

SIMULADO NOIC
OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA
1ª Fase - 30 de maio de 2024

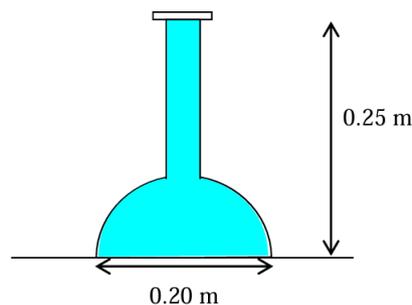
Nível 3
Ensino Médio
3º e 4º Anos

Escrito por Lucas Tavares, Alex Carneiro, João Pepato, Pedro Tsutie, Lucas Praça, Felipe Brandão, João Victor Evers, Arthur Gurjão

Instruções de Prova

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da **3ª e 4ª séries do nível médio**. Ela contém **20** questões. Cada questão tem valor de 1 ponto e a prova um total de 20 pontos.
2. Cada questão tem 5 alternativas de resposta e apenas uma delas é correta.
3. A duração máxima desta prova é de **quatro** horas.
4. Não é permitido o uso de calculadoras.
5. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: $\pi = 3,0$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sqrt[3]{2} = 1,26$; $\sin 30^\circ = 0,50$; $\cos 30^\circ = 0,85$; $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,70$; 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 $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$.

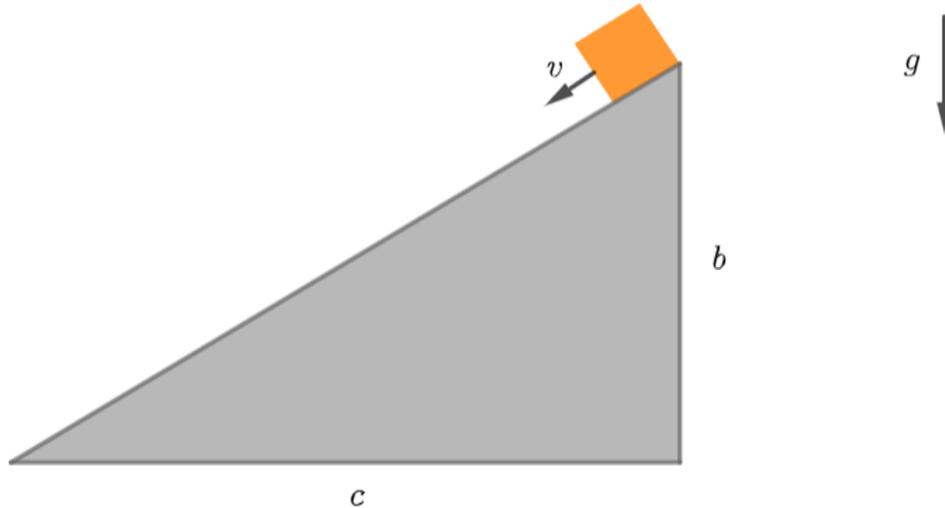
Questão 1. A figura abaixo mostra um recipiente de base hemisférica de diâmetro igual a 20 m. A altura total é 0,25 m. O recipiente é preenchido até a borda com 2,5 L de água e então selado com uma tampa de vidro.



Qual a força exercida pela água na parte curvada do hemisfério?

- a) 0 N
- b) 78,5 N
- c) 53,5 N
- d) 25 N
- e) 21,5 N

Questão 2. Um pequeno bloco desce um plano inclinado com atrito, conforme demonstrado na figura. Sabendo que os catetos do triângulo que forma o plano inclinado são b e c , como mostrado na figura, g é a aceleração da gravidade no local e μ é o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e o plano inclinado. Pode-se concluir que o tempo que o bloco leva para percorrer todo o plano inclinado é dado por:



- a) $\sqrt{\frac{2(b^2 + c^2)}{g(b - \mu c)}}$
 b) $\sqrt{\frac{2(b^2 + c^2)}{g(b + \mu c)}}$
 c) $\sqrt{\frac{2(b^2 + c^2)}{gb}}$
 d) $\sqrt{\frac{c^2}{g(b + \mu c)}}$
 e) $\sqrt{\frac{b^2}{g(b + \mu c)}}$

Questão 3. Certo dia, Epylau e Baleko começaram a discutir sobre as mais diversas propriedades dos ímãs. Durante essa discussão, ambos hipóteses pontos muito interessantes:

- I. Se um ímã for muito aquecido, ele pode perder suas propriedades magnéticas;
- II. Nem sempre uma bússola vai apontar para os polos geográficos da Terra;
- III. Os ímãs não conseguem atrair todos os tipos de metal.

Julgue quais afirmativas são verdadeiras.

- a) II
 b) III
 c) I e III
 d) II e III
 e) I, II e III

Questão 4. A magnitude do torque em uma partícula de massa 1 kg é 2,5 N m em relação à origem. Se a força que age sobre ela é 1 N e a distância da partícula em relação à origem é 5 m, então o ângulo entre a força e o vetor posição é:

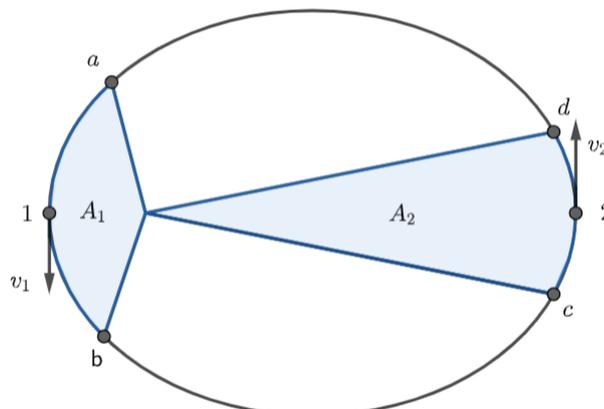
- a) 30°
- b) 45°
- c) 60°
- d) 75°
- e) 90°

Questão 5. Na noite do último sábado (18/05), várias cidades de Portugal e Espanha foram agraciadas com a deslumbrante visão de um cometa que iluminou os céus com tonalidades azul e verde. Segundo a Agência Espacial Europeia (ESA), o fenômeno é bastante raro. O cometa cruzou os céus da Península Ibérica a uma impressionante velocidade de 45 km/s antes de se desintegrar sobre o Atlântico, resultando em diversas imagens virais, como a mostrada abaixo:



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=BKPOU8GWC24> e <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/cometa-ilumina-os-ceus-de-portugal-e-espanha-veja-video/>

Considerando que o sistema entre o meteoro e o planeta Terra é um sistema binário e que o cometa segue uma órbita elíptica, os pontos a, b, c, d, 1 e 2 representam a posição do cometa em um determinado instante.



I. Caso $A_1 = A_2$, o intervalo de tempo percorrido entre os pontos a e b é o mesmo que entre c e d

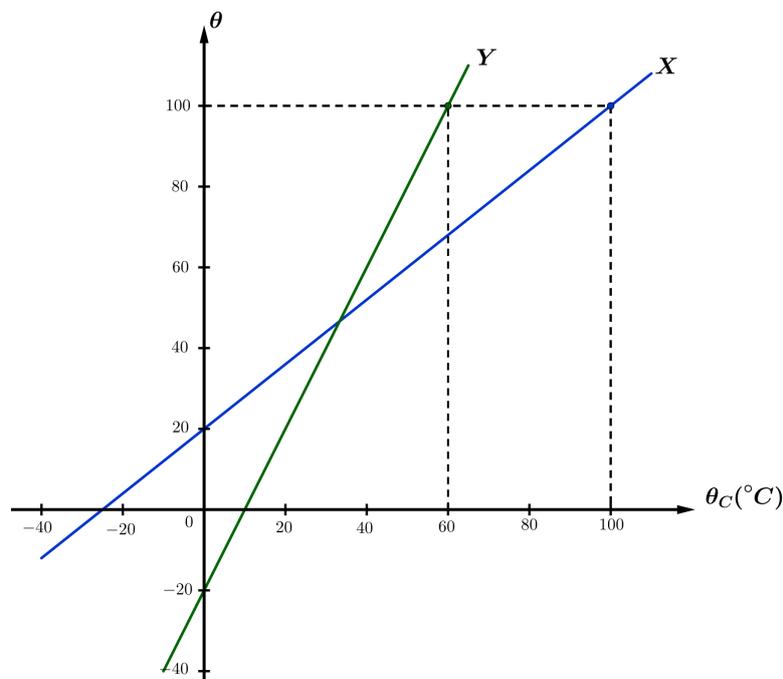
II. $v_1 > v_2$

III. A aceleração é máxima no ponto 1

São corretas as alternativas:

- a) I
- b) I, II
- c) I, II, III
- d) I, III
- e) II, III

Questão 6. Ualype é um jovem muito curioso e amante de termômetros. Ele criou duas escalas de temperatura X e Y cujo comportamento é descrito pelo gráfico abaixo. Onde θ_C é a temperatura de cada uma na Escala Celsius.



Existe uma escala termométrica famosa que chamaremos de δ que se relaciona da seguinte forma com as escalas de Ualype:

$$\Delta\theta_{\delta} = \frac{1}{2}\Delta\theta_Y \text{ e } 20^{\circ}\delta = 36^{\circ}X$$

Qual é a escala δ ?

- a) Réaumur;
- b) Kelvin;
- c) Fahrenheit;
- d) Celsius;
- e) Nenhuma das outras.

Questão 7. Em seu laboratório de física, Gabriel possui esferas de diferentes raios de um metal condutor. Ele decide carregar uma esfera A de raio R com uma carga $+2Q$ e uma esfera B de raio $3R$ com uma carga $-Q$. Depois de carregadas, ele liga-as por um fio condutor. Calcule a carga final em cada esfera.

- a) Esfera A : $-\frac{1}{2}Q$ e Esfera B : $+\frac{3}{2}Q$;
- b) Esfera A : $+2Q$ e Esfera B : $-Q$;
- c) Esfera A : $+\frac{1}{4}Q$ e Esfera B : $+\frac{3}{4}Q$;
- d) Esfera A : $+\frac{1}{10}Q$ e Esfera B : $+\frac{9}{10}Q$;
- e) Esfera A : $+\frac{1}{2}Q$ e Esfera B : $+\frac{1}{2}Q$;

Questão 8. Duas molas de constantes elásticas k_1 e k_2 , respectivamente, são conectadas em série, como mostrado da figura, e puxadas por uma força constante. Qual a razão entre suas energias potenciais, U_1/U_2 ?



- a) 1
- b) k_1/k_2
- c) k_2/k_1
- d) $(k_1/k_2)^2$
- e) $(k_2/k_1)^2$

Questão 9. Alex chega em casa depois de uma longa tarde cuidando de diferentes tarefas, dirigindo para vários cantos na cidade e andando no sol escaldante de Fortaleza. Tudo que ele mais quer agora é comer uma tigela de açaí bem gelado. Ele retira 1 kg da polpa da fruta do congelador a $-10\text{ }^\circ\text{C}$ (envolvida numa embalagem de plástico de capacidade térmica desprezível), e vai descongelá-la deixando em cima da pia em contato com o ar ambiente. Mas ele sabe que se somente fizer isso, vai demorar cerca de 3 horas para conseguir descongelar o suficiente para comer. Então ele tem outra ideia, ele deixa-a dentro de uma bacia com 2 L de água a $30\text{ }^\circ\text{C}$. Em cerca de 15 minutos, 25% do açaí descongelou e ele agora pode cortar e misturar com a parte líquida para conseguir uma consistência levemente cremosa e sólida. Considerando as trocas de calor com o ambiente desprezíveis, ache a que temperatura chega a água no momento que o açaí fica ideal para comer. Dados: calor específico do açaí congelado = $0,5\text{ cal/g }^\circ\text{C}$ e calor latente de fusão do açaí = 60 cal/g .

- a) $23,5\text{ }^\circ\text{C}$;
- b) $27,5\text{ }^\circ\text{C}$;
- c) $5,0\text{ }^\circ\text{C}$;
- d) $20,0\text{ }^\circ\text{C}$;
- e) $15,0\text{ }^\circ\text{C}$;

Questão 10. A União Soviética lançou o primeiro satélite artificial, o Sputnik, em órbita ao redor da Terra em 4 de outubro de 1957, mas menos conhecido é que, pouco mais de um mês antes, eles testaram com sucesso o primeiro míssil balístico intercontinental ou ICBM. Ele poderia entregar uma ogiva nuclear da União Soviética a cidades da costa leste dos EUA, em cerca de 30 minutos. Diante dessa ameaça, um pesquisador da Boeing chamado Jerry Pournelle teve a ideia de uma arma espacial. Poderia atingir qualquer local da Terra na metade desse tempo, apenas 15 minutos. Poderia destruir alvos enterrados a 30 metros de profundidade, como os silos onde as armas nucleares soviéticas eram guardadas. E teoricamente poderia interceptar o ICBM em pleno voo. Seu conceito era colocar pedaços de tungstênio do tamanho de postes no espaço, em órbita. Para que esses pedaços de tungstênio pudessem cair sobre um alvo basicamente a qualquer momento. A ideia era que quando uma dessas Varas de Deus, como eram chamadas, atingisse o alvo, uma energia similar as das bombas convencionais mais poderosas. Calcule a energia cinética que liberaria uma dessas armas, sabendo que elas tinham uma massa igual a 10 T e atingiam velocidades de 3,0 km/s.



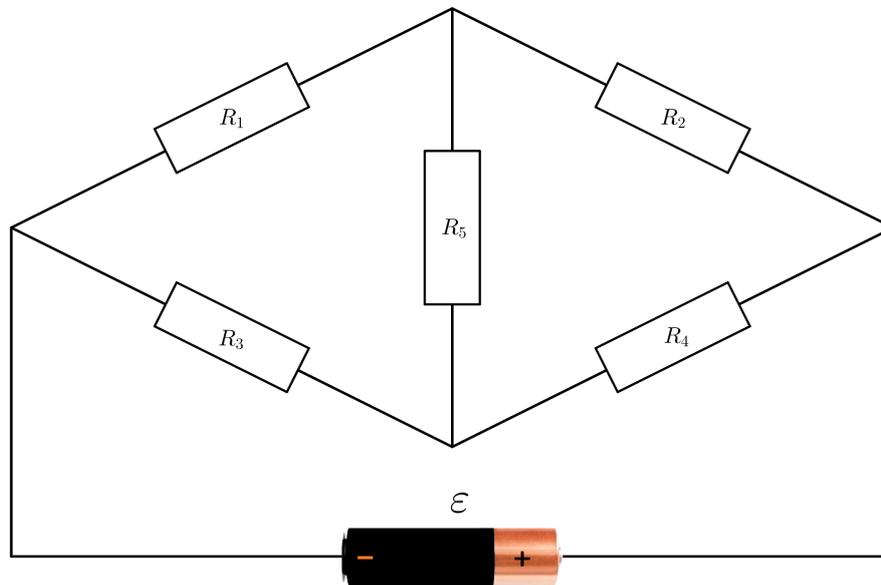
Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=J_n1FZaKzF8

- a) $4,5 \cdot 10^1$ GJ;
- b) $9,0 \cdot 10^1$ GJ;
- c) $1,5 \cdot 10^2$ GJ;
- d) $1,5 \cdot 10^1$ MJ;
- e) $3,0 \cdot 10^1$ MJ;

Questão 11. Dois corpos de massas m_1 e m_2 estão em um plano horizontal conectados por uma mola. O coeficiente de atrito entre as massas e o plano é μ e a constante elástica da mola é k . Vitor, uma criança muito atenta, começa a puxar a massa m_1 até que m_2 esteja na iminência de movimento. Qual é o trabalho realizado por Vitor?

- a) $\tau = \frac{\mu^2 m_2^2 g^2}{k}$
- b) $\tau = \frac{\mu^2 m_2^2 g^2}{2k}$
- c) $\tau = \mu^2 g^2 \frac{m_2}{k} \left(m_1 + \frac{m_2}{2} \right)$
- d) $\tau = \mu^2 g^2 \frac{m_1}{k} \left(m_2 + \frac{m_1}{2} \right)$
- e) $\tau = 0$

Questão 12. O circuito mostrado abaixo é montado por Wesley, que procura investigar configurações interessantes de resistores.



A pilha, de 10 V, está fornecendo energia ao circuito composto por 5 resistores de valores $R_1 = 3,0 \Omega$, $R_2 = 4,0 \Omega$, $R_3 = 6,0 \Omega$, $R_4 = 16 \Omega$ e $R_5 = 10 \Omega$. Wesley decide trocar o resistor 4 por um de outro valor, e decide medir as correntes em todos os resistores. Quando faz isso, descobre que o resistor 5 está em curto! Qual a nova resistência do resistor 4? E qual a corrente total que está passando pelo circuito nesta nova configuração?

- a) $R'_4 = 2 \Omega$ e $I \approx 2,7 \text{ A}$;
- b) $R'_4 = 4,5 \Omega$ e $I \approx 2,4 \text{ A}$;
- c) $R'_4 = 4,5 \Omega$ e $I \approx 2,1 \text{ A}$;
- d) $R'_4 = 8,0 \Omega$ e $I \approx 2,4 \text{ A}$;
- e) $R'_4 = 8,0 \Omega$ e $I \approx 2,1 \text{ A}$;

Questão 13. O renomado cinetista Pé de Pato estava estudando propriedades de partículas sobre o efeito de campos eletromagnéticos, quando teve que realizar alguns experimentos. Então, Pé de Pato decidiu construir um acelerador de partículas de raio $R = 10,0 \text{ cm}$ em seu quintal. Para o seu experimento funcione, as partículas devem realizar um movimento circular e uniforme sob a presença de um campo magnético B uniforme e perpendicular ao movimento das partículas. Considerando que a partícula que Pé de Pato está estudando tenha massa $M = 6,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, carga $q = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e que $B = 0,5 \text{ T}$, qual deve ser, aproximadamente o pontecial, em kV, no qual a partícula deve ser acelerada a partir do repouso para que Pé pato consiga estudá-la?

- a) 0,30
- b) 0,60
- c) 3,00
- d) 4,50
- e) 6,00

Questão 14. Um recipiente termicamente isolado contendo um gás ideal com massa molar M e coeficiente de expansão adiabática $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ se move com velocidade v . De repente, o recipiente para. Encontre o aumento de temperatura subsequente.

a) $\Delta T = \frac{Mv^2(\gamma - 1)}{2R\gamma}$

b) $\Delta T = \frac{Mv^2\gamma}{2R}$

c) $\Delta T = \frac{Mv^2(\gamma - 1)}{2R}$

d) $\Delta T = \frac{Mv^2}{2R}$

e) Não há aumento de temperatura, uma vez que o gás não recebeu calor.

Questão 15. Durante uma apresentação teatral, Takashi teve que andar sobre uma prancha uniforme de 2 m de comprimento que pesa 5 kg. Para que Takashi não tombasse para a direita, foi colocada uma bola de massa $m = 30$ kg, como mostra a figura. Calcule a maior distância que Takashi pode estar da bola, em cm, sem que ele tombe. Considere que a massa de Takashi seja 60 kg



- a) 9
- b) 15
- c) 30
- d) 35
- e) 55

Questão 16. A velocidade de um corpo é descrita pela função $v = \alpha \cdot s^{\frac{3}{2}}$, onde s é a distância percorrida. Qual é trabalho total feito nesse corpo em função da distância percorrida?

a) $\tau = \frac{3}{2}m\alpha^2s^3$

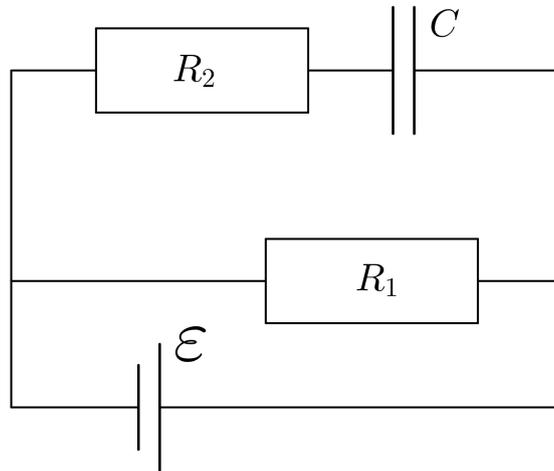
b) $\tau = m\alpha^2s^{\frac{3}{2}}$

c) $\tau = m\alpha^2s^{\frac{1}{2}}$

d) $\tau = \frac{1}{2}m\alpha^2s^{\frac{1}{2}}$

e) 0

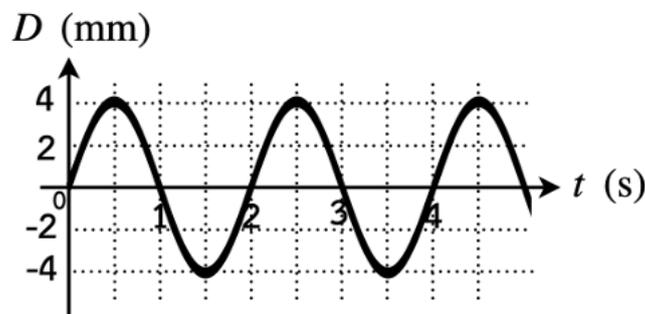
Questão 17. Lucas, tentando investigar o comportamento de capacitores em circuitos, montou a configuração abaixo:



O circuito consiste de um gerador $\varepsilon = 8,0 \text{ V}$, um capacitor previamente descarregado, e dois resistores $R_1 = 6,0 \Omega$ e $R_2 = 12 \Omega$. Lucas mede a corrente que passa pelo gerador em dois momentos, um logo após ligar o circuito e outro depois que um longo tempo passou. Que valores de corrente ele mediu em cada momento?

- a) $I_1 \approx 0,45 \text{ A}$ logo após ligar e $I_2 \approx 1,3 \text{ A}$ após muito tempo ;
- b) $I_1 = 4,0 \text{ A}$ logo após ligar e $I_2 \approx 1,3 \text{ A}$ após muito tempo ;
- c) $I_1 \approx 1,3 \text{ A}$ logo após ligar e $I_2 = 4,0 \text{ A}$ após muito tempo ;
- d) $I_1 = 4,0 \text{ A}$ logo após ligar e $I_2 \approx 0,67 \text{ A}$ após muito tempo ;
- e) $I_1 \approx 1,3 \text{ A}$ logo após ligar e $I_2 = 0,75 \text{ A}$ após muito tempo ;

Questão 18. O gráfico abaixo mostra o deslocamento (D) de um meio em $x = 0,0 \text{ cm}$ em função do tempo (t) para uma onda viajando na direção $+x$ a uma velocidade de $5,0 \text{ cm/s}$. Determine o comprimento de onda desta onda.



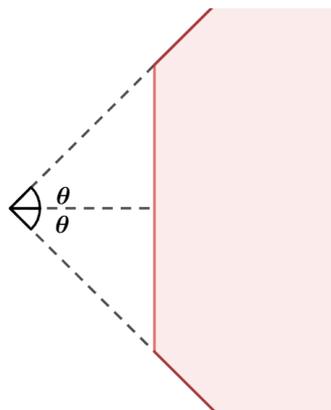
- a) 2,0 cm
- b) 5,0 cm
- c) 8,0 cm
- d) 10 cm
- e) 12 cm

Questão 19. Um recipiente de 40 litros contém um gás ideal à temperatura de 0 graus Celsius. Uma porção do gás escapa, e a pressão 0,2 atm, com a temperatura se mantendo constante. Encontre a massa de gás que vazou. A densidade do gás sob condições normais de temperatura e pressão é $\rho = 1,5 \text{ g/L}$.

- a) 12 g
- b) 60 g
- c) 15 g
- d) 40 g
- e) 8 g

Questão 20. A relatividade é uma teoria fundamental da física desenvolvida por Albert Einstein no início do século XX. Ela vem em duas formas principais: relatividade especial e relatividade geral. Ela tem implicações profundas para a nossa compreensão do universo, influenciando campos como a cosmologia, a física de partículas e até mesmo a nossa vida cotidiana através de tecnologias como o GPS, que depende de correções da relatividade especial e geral para manter a precisão.

Gurjão, ansioso pelos experimentos de relatividade na seletiva de física, segura um laser que possui um cone de luz com abertura 2θ e frequência f no seu referencial de repouso, , assim como mostra a figura, e corre com uma velocidade igual a $\frac{3c}{5}$ em relação ao referencial da terra, onde c é a velocidade da luz no vácuo.



- I. O fator de lorentz γ de Gurjão, que descreve a maioria das transformações relativísticas é maior que a unidade.
- II. Enquanto ele corre, a abertura angular do cone de luz diminui.
- III. Para tentar impedi-lo de provocar um acidente, JV entra sua sua frente e vai ao seu encontro com uma velocidade de $\frac{4c}{5}$, observando assim fótons se propagando com velocidade c e frequência $f' > f$.
- IV. Agora JV resolveu a juntar-se com Gurjão em sua brincadeira e corre com a mesma velocidade que ele. Um vizualiza o outro a uma distância L , sendo que o Gurjão começa à frente (em relação ao sentido positivo da velocidade). Ambos ligam a lanterna simultaneamente. Na terra, um observador assiste a situação e vê a lanterna de Gurjão acender antes da de JV.

Considerando o contexto da relatividade restrita, avalie as afirmativas em verdadeiro ou falso.

- a) V, V, V, F
- b) F, F, V, V
- c) F, V, V, V
- d) V, V, F, F
- e) V, V, F, V