidade P que uma pessoa exerce em um piso horizontal quando está parada de pé sobre ele está aplicada por toda a área A de contato de seus pés com o piso. A razão P/A é a pressão média exercida pela pessoa no piso. Se uma pessoa muda a área de contato, por exemplo usando um sapato de salto agulha a pressão média pode aumentar muito a ponto de marcar o piso (imagine um piso de madeira mole, ou seja pouco resistente à pressão aplicada).

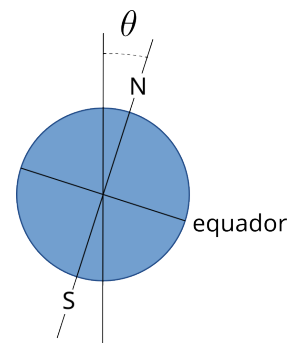
Considere a figura abaixo na qual a região sombreada representa o pé direito de uma pessoa que tem uma massa corporal de 70 kg. Considere que o reticulado (quadriculado) da figura tem um espaçamento de 1 cm.



- Determine a área de contato da pessoa com o solo (quando está de pé).
- Determine a pressão média (força por unidade de área) que os pés dessa pessoa exercem em um piso horizontal.

Questão 4.

Seja θ a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol. A representação esquemática da Terra dada na figura ao lado, além de θ , mostra o eixo de rotação da Terra que passa pelos polos norte (N) e sul (S) e o plano do equador que divide a Terra em dois hemisférios. Considere os casos hipotéticos em que:



- $\theta = 0^\circ$
- $\theta = 90^\circ$

Em cada caso, faça um diagrama que mostre a posição da Terra em torno do Sol e a sua orientação. Em cada diagrama, represente os dias A , B , C e D , que marcam, respectivamente os inícios do verão, outono, inverno e primavera no hemisfério Sul. Considerando uma cidade de latitude de 10° sul, indique o intervalo de tempo de claridade em cada um desses dias.



Questão 5. Através da famosa equação da equivalência entre massa e energia, $E = mc^2$, proposta por Einstein, sabemos que a toda reação, nuclear ou química, que libera energia é acompanhada por uma variação de massa. Sejam, m_r a massa dos reagentes e m_p a massa dos produtos, então, a energia liberada na reação é dada por

$$|\Delta E| = |(m_p - m_r)|c^2$$

onde c é a velocidade da luz no vácuo.

A primeira Bomba atômica, chamada "Little Boy", detonada sobre a cidade de Hiroshima continha cerca de 64 kg de urânio, dos quais 80% eram o urânio 235, que é a substância físsil, ou seja que sofre fissão nuclear e libera energia. Estima-se que sua explosão liberou uma energia equivalente à explosão de 15 mil toneladas do explosivo químico TNT. A explosão de mil toneladas (1 quiloton, ou 1 kt) de TNT libera, uma energia de, aproximadamente, $4,2 \times 10^{12}$ J.

Seja $\eta = (m_p - m_r)/m_r$ a variação relativa de massa envolvida em uma reação nuclear ou química.

- Qual a variação de massa que ocorreu na explosão da "Little Boy"?
- Determine η da explosão da "Little Boy" considerando que todo o material físsil foi consumido.
- Estime η para uma explosão de TNT com energia igual à liberada por "Little Boy". Considere que o único reagente da explosão do TNT é o próprio TNT.

Questão 6. Arquimedes, diz a lenda, descobriu uma maneira de verificar se a coroa do rei de Siracusa era feita de ouro puro ou se tinha sido adulterada com um metal menos denso. Suponha que o rei de Siracusa entregou uma barra de ouro de 1000 g a um ourivez para que ele fizesse uma coroa do mesmo peso. Arquimedes descobriu que o volume da coroa poderia ser medido mergulhando a coroa em água e medindo o volume deslocado. Considere as densidades aproximadas, do ouro $19,0 \text{ g/cm}^3$, da prata $10,0 \text{ g/cm}^3$, da platina $21,5 \text{ g/cm}^3$ e do cobre $9,00 \text{ g/cm}^3$.

- Suponha que o ourivez entregou ao rei uma coroa feita com 800 g de ouro e 200 g de prata. Qual a diferença de volume entre a coroa adulterada e uma coroa feita toda de ouro?
- Considere uma liga de cobre e platina. Qual deve ser a proporção de cada metal, em massa, para que a liga possa ser usada em joalheria, em substituição ao ouro, sem que a fraude possa ser identificada pelo método de Arquimedes?

Questão 7.

Três bolas de brinquedo, A , B , C , de mesmo raio e massas diferentes são abandonadas, em $t = 0$ s, da janela de um prédio, localizada 20 m acima de um pátio vazio no piso térreo. A tabela ao lado mostra a altura aproximada das bolas em função do tempo t .

t (s)	y_A (m)	y_B (m)	y_C (m)
0,0	20,00	20,00	20,00
0,2	19,80	19,80	19,80
0,4	19,23	19,21	19,20
0,6	18,34	18,23	18,20
0,8	17,21	16,90	16,80
1,0	15,90	15,23	15,00
1,2	14,47	13,26	12,80
1,4	12,97	11,03	10,20
1,6	11,41	8,56	7,20
1,8	9,83	5,89	3,80
2,0	8,25	3,04	0,00

As bolas estão sob a ação da força gravitacional (peso) e da força de resistência do ar, ou força de arrasto, \vec{F}_{ar} . Essa força é oposta ao movimento do corpo e sua intensidade é dada por $F_{ar} = bv^2$, onde v é o módulo da velocidade do corpo em relação ao ar e b é uma constante positiva que depende da geometria do corpo e da densidade do ar.

A ação de \vec{F}_{ar} pode ser desprezada devido, entre outros, à combinação dos seguintes fatores: (1) velocidade suficientemente baixa e (2) corpo suficientemente massivo.

- Qual bola é mais leve? Qual bola é mais pesada? Por quê?
- Faça um gráfico com a estimativa da velocidade **da bola mais leve** nos instantes $\{1,1; 1,3; 1,5; 1,7; 1,9\}$ s. Estime a velocidade no instante 1,1 s, pela velocidade média no deslocamento entre $t = 1,0$ s e $t = 1,2$ s (os instantes da tabela vizinhos a $t = 1,1$ s), e assim sucessivamente.
- Todos os corpos em queda no ar, depois de um intervalo de tempo suficientemente longo, se movem com velocidade constante, chamada velocidade terminal. A bola mais leve já atingiu a velocidade terminal? Quando? Qual seu valor?

Questão 8.

Um copo com base quadrada de lado 5,00 cm e altura 12,0 cm contém 270 cm³ de água. O copo está fixado em uma base de comprimento $L = 15,0$ cm, que pode ser inclinada variando-se a altura h , conforme esquema dado na figura ao lado. Determine:

- A altura do nível da água em relação ao fundo do copo quando a base de fixação é horizontal ($h = 0$ cm).
- A altura h de inclinação da base de fixação quando a água no copo está na iminência de derramar.

