Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas 2026

Realização | Apoio

2ª FASE – NÍVEL A (alunos(as) do 9º ano – Ensino Fundamental)

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO

01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Ela contém cinco **questões teóricas e um procedimento experimental com três questões.**

02) Além deste caderno com as questões, você deve receber um Caderno de Resoluções. Leia atentamente todas as instruções deste caderno e do Caderno de Resoluções antes do início da prova.

03) A duração desta prova é de **quatro horas e trinta minutos**, com uma extensão de **até trinta (30) minutos**, devendo o aluno permanecer na sala por no **mínimo noventa (90) minutos.**

01. Desde sua formação, a Terra possui uma fonte de energia externa: o Sol. A energia solar chega à superfície terrestre na forma de luz, e um dos efeitos diretos dessa incidência é o aquecimento da região que a absorve. Como a Terra está em rotação constante, as diferentes regiões do planeta têm sua temperatura variando em ciclos diários que também se modificam ao longo das estações do ano.



Nauru é uma ilha do Oceano Pacífico situada praticamente sobre a linha do Equador. No interior do Quênia — país africano —, existe uma fazenda com área equivalente à de Nauru, com altitude próxima ao nível do mar e igualmente localizada quase sobre a linha do Equador. A temperatura máxima diária em Nauru fica entre 30 °C e 32 °C, enquanto na fazenda mencionada varia entre 35 °C e 36 °C.

Com base nas informações acima, responda às questões a seguir.

a) Desconsiderando a influência das nuvens, a quantidade de energia solar que incide sobre Nauru é maior ou menor do que a que incide sobre a fazenda? Apresente possíveis causas para a diferença de temperatura máxima descrita entre essas duas localidades.

b) A energia solar que atinge a Terra é, direta ou indiretamente, a fonte primária da maioria das formas de energia encontradas na natureza. Liste três formas de energia de origem solar e descreva resumidamente o processo que, partindo da energia solar, leva ao armazenamento ou manifestação de cada uma delas.

02. O pé-direito de uma casa corresponde à altura interna de seus cômodos. A planta baixa apresentada na imagem representa a casa de Marcos, cujo pé-direito mede 2,5 m.



Marcos é uma pessoa saudável e, diariamente, cerca de 16 mil litros de ar passam pelos seus pulmões. Em cada litro de ar existem aproximadamente 25 bilhões de trilhões de moléculas, das quais cerca de 20% são moléculas de oxigênio. Os pulmões capturam parte desse oxigênio, que será utilizado em diversos processos químicos responsáveis pela produção de energia no organismo. Entretanto, os pulmões de Marcos conseguem retirar apenas 25% das moléculas de oxigênio presentes no ar que passa por eles.

Com base nos dados apresentados, responda às perguntas a seguir.

a) Considerando que 1 litro corresponde a 1 dm³, determine qual cômodo da casa de Marcos possui volume equivalente ao ocupado por todo o ar que passa diariamente pelos seus pulmões.

b) Sabendo que a produção de cada caloria de energia no corpo humano necessita de 5 milhões de trilhões de moléculas de oxigênio, determine a quantidade de energia produzida diariamente pelo corpo de Marcos.

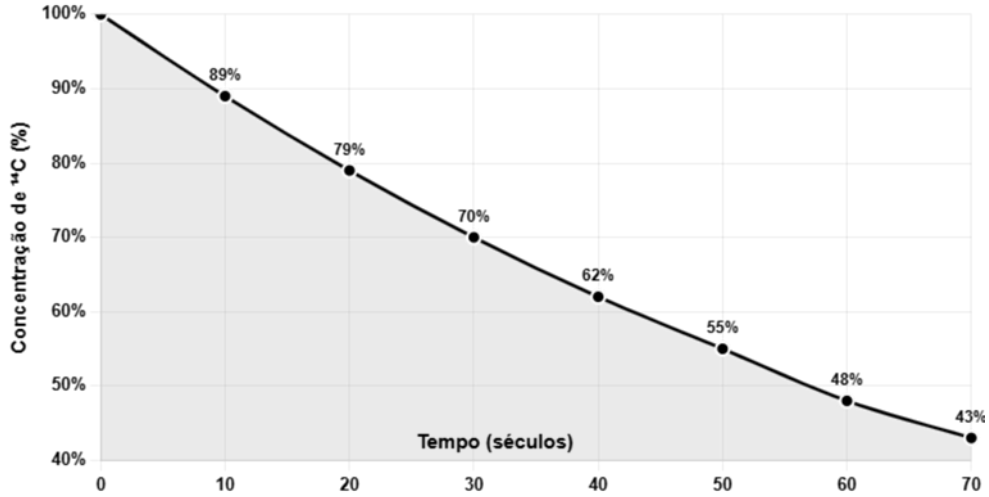
03. Um homem estava no térreo de um prédio, esperando o elevador chegar. Ele segurava uma sacola com a mão direita. A sacola continha 15 kg de mercadorias, o que obrigava o homem a exercer nela uma força para cima para mantê-la suspensa, sem tocar o solo.



Após entrar no elevador e apertar o botão do 10º andar, o elevador iniciou a subida, acelerando rapidamente durante 1 segundo. Ao atingir a velocidade de 5 m/s, passou a se mover com velocidade constante durante 5 segundos. Por fim, no último segundo antes de parar no 10º andar, o elevador desacelerou rapidamente.

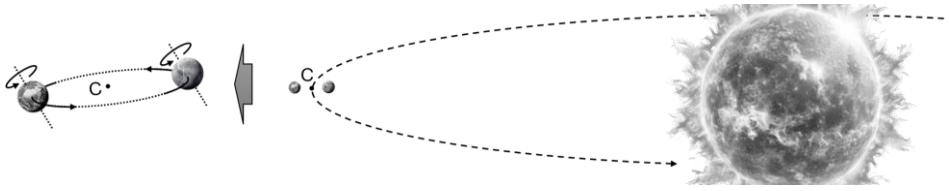
a) Considerando que o movimento acelerado e o retardado foram uniformemente variados, construa um gráfico da velocidade em função do tempo para todo o movimento de subida.
b) Podemos dividir o movimento em três etapas: movimento acelerado, movimento uniforme e movimento desacelerado. Para cada uma dessas etapas, determine se a força exercida pelo homem foi maior, menor ou igual à que aplicava quando estava esperando o elevador chegar. Justifique sua resposta com base na 2ª lei de Newton.

04. Uma das formas mais fascinantes de medir o tempo é a datação por carbono-14. Uma parcela das moléculas de gás carbônico presentes na atmosfera contém carbono desse tipo. As plantas, base das cadeias alimentares, incorporam carbono ao consumir gás carbônico durante a fotossíntese. Por meio delas, todos os seres vivos mantêm um percentual de carbono-14 equivalente ao da atmosfera. Entretanto, o carbono-14 é instável e se transforma espontaneamente em outro elemento químico, o que provoca a redução progressiva desse carbono no organismo a partir do momento da morte, quando o indivíduo deixa de absorver novo carbono. A quantidade de carbono-14 presente nos restos mortais permite estimar há quanto tempo o organismo morreu, desde que tenham se passado algumas dezenas de anos — tempo mínimo necessário para que a redução seja detectável.
O gráfico abaixo mostra a diminuição da concentração de carbono-14 ao longo do tempo, partindo de 100% no momento da morte.



Com base nos dados apresentados, responda às questões a seguir.
a) Uma múmia foi encontrada em uma tumba egípcia. Após as medições necessárias, os cientistas determinaram que a concentração de carbono-14 na múmia correspondia a 66% da encontrada na atmosfera. Há quantos séculos aproximadamente esse indivíduo faleceu?
b) Para os primeiros 10 séculos após a morte, o comportamento do carbono-14 pode ser descrito com boa precisão pela equação $P = 0{,}02T^2 - 1{,}3T + 100$, onde P é o percentual de concentração de carbono-14 em relação ao momento da morte e T é o tempo em séculos. Essa equação permite relacionar os valores com maior precisão do que fazendo a leitura do gráfico. Utilizando esse recurso, calcule a redução percentual de carbono-14 nos restos mortais de um cavaleiro templário que faleceu no ano de 1226 d.C.

05. Considere a seguinte situação hipotética: durante a formação do Sistema Solar, a Lua adquiriu a mesma massa e o mesmo tamanho da Terra. Dessa forma, Terra e Lua passaram a orbitar um centro de massa comum C, localizado exatamente no ponto médio entre elas. Considere que o período dessa órbita mútua seja igual ao período orbital da Lua em torno da Terra em nossa realidade. O ponto C orbita o Sol, completando uma volta no mesmo intervalo de tempo que a Terra leva para orbitar o Sol em nossa realidade. Considere ainda que o plano da órbita da Lua em torno do ponto C esteja inclinado em relação ao plano da órbita de C em torno do Sol pelo mesmo ângulo existente entre o plano orbital da Lua e o plano orbital da Terra em torno do Sol em nossa realidade (aproximadamente 5°).
Além disso, tanto a Terra quanto a Lua realizam rotação em torno de seus próprios eixos com o mesmo período de rotação da Terra real, e seus eixos de rotação possuem a mesma inclinação em relação ao plano orbital em torno do Sol que o eixo da Terra possui em nossa realidade (aproximadamente 23°). Considere que todos os movimentos sejam circulares e ocorram no mesmo sentido.



Com base nessa situação hipotética, responda às questões a seguir:
a) Haveria alguma alteração significativa na duração do dia, do ano, das quatro estações e do ciclo das fases da Lua em relação ao que ocorre em nossa realidade? Justifique sua resposta, definindo cada uma dessas durações a partir dos movimentos descritos.
b) Haveria alguma alteração significativa na frequência de eclipses observados na Terra em comparação com o que ocorre em nossa realidade? Justifique.

Prova Experimental Nível A- OBFEP 2026

Determinação da aceleração da gravidade usando uma distribuição de medidas experimentais

Kit experimental

- haste fixada ao pivô, rolamento
- 2 paredes laterais
- 1 cronômetro
- 1 conector horizontal
- 1 vareta limitadora

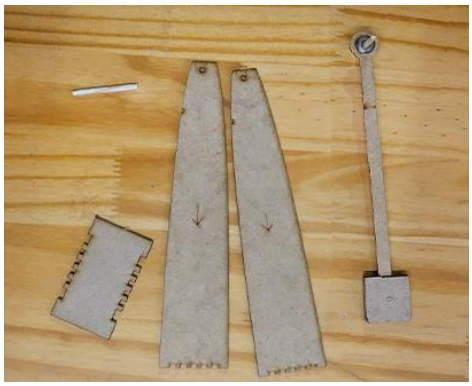


Figura 1

Pêndulo- Teoria

Pêndulo é um sistema mecânico que, sob a ação de forças restauradoras (força peso, força elástica de uma mola), realiza movimentos periódicos de uma massa em torno de um eixo chamado de pivô. O pêndulo pode ser usado para estudar o movimento harmônico simples, medir a aceleração da gravidade etc.

Uma **oscilação** acontece quando o pêndulo, após ser retirado de uma dada posição retorna à posição inicial, ou seja, **ele vai e volta**; o tempo entre ir e voltar é o período T de uma oscilação. Deslocando a haste (vide Figura 2), o pêndulo oscila em torno do ponto de equilíbrio. O período de um pêndulo considerado simples, para pequenos ângulos, é dado pela fórmula

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\ , \qquad (1)$$

onde L é o comprimento do pêndulo, e g é a aceleração da gravidade local.

Para pequenos ângulos, a amplitude da oscilação (o ângulo formado entre o ponto de maior deslocamento do pêndulo e a reta vertical da posição de equilíbrio) não influencia a duração do período.

O que é incerteza?

Neste experimento vamos fazer uma introdução a incertezas e encontrar o valor da aceleração da gravidade a partir de métodos estatísticos.

A incerteza é um valor associado ao resultado de uma medição, seja devida ao instrumento ou obtida a partir de um conjunto de medidas. Este valor caracteriza o intervalo de valores que podem ser atribuídos ao que está sendo medido. Quanto maior a incerteza, menos sabemos a respeito da grandeza medida e quanto mais soubermos, menor será a incerteza.

Todo valor de uma grandeza física, obtido experimentalmente, possui uma incerteza associada, ou seja, o valor medido pode não ser exatamente o valor verdadeiro; a *incerteza* indica o valor máximo para o possível desvio desse valor. Assim, podemos afirmar que o valor verdadeiro a de uma grandeza física A está **contido** num intervalo centrado num *valor mais provável* (por exemplo, um valor médio) dado por

$$\overline{a} = \frac{(a_1 + a_2 + \cdots + a_n)}{n} \qquad (2)$$

sendo então escrito como

$$a = \bar{a} \pm \Delta a\,, \qquad (3)$$

em que $\bar{a}$ é o valor médio das medidas $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$ e Δa é a incerteza associada, que indicaremos como calcular no Procedimento Experimental.

Incerteza da medição

Usando um instrumento digital, como um cronômetro, o valor de tempo t medido pode aparecer conforme a Figura 2.

Observe que, como o menor valor medido neste cronômetro é de 0,01 diz-se ser ele tão preciso quanto 0,01 s, ou seja, a menor unidade de tempo de sua escala.

A incerteza da medição, ou resolução do aparelho, é diretamente relacionada ao menor valor que pode ser lido na escala. Resumindo: para o caso de instrumentos digitais considera-se que a incerteza é igual ao menor valor da escala de medição. Na presente experiência, vamos expressar valores de medidas até o segundo dígito após a vírgula, ou seja, consideraremos a incerteza $\Delta \mathrm{T} = 0{,}01\mathrm{s}$.



Figura 2

O experimento

Montagem (ver figura1 e figura 3):

1. Encaixe as duas paredes laterais no conector horizontal (base), mantendo os orifícios alinhados.
2. Insira o eixo (pivô) da haste do pêndulo nos orifícios das paredes laterais.
3. Verifique se a haste do pêndulo oscila livremente em um plano vertical, perpendicular à superfície de apoio.
4. Por fim, encaixe a vareta limitadora do movimento nos respectivos cortes, conforme mostrado na fotografia.

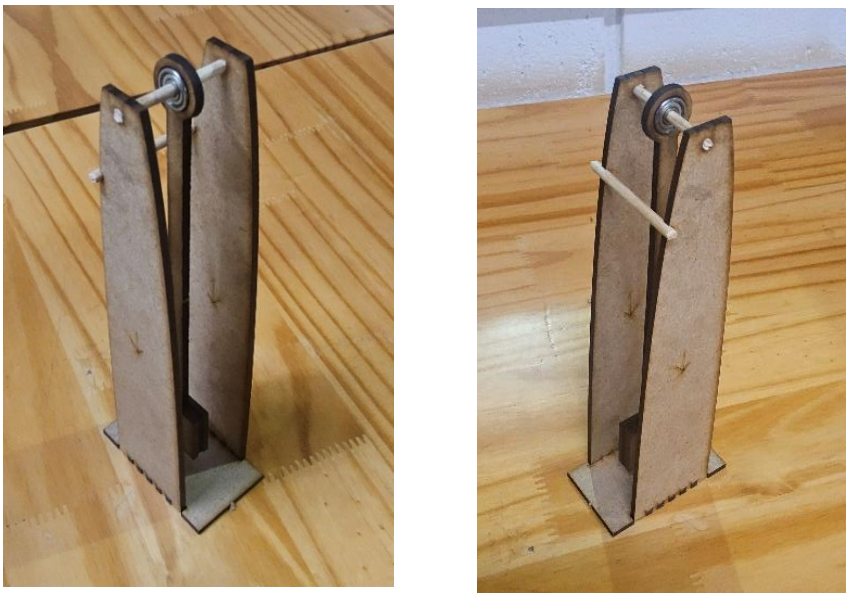


Figura 3

O experimento será baseado no modelo de pêndulo físico, que considera a haste como um *corpo extenso*, ou seja, que possui massa; neste caso devemos usar a posição do centro de massa do sistema (haste + massa) e, assim, o comprimento L "efetivo", que usaremos na equação (1), é a distância entre o pivô (eixo) e o centro de massa; considere essa distância L igual a 14cm.

Procedimento experimental

ATENÇÃO: A Tabela e as Questões devem ser respondidas na página 4 do Caderno de Resoluções.

1. Mova a haste do pêndulo até encostar na vareta limitadora
2. Solte a haste ao mesmo tempo que aciona o cronômetro
3. Conte 10 oscilações e, ao chegar na décima, pare o cronômetro e anote o tempo em segundos (s)
4. **Repita cinco vezes o passo 3** e construa, no **Caderno de Resolução,** a Tabela abaixo

Medidas(i)	Tempo de 10 Oscilações (t_i) em segundos	Período $T_i = t_i/10$ (em segundos)
1ª Medida		
2ª Medida		
3ª Medida		
4ª Medida		
5ª Medida		

Tabela 1 - Obs.: - **arredondar**, para duas casas decimais, os valores obtidos

Questões

Questão 1: Use os valores de T_i , obtidos na Tabela1, para calcular o Período Médio

$$\bar{T} = \frac{(T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5)}{5}$$

Questão 2: Considerando que a equação da aceleração da gravidade, a partir da equação (1), é:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{\bar{T}^2} \qquad (4)$$

e que, usando $\pi = 3\ e\ L = 14\ cm$, tem-se

$$g = \frac{504}{\bar{T}^2}$$

calcule g**,** com $\bar{T}$ o valor obtido na **Questão 1.**

Questão 3: (a) Qual o efeito da medição de 10 oscilações na determinação de cada período T_i? Explique.

(b) Use a incerteza do cronômetro para escrever o $\bar{T}$ (período médio) na forma da expressão (3).