

## Olimpíada Brasileira Online de Física

2ª Fase - 26 e 27 de outubro de 2025

Nome: \_\_\_\_\_

Série: \_\_\_\_\_

Nível MN  
Ensino Fundamental  
8ª e 9ª séries

### Instruções de Prova

I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos das **8ª e 9ª séries do ensino fundamental**. Ela contém **10** questões.

II. A duração máxima desta prova é de **quatro horas**. Além do tempo de prova, serão concedidos **5 minutos** correspondentes ao preenchimento online do gabarito.

III. A prova deve ser feita individualmente e não é permitido falar sobre a solução das questões durante o período de aplicação da prova **dias 26 e 27 de outubro de 2025**.

IV. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use:  $\pi = 3,0$ ;  $\sqrt{2} = 1,4$ ;  $\sqrt{3} = 1,7$ ;  $\sqrt{5} = 2,2$ ;  $\sin 30^\circ = 0,50$ ;  $\cos 30^\circ = 0,85$ ;  $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,70$ ; aceleração gravitacional na superfície da terra  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ; calor específico da água líquida  $c_a = 1 \text{ cal/(g } ^\circ\text{C)}$ ; calor latente de fusão do gelo  $L = 80 \text{ cal/g}$ ;  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ ; densidade da água líquida  $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$ .

Apoio:



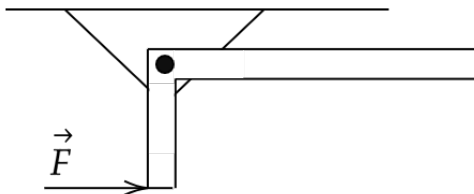


**Curiosidades:**

Herch Moysés Nussenzveig (São Paulo, 16 de janeiro de 1933 – Rio de Janeiro, 5 de novembro de 2022), homenageado nesse nível, foi um físico, pesquisador e professor universitário brasileiro de origem judaica. Grande oficial da Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico e membro da Academia Brasileira de Ciências, Moysés era professor emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi presidente da Sociedade Brasileira de Física de 1981 a 1983. Recebeu em 1986 o Prêmio Max Born, outorgado pela Optical Society a cientistas que tenham dado contribuições significativas no campo da óptica. Moysés contribuiu bastante para o ensino de física no Brasil com sua coleção de livros “Física Básica”, os quais são usados amplamente em diversas universidades brasileiras.



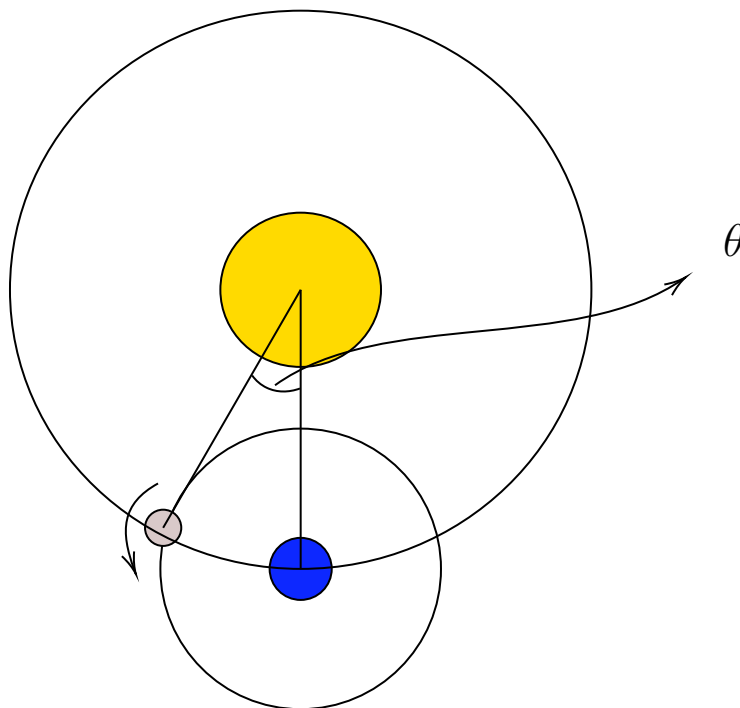
**Questão 1.** Uma barra homogênea de largura e espessura uniformes e pequenas, em forma de L, é articulada sem atrito e é sustentada por uma força perpendicular  $\vec{F}$ . A parte horizontal tem comprimento  $x$ , já a parte vertical tem comprimento  $y$ . Sendo  $m$  a massa total da barra, calcule:



- a) a massa da parte horizontal  $m_h$  e vertical  $m_v$ . Deixe sua resposta em função de  $m$ ,  $x$  e  $y$
- b) a intensidade da força  $F$ . Deixe sua resposta em função de  $m$ ,  $g$ ,  $x$  e  $y$

**Questão 2.** Em um curioso sistema, o planeta Alves percorre uma órbita circular de raio  $R$  em torno da estrela Praca. Além disso, o planeta Alves rotaciona em torno do seu próprio eixo com um período  $S_A$  e a lua James percorre uma órbita circular de raio  $r \ll R$  em torno do planeta com um período  $S_J < S_A$ . Considere que a rotação de Alves ocorre no mesmo plano que a translação de James e que a massa de Alves é muito menor que a de Praca, mas muito maior que a de James.

- (a) Supondo que a rotação de Alves ocorre no mesmo sentido que a translação de James, encontre o período para que uma mesma configuração entre os dois corpos se repita. Deixe seu resultado em função de  $S_A$  e  $S_J$ . (2,5pts)
- (b) Supondo que a rotação de Alves ocorre no sentido oposto que a translação de James, encontre o período para que uma mesma configuração entre os dois corpos se repita. Deixe seu resultado em função de  $S_A$  e  $S_J$ . (2,5pts)
- (c) Agora, observa-se um momento em que James está a uma distância  $R$  de Praca. Veja a figura fora de escala para entender melhor:



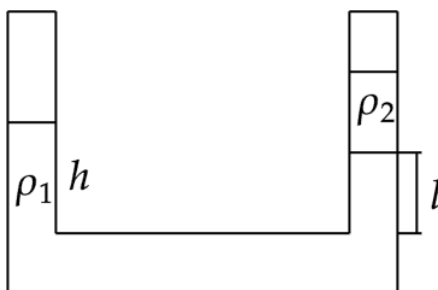
Encontre uma expressão aproximada para o ângulo  $\theta$  mostrado na figura. Deixe sua resposta em função de  $R$  e  $r$ . (2pt)

- (d) Considerando que a translação de James em torno de Alves ocorre no sentido mostrado na figura, encontre, aproximadamente, o tempo necessário desde da situação do item anterior até que James esteja a uma distância  $R$  de Praça novamente. Deixe sua resposta em função de  $S_J$ ,  $r$  e  $R$ . (3pts)

**Questão 3.** Uma esfera de metal (com volume igual  $V = 1\text{L}$ , massa de  $200\text{kg}$  e calor específico  $c = 900\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ) está em uma temperatura inicial de  $800^\circ\text{C}$  é colocada em um reservatório de água com temperatura inicial de  $70^\circ\text{C}$ .

- (a) Calcule o volume submerso da esfera no começo, em litros, antes das trocas de calor começarem. (3pts)
- (b) Calcule a temperatura de equilíbrio do sistema. (4pts)
- (c) Calcule a massa final de água líquida de no sistema. Quanto calor adicional ao sistema é necessário para que toda a água seja vaporizada? (3pts)

**Questão 4.** Um tubo em u contém dois líquidos imiscíveis de densidades diferente conforme a figura a seguir. Qual é a diferença da altura dos líquidos entre os dois tubos?





**Questão 5.** Ao descobrir que o canal *Cartoon Network* havia sido retirado do ar, Takashi decidiu, por uma última vez, reassistir aos desenhos que marcaram sua infância. Durante os episódios de seu desenho favorito, *Hora de Aventura*, ele percebeu algo curioso: independentemente da época do ano, o castelo do Rei Gelado, feito inteiramente de gelo, nunca derretia.

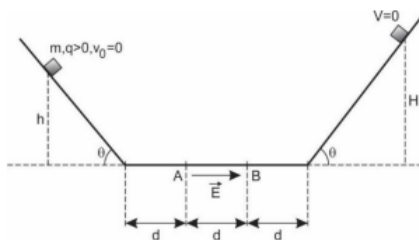
Intrigado, Takashi resolveu analisar um episódio em especial, no qual o Rei de Fogo estava presente — e, mesmo assim, o castelo não derreteu. Considere que o Rei de Fogo emite uma potência de  $20000 \text{ cal/s}$  ( $2 \text{ kcal/s}$ ), e que o castelo de gelo possui calor específico  $c = 1 \text{ cal/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$  e calor latente de fusão  $L_f = 80 \text{ cal/g}$ . Admita ainda que o castelo recebe apenas essa fonte de calor, sem trocas térmicas com o ambiente, e que o calor é distribuído uniformemente por toda a massa do castelo, sem ocorrer derretimento parcial ou fenômenos superficiais.

- Considerando que o Rei de Fogo permaneceu próximo ao castelo durante um intervalo de 20 min, determine o **calor total** emitido pelo Rei de Fogo nesse período. (2,5)
- Suponha que a temperatura inicial do castelo seja  $0^\circ\text{C}$ . Determine a **menor massa de gelo** necessária para que o castelo permaneça completamente no estado sólido durante todo o tempo em que o Rei de Fogo emite calor. (3,0)
- Suponha agora que o castelo possua o formato de uma pirâmide de base **triangular**, cuja área da base é  $30 \text{ m}^2$  e altura 10 m. Sabendo que a massa mínima do castelo é a obtida no item (b), determine a **densidade do gelo** em  $\text{g/cm}^3$ . (4,5)

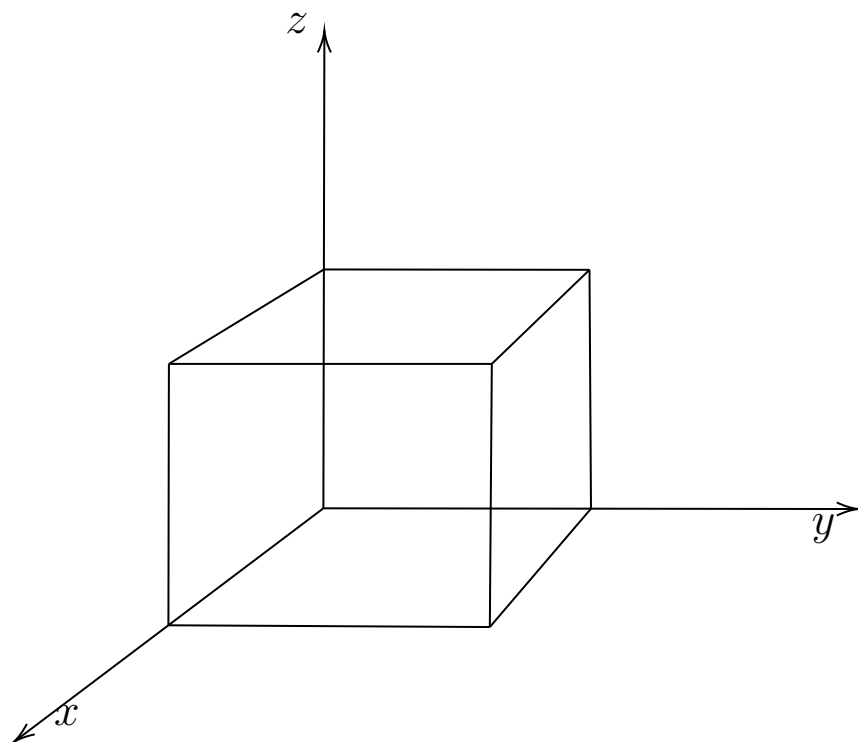
**Questão 6.** Do ponto A ao ponto B, cuja distância é  $s$ , partiram dois automóveis: o primeiro iniciou o movimento a partir do repouso com aceleração constante; o segundo, com uma velocidade inicial  $v$ , freou com uma aceleração constante de tal forma que, ao final do percurso no ponto B, parou completamente. Em direção a eles, partindo do ponto B, saiu simultaneamente um terceiro automóvel com uma velocidade constante e desconhecida  $u$ . Ele terminou sua viagem no ponto A ao mesmo tempo em que os dois primeiros automóveis chegavam ao ponto B.

- Qual velocidade  $v_1$  o primeiro automóvel tinha no final de seu percurso? (2,0)
- Com que velocidade  $u$  o terceiro automóvel se movia? (2,0)
- Quanto tempo passou entre os encontros do terceiro automóvel com o primeiro e o segundo? (6,0)

**Questão 7.** Um bloco de massa  $m$  e carga  $q > 0$  foi abandonado de um plano inclinado a uma altura  $h$ . Ele passa por um trecho horizontal onde do início ao ponto A o coeficiente de atrito do bloco com o chão é  $\mu$  e do ponto A até o ponto B há um campo elétrico de acordo com a imagem abaixo. Qual a altura  $H$  que o bloco chegará?



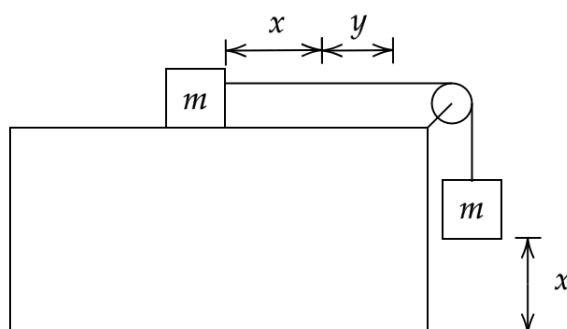
**Questão 8.** Um cubo de lado  $L = 1 \text{ m}$ , massa  $m = 10 \text{ kg}$ , calor específico  $c = 500 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$  e temperatura inicial  $T_0 = 0^\circ\text{C}$  sofre uma variação de temperatura  $\Delta T = 100^\circ\text{C}$  que o faz expandir. Considere que nenhuma das faces do cubo está oculta e que todas recebem calor da mesma maneira. Veja a figura fora de escala:



- (a) Considere que os coeficientes de dilatação de cada eixo são  $\alpha_x = 1 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ ,  $\alpha_y = 2 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$  e  $\alpha_z = 5 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ , para respectivamente para os eixos x, y e z. Calcule cada um dos novos lados do objeto e seu novo volume.  
(2,5pts)
- (b) Agora, o objeto já dilatado é trazido para um reservatório de água. Após trocas de calor, o objeto volta a sua temperatura anterior ao encontrar seu equilíbrio térmico junto com os 50kg de água de um reservatório. Antes das trocas de calor, a água estava a  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ . Determine a temperatura de equilíbrio do sistema e o volume submerso final do cubo, em litros. A dilatação da água pode ser desprezada.  
(7,5pts)

**Questão 9.** O filho de Globig, Globig Jr., estava brincando com o conjunto de polias e massas de seu pai, conforme ilustrado na figura. Demonstrando sua inteligência, ele decidiu utilizar duas massas idênticas para determinar o coeficiente de atrito cinético  $\mu$  entre os blocos e a superfície.

Para isso, montou o sistema mostrado e liberou ambos os blocos a partir do repouso. Durante o movimento, o bloco inferior desceu percorrendo uma distância  $x$ , enquanto o bloco superior deslocou-se uma distância  $x + y$ . Considere que após o bloco cair no chão sua velocidade zera, as polias e os fios são ideais, e que, sempre que o fio não estiver tensionado, sua tração seja nula.





## Olimpíada Brasileira Online de Física

---



- a) Faça o diagrama de forças de ambos os blocos antes que o bloco inferior encoste no chão.
- b) Determine a velocidade do bloco superior no instante em que o bloco inferior encosta no chão. Deixe sua resposta em função de  $g$ ,  $\mu$  e  $x$ .
- c) Faça o diagrama de forças do bloco superior após o bloco inferior já ter caído no chão.
- d) Determine o coeficiente de atrito cinético  $\mu$  em função de  $x$  e  $y$ .

**Questão 10.** Prostaferese é um artifício matemático que nos ajuda a somar senos e cossenos. É muito utilizado em óptica-física, como na demonstração do experimento de fenda dupla de Young. Neste exercício, seu objetivo é provar que:

$$\sin(x) + \sin(y) = 2\sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

sabendo que:

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin(\alpha)\cos(\beta) \pm \sin(\beta)\cos(\alpha)$$

(Dica: escreva seus ângulos como um sistema de soma e diferença e expanda as coisas!)