



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2024

Prova da 3ª Fase

26 DE OUTUBRO DE 2024

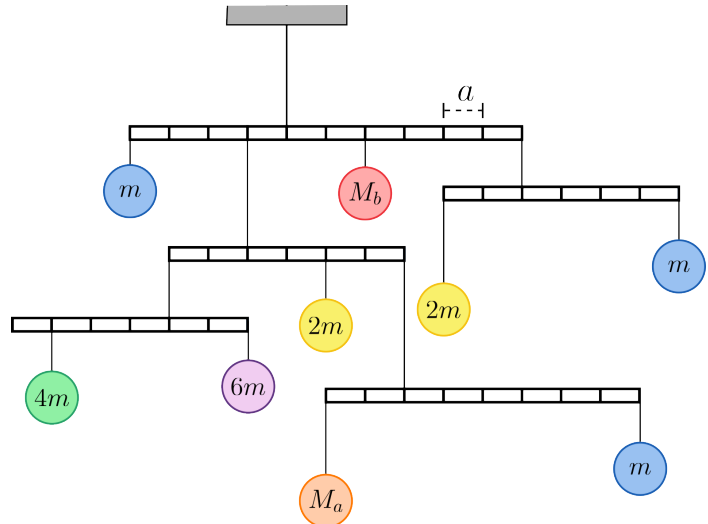
NÍVEL I  
Ensino Fundamental  
8º e 9º Anos

**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:**

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **8º e 9º 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 =  $1,0 \text{ g/cm}^3$ ;  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ ; calor específico da água =  $4,2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ; calor específico do gelo =  $2,1 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ; calor latente de vaporização da água =  $540 \text{ cal/g}$ ; calor latente de fusão da água =  $80 \text{ cal/g}$ ; raio da Terra =  $6\,400 \text{ km}$ ; 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.

Um móvel fixado no teto está em equilíbrio estático, conforme a figura ao lado. As hastes, de massas desprezíveis, têm marcas verticais a cada  $a = 5$  cm onde podem ser penduradas bolas. As massas das bolas estão indicadas na própria figura. Considere que  $m = 30$  g, logo, uma bola marcada com  $2m$  possui massa de  $60$  g e assim por diante. Determine:



- A massa de  $M_a$ , em g.
- A massa de  $M_b$ , em g.

### Questão 2.

A figura ao lado mostra a etiqueta de informação nutricional de uma embalagem de um litro de leite integral. Observe que as linhas que começam com espaçamento inicial são subcategorias do grupo alimentar. Por exemplo, no grupo **gorduras totais**, que inclui todo o tipo de gordura, a etiqueta discrimina a parte que é **saturada** e a parte que é **trans** (entre outras).

Os alimentos que fornecem energia pertencem aos grupos alimentares carboidratos, proteínas ou gorduras. Considere que um grama de carboidrato ou de proteína fornece aproximadamente 4 kcal (quilocalorias).

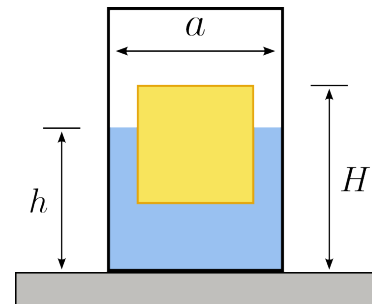
INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 5			
Porção: 200 ml (1 copo)			
	100 ml	200 ml	%VD*
Valor energético (kcal)	59	119	6
Carboidratos totais (g)	4,8	9,5	3
Açúcares totais (g)	4,6	9,2	
Açúcares adicionados (g)	0	0	0
Proteínas (g)	3,1	6,3	13
Gorduras totais (g)	3,1	6,2	10
Gorduras saturadas (g)	2	4	20
Gorduras trans (g)	0	0,2	10
Fibras alimentares (g)	0	0	0
Sódio (mg)	57	115	6

\*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

- Qual o valor energético em kcal de uma porção de leite?
- Considerando uma porção de leite, quanta energia, aproximadamente, em kcal, é fornecida por cada grama de gordura?

### Questão 3.

Dentro de uma geladeira de temperatura interna  $T_i = 6^\circ\text{C}$  há uma cuba de base quadrada de lado  $a = 10\text{ cm}$ . Dentro da cuba há  $750\text{ g}$  de água e  $194,4\text{ g}$  de manteiga na forma de uma barra cúbica. A figura ao lado, fora de escala, mostra a cuba com a água e a manteiga, onde  $h$  e  $H$  são, respectivamente, as alturas em relação à base da cuba dos níveis mais altos de água e de manteiga.



Considere que a manteiga tem temperatura de fusão  $T_f = 26^\circ\text{C}$  e densidade constante de  $0,9\text{ g/cm}^3$  e trata-se de um dia quente de verão de temperatura ambiente  $T_a = 36^\circ\text{C}$ . Desconsidere a dilatação da água e do recipiente.

- Determine os valores de  $h$  e  $H$ , em cm, com a cuba ainda na geladeira.
- Determine os valores de  $h$  e  $H$ , em cm, após a cuba ter sido retirada da geladeira, apoiada em um mesa horizontal e esperado até que toda a manteiga tenha se derretido.

### Questão 4.

Um helicóptero decola no instante  $t = 0$  nas proximidades de um aeroporto. A tabela mostra as coordenadas cartesianas do helicóptero em um sistema de referência com origem no radar do aeroporto durante os 25 minutos em que ele voa em sua zona de segurança. Os eixos  $x$  e  $y$ , são paralelos às direções cardeais, com o eixo  $y$  apontando para o norte e o eixo  $x$  para o leste. A tabela mostra os instantes nos quais o helicóptero muda de direção de movimento e o instante final no qual o helicóptero deixa de ser monitorado pelo radar.

t (min)	x (km)	y (km)
0,0	0,0	3,0
5,0	-4,0	6,0
13,0	-12,0	0,0
19,0	0,0	-9,0
25,0	16,0	3,0

Durante o intervalo de tempo em que o helicóptero é monitorado pelo radar:

- Faça um gráfico da trajetória do helicóptero.
- Determine a distância percorrida e o deslocamento do helicóptero.
- Determine a velocidade escalar média e a velocidade média do helicóptero.

**Questão 5.** Em laboratório didático, uma estudante de física acrescenta  $200\text{ g}$  de água em calorímetro (recipiente de paredes termicamente isolantes) de capacidade calorífica  $100\text{ cal/}^\circ\text{C}$ . O calorímetro e a água estão inicialmente na temperatura ambiente de  $22^\circ\text{C}$ . Depois, retira dois cubos de gelo de  $30\text{ g}$  de dentro de um congelador de temperatura interna  $-18^\circ\text{C}$  e os coloca imediatamente no calorímetro, fechando-o em seguida. determine a temperatura de equilíbrio no interior do calorímetro.

### Questão 6.

Sondas espaciais movidas a velas solares utilizam a pressão (força por unidade de área) da luz solar para propulsão. Quando um fóton (partícula de luz) colide com um objeto ele exerce uma pequena força sobre ele. Em uma vela solar, os milhares de bilhões de fótons que formam o feixe de luz colidem com a superfície refletora da vela, empurrando-a.

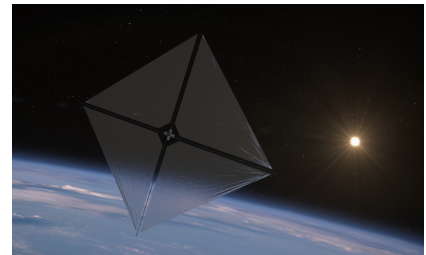


Figura: [www.nasa.gov/general/nasa-next-generation-solar-sail-boom-technology-ready-for-launch](http://www.nasa.gov/general/nasa-next-generation-solar-sail-boom-technology-ready-for-launch).

Quando um feixe de intensidade de  $I$  (energia por unidade de tempo por unidade de área) incide perpendicularmente em uma vela perfeitamente refletora de área  $A$  a força de radiação  $F_r$  é dada por

$$F_r = \frac{2IA}{c},$$

onde  $c$  é a velocidade da luz no vácuo.

Considere uma sonda espacial impulsionada por uma vela solar de área  $A = 80 \text{ m}^2$ , de superfície perfeitamente refletora, orientada perpendicularmente aos raios solares em uma região do espaço na qual a intensidade deles é  $I = 1400 \text{ J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ .

- Determine a força da radiação exercida sobre a vela.
- Considerando que a propulsão a vela solar é análoga à propulsão a vela de um barco, quais são os análogos na propulsão do barco a vela ao (i) feixe de luz e (ii) aos fótons?
- Como a orientação da vela influencia sobre a força de radiação exercida sobre ela. Em qual orientação a força é máxima? Em qual é mínima? Faça diagramas.

**Questão 7.** Júlio Verne pode ser considerado o criador do gênero literário de ficção científica. Em 1873, ele publicou o romance de aventura *A Volta ao Mundo em 80 Dias* no qual a rapidez e a integração dos transportes são destaques da trama.

Considerando uma viagem de volta ao mundo que dura exatamente 80 dias, determine a velocidade escalar média (rapidez média) dos viajantes, em km/h, nos casos:

- A viagem é feita ao longo do equador.
- A viagem é feita ao longo do paralelo de latitude  $30^\circ$  norte.



### Questão 8.

Um pixel é o menor elemento da tela de um dispositivo eletrônico digital ao qual se pode definir uma cor. Ele é formado por três subpixels que emitem luz, em diferentes intensidades, cada um em uma das cores primárias: vermelha, verde e azul. Como um pixel é muito pequeno, em distâncias típicas de observação, nossa visão o percebe como sendo um ponto de uma cor uniforme dada pela mistura das cores primárias na proporção das intensidades da luz emitida por seus subpixels.

O sistema RGB, acrônimo dado pelas iniciais em inglês das cores primárias vermelho (red), verde (green) e azul (blue) pode ser usado para identificar as possíveis cores emitidas por um pixel. Em geral, neste sistema a cor de um pixel é dada pela tripla ordenada  $(R; G; B)$ , onde  $R$ ,  $G$  e  $B$ , indicam respectivamente as intensidades emitidas por seus subpixels vermelho, verde e azul.

Considere um dispositivo digital antigo onde cada sub-pixel pode emitir luz em 16 intensidades, onde a intensidade 0 indica que o sub-pixel não emite luz (está apagado) e a intensidade 15 indica que ele está emitindo em sua intensidade máxima. No modelo RGB, a cor  $(0; 0; 0)$  é preta e a cor  $(15; 0; 0)$  é a cor vermelha mais intensa.

- (a) Qual tripla RGB se refere à cor amarela mais intensa?
- (b) Quando tons de cinza este dispositivo pode apresentar? Escreva os códigos RGB dos cinzas mais claro, intermediário, e mais escuro.
- (c) Quantas cores, incluindo branco, preto e tons de cinza, o dispositivo pode apresentar?