

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2022

2ª FASE – NÍVEL B (alunos(as) da 1ª e 2ª séries – Ensino Médio)

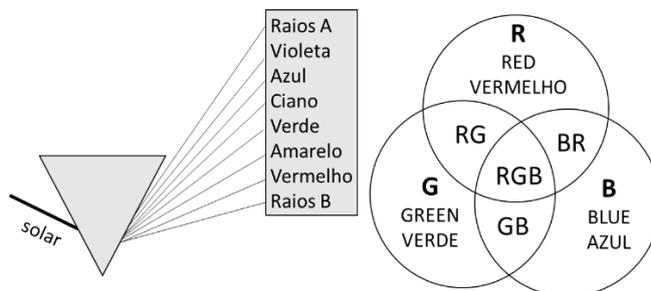


LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos das 1ª e 2ª séries do Ensino Médio. Ela compreende oito **questões teóricas e um Procedimento Experimental com três questões**.
- 02) Os Alunos da 1ª série devem escolher no máximo **5 questões teóricas**. Os alunos da 2ª série também escolhem 5 questões teóricas excetuando as indicadas como **somente para alunos(as) da 1ª série**. **As Provas Experimentais da 1ª e 2ª séries são iguais**.
- 03) 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.
- 04) 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**.

B1. (somente para alunos(as) da 1ª série) Cada luz monocromática possui uma **frequência** específica. O prisma de vidro separa as luzes monocromáticas que formam a luz solar na ordem das suas frequências. A luz, após entrar no olho, atinge a retina (fundo do olho). A retina possui células fotorreceptoras de dois tipos (bastonetes e cones), as quais emitem sinais para o cérebro quando são estimuladas. O cérebro cria o que vemos a partir desses sinais.

Os bastonetes são estimulados com luz de baixa intensidade. Seus sinais fazem o cérebro criar um degradê de cinza. Já os cones são estimulados por luzes mais intensas e seus sinais fazem o cérebro criar as cores. Existem três tipos de cones: um tipo é fortemente estimulado por luz vermelha, outro por luz azul e o terceiro por luz verde. Quanto mais distante das frequências dessas luzes, menos os respectivos cones são estimulados. Todas as cores são frutos da combinação dos três tipos de sinais emitidos por esses cones, variando conforme o quanto foram estimulados.



Sendo assim, bastam as luzes vermelha, verde e azul, mais fortes ou mais fracas, para simular o que as demais luzes monocromáticas provocam nesses cones. Essas três cores são chamadas de cores primárias do sistema RGB.

Com base no que foi apresentado e nos conhecimentos sobre cor e luz, responda os itens abaixo.

a) Na imagem acima, o sistema RGB foi representado por três círculos. Nele os símbolos RG, BR e GB são as cores que surgem de cada par de luzes primárias juntas (luzes bicromáticas) e RGB é a cor que surge da combinação das três luzes primárias simultaneamente (luz tricromática). Determine o nome de cada uma dessas quatro cores, designadas como RG, BR, GB e RGB.

b) Os raios A e B compõem a luz solar, mas os cones da visão humana não são estimulados por ela; logo, o cérebro não produz nada referente a esses raios quando eles entram no olho. Como se chamam esses raios?

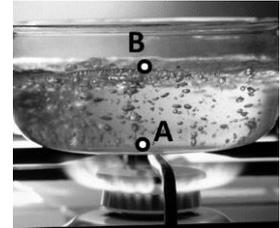
c) Existe uma cor secundária do sistema RGB que não é produzida por uma luz monocromática. Qual é o nome dessa cor? Sabendo como as frequências de luzes monocromáticas estimulam os três tipos de cones, por que nenhuma luz monocromática consegue produzir essa cor secundária?

B2. (somente para alunos(as) da 1ª série) Uma mulher pedalava uma bicicleta ergométrica, cujas coroa e catraca tinham 30 cm e 10 cm de diâmetros, respectivamente. A coroa era presa aos pedais e a catraca era presa ao eixo da roda dianteira, conforme a figura. Os pedais movimentam-se na frequência de 120 rpm, no sentido horário do ponto de vista do observador que está lendo a prova. Sabendo que a coroa e a catraca estão acopladas por meio de uma corrente, responda às perguntas abaixo.



- Quais os sentidos dos movimentos da coroa, da catraca e da roda dianteira? Use como respostas os termos horário ou anti-horário.
- Determine a frequência do movimento da coroa, da catraca e da roda dianteira, em hertz.
- Adotando $\pi = 3$, determine a velocidade angular, em rad/s, e a linear, em m/s, da catraca.

B3. (somente para alunos(as) da 1ª série) Quando a água entra em ebulição, existe uma diferença de temperatura entre o fundo próximo da chama (ponto A da figura) e a superfície de separação entre água e ar (ponto B da figura), e essa diferença aumenta quanto maior for a profundidade. Com base nos conhecimentos sobre transmissão de calor, mudanças de fase e hidrostática, responda aos itens abaixo.



- Nos pontos A e B, ocorre vaporização por meio de processos diferentes. Quais são os nomes desses processos de vaporização?
- Como e onde as bolhas na água, mostrada na figura, são formadas?
- Use o princípio de Arquimedes para determinar o sentido do movimento dessas bolhas.
- Qual o nome do principal processo de transmissão de calor que ocorre de A para B?

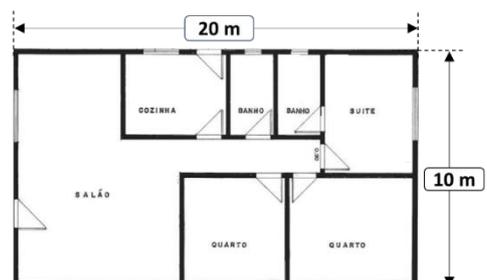
B4. Para derrubar uma bola, presa no alto de uma árvore, um garoto usa um brinquedo que disparava projéteis de plástico+esponja do solo usando ar comprimido. O projétil era lançado sempre com velocidade de 8 m/s e sua aerodinâmica era boa o suficiente para que a influência do ar não interferisse significativamente. O garoto não conseguia atingir a bola, mesmo mirando o projétil exatamente para ela. Considerando o módulo da aceleração da gravidade local igual a 10 m/s², use seus conhecimentos de cinemática para responder as perguntas a seguir.

- Sobre a trajetória: (i) O projétil passa por baixo ou por cima da bola? (ii) Por quê? (iii) O que o garoto deveria alterar para atingir a bola?
- Se o ângulo de lançamento fosse 53° (sen 53° = 0,8 e cos 53° = 0,6), em relação à horizontal, o projétil acertaria a bola cuja vertical estava a 2,4 m do ponto de lançamento. Qual a altura que a bola se encontrava?

B5. Andrea encheu um grande balde com água e colocou todo o gelo que tinha no congelador dentro dele. Depois, encheu com água a maior panela que ela tinha e a colocou para esquentar no fogo. Com essas duas ações, ela teria amostras de água com temperaturas bem definidas, já que morava praticamente ao nível do mar.

- Quais são os valores bem definidos de temperaturas que as porções de água, no balde e na panela, atingirão e o que Andrea deve observar nesses recipientes para que, sem termômetro, seja possível assegurar que tais temperaturas foram atingidas?
- Andrea queria obter 20 litros de água a 20°C, misturando porções das águas contidas no balde e na panela. Ela usou a indicação de 2000 mL do copo do liquidificador de sua casa como unidade de volume, chamando-a de “copo”. Considerando que as águas do balde e da panela estão nas temperaturas desejadas, que a densidade da água é 1 kg/L e que o calor específico da água é igual a 1 cal/g°C, quantos copos de água do balde e de água da panela Andrea deve colocar em uma banheira para conseguir a situação desejada? Não leve em consideração a participação térmica da banheira.

B6. Bianca resolveu aplicar os conhecimentos de um curso sobre economia no lar. Ela iniciou com o telhado de sua casa, na qual reside um total de quatro pessoas. Esse telhado cobria exatamente 8% a mais da área construída, a qual é mostrada na planta baixa apresentada na figura. Vamos verificar o quanto as modificações que fez no telhado economizaram durante o mês de junho (30 dias), quando o índice pluviométrico mensal mediu 100 mm e a incidência solar média foi de 1000 W/m² com duração de 6 h. Bianca agiu em três frentes:



I. Instalou calhas nas bordas do telhado para coletar água da chuva e essa água foi armazenada em uma caixa-d'água que alimentava apenas os vasos sanitários da casa. O índice pluviométrico de um mês indica como calcular a quantidade de água da chuva que caiu no telhado durante o mês de junho. O valor da quantidade de água da chuva é a altura de água da chuva que acumularia em um recipiente cuja base teria a área horizontal ocupada pelo telhado.

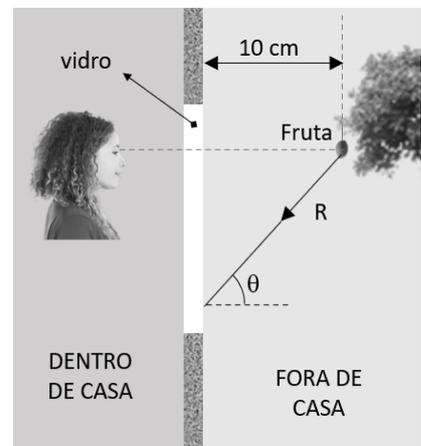
II. Instalou uma placa fotovoltaica de 2 m x 3 m. A transformação de energia solar em elétrica para essa placa, na situação que foi instalada, tinha um rendimento de 10%.

III. Instalou um aquecedor solar de água com captador de energia solar de 2 m x 3 m. A transformação de energia solar em térmica tinha um rendimento de 20%.

Considerando que a inclinação da luz em relação ao telhado já está inserida nos percentuais apresentados, responda as perguntas acerca das modificações que Bianca fez no telhado.

- Sabendo que $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ e que os vasos sanitários da casa de Bianca consomem 12 L de água a cada descarga, quantas descargas cada pessoa pode acionar por dia com a água da chuva?
- Se a casa de Bianca consome um total 300 kWh de energia elétrica, quantos por cento dessa energia foi produzida pela placa fotovoltaica?
- Se, em média, cada banho com chuveiro elétrico fornece 0,9 kWh de calor para a água, qual a quantidade de banhos que cada pessoa pode tomar por dia com a água aquecida pela energia solar, considerando que as pessoas se comportem da mesma forma durante o banho?

B7. Na casa de Judite, os vidros das janelas são lisos, transparentes e grossos – espessura de 12 mm, um pouco maior que o padrão – com índice de refração igual a 1,5 (50% a mais que o do ar). Quando fechava as janelas, Judite notava uma pequena diferença na posição do que via com as janelas abertas. Para avaliarmos essa diferença, vamos abordar a situação apresentada na figura ao lado, onde Judite observa uma fruta por meio do vidro de uma janela, localizada na mesma altura dos seus olhos. Nessas condições, aplique os conhecimentos de óptica geométrica na situação apresentada para responder aos itens abaixo usando, quando for necessário, as tabelas abaixo.



- Determine a distância entre a fruta real e a imagem da fruta que Judite observa por meio do vidro.
- Um dos raios de luz que saem da fruta e passam pelo vidro é o R. Determine o desvio angular que o raio R sofre ao refratar do ar para o vidro (primeira refração) se $\theta = 61^\circ$.
- Determine o deslocamento lateral que o raio R sofre ao atravessar o vidro.

ângulo	seno	cosseno
24°	0,40	0,99
37°	0,60	0,80

ângulo	seno	cosseno
53°	0,80	0,60
61°	0,90	0,44

B8. João passava muito tempo com a mãe na cozinha. Certa vez, ele mostrou à mãe como uma concha de feijão poderia fazer o papel de espelho convexo, conforme mostra a figura abaixo. A concha que João usou tinha um raio de curvatura de 9 cm, a cabeça mais o pescoço de João tinha 25 cm de comprimento, indicado com a seta na figura abaixo. Na situação, João se posicionou a 18 cm do vértice da concha.

Com base nas informações e nos conhecimentos de óptica geométrica, e considerando que a concha se comporta como espelhos esféricos de Gauss, responda aos itens abaixo:

- Construa um esboço mostrando como os raios de luz que saem do objeto (cabeça+pescoço) formam a imagem quando são refletidos pela colher. Use esse esboço para classificar a imagem como direita ou invertida; real ou virtual, e ampliada ou reduzida.
- Qual a ampliação linear da imagem?
- Qual a extensão da imagem?



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2022

2ª FASE – PROVA EXPERIMENTAL

NÍVEL B (alunos(as) da 1ª e 2ª séries - Ensino Médio)



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES A SEGUIR:

- 01 – Esta prova experimental destina-se exclusivamente aos alunos da 1ª e 2ª séries do Ensino Médio
- 02 – O **Caderno de Resoluções** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova. As resoluções devem ser transcritas no local indicado no Caderno de Resoluções. Respostas fora do local indicado não serão consideradas.
- 03 – Leia com atenção todas as questões da prova antes de iniciá-la.
- 04 – Todos os resultados numéricos de medidas e cálculos devem ser expressos de acordo com as instruções específicas

Coeficiente de Restituição

1 - Procedimento experimental Nível B

Neste experimento vamos determinar o valor do coeficiente de restituição considerando a colisão de um corpo com uma mola, através da análise dos dados de um conjunto de medidas realizadas no laboratório com o kit experimental mostrado na Figura 1 e que consta de:

- Base de madeira com varão e mola afixados;
- Anteparo com escala milimetrada;
- Peso de 30 g.

No experimento solta-se o corpo de massa $m = 30\text{ g}$ de uma determinada altura (Figura 2), para que colida com a mola fixada na base do experimento e observa-se qual a altura de retorno (Figura 3) do corpo e assim determinar o coeficiente de restituição.

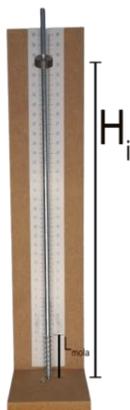
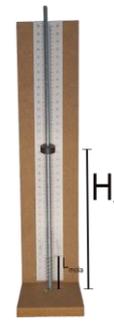


Figura 2:
Representação da altura de lançamento H_i



Figura 1: Foto do Kit-Experimental

Figura 3: Representação da altura de retorno H_f
(note que essa altura de retorno é mera representação)



O coeficiente de restituição é uma grandeza adimensional que caracteriza os diferentes tipos de colisão existentes entre dois corpos. Ele é determinado pela relação entre as velocidades dos corpos envolvidos imediatamente antes e após a colisão. No caso deste experimento vamos encontrar o coeficiente de restituição da colisão de um corpo que é lançado sobre a mola fixa.

No presente caso, para encontrar o coeficiente de restituição que é dado por $e = \frac{v_f}{v_i}$ (v_i é a velocidade antes da colisão, e v_f é a velocidade após a colisão), usaremos os conceitos de energia potencial,

$$E = gmH,$$

e cinética

$$K = \frac{1}{2}mv^2.$$

Primeiramente, determina-se a energia potencial do corpo ao ser lançado de uma altura H_i , na escala milimetrada; essa energia potencial se transforma em energia cinética, de modo que: $E_i = K_i \rightarrow gm(H_i - L_{mola}) = \frac{1}{2}mv_i^2$, em que a velocidade v_i é a velocidade da massa assim que ela colide com a mola. Note, também, que L_{mola} é a altura da mola, e a distância que o corpo percorre antes de colidir com a mola é de fato menor que H_i , e deve-se levar isso em consideração para calcular a energia potencial (Figura 2).

Após a colisão, o corpo retorna a uma altura H_f , na escala milimetrada, cuja energia potencial pode novamente ser igualada a energia cinética $gm(H_f - L_{mola}) = \frac{1}{2}mv_f^2$, em que a velocidade v_f é a velocidade da massa assim que ela perde contato com a mola na sua trajetória de subida. Novamente lembre-se de levar em consideração o comprimento da mola. (Figura 3).

Sabendo as alturas de lançamento e de retorno do corpo, tem-se a velocidade antes da colisão e a velocidade de retorno (após a colisão); isto é exatamente o que é preciso para calcular o coeficiente de restituição. Matematicamente,

$$v_i^2 = 2 \frac{gm(H_i - L_{mola})}{m}$$

$$v_f^2 = 2 \frac{gm(H_f - L_{mola})}{m}$$

Então:

$$e^2 = \frac{H_f - L_{mola}}{H_i - L_{mola}}$$

$$e = \sqrt{\frac{H_f - L_{mola}}{H_i - L_{mola}}}$$

Note que cada altura de lançamento dará uma altura de retorno diferente; então, pode-se calcular $e = \frac{v_f}{v_i}$ a partir da média das alturas.

OBS: neste experimento não foi considerado o atrito entre o corpo de massa m e a haste.

2 - Questões Experimentais

Questão 1: Abaixo está uma tabela feita a partir de 20 lançamentos; foram coletados os dados da altura de descida $D = H_i - L_{mola}$ em cm, e da altura de retorno $R = H_f - L_{mola}$ em cm, para cada lançamento. **Calcule no Caderno de Resoluções a média de cada coluna e escreva os valores D Médio e R Médio.**

	$H_i - L_{mola}$	$H_f - L_{mola}$
1	40	18
2	40	19
3	40	19,5
4	40	19,5
5	40	20,5
6	40	20,5
7	40	18,5
8	40	18
9	40	19,5
10	40	17
11	40	19
12	40	19,5
13	40	20,5
14	40	18
15	40	18,5
16	40	18,5
17	40	18,5
18	40	18,5
19	40	18,5
20	40	18,5

Questão 2-Responda no Caderno de Resoluções: Como o fato de usar a média dos valores da altura possibilita obter um valor mais preciso para e ? Explique.

Questão 3-Responda no Caderno de Resoluções: Encontre o coeficiente de restituição (e), aplicando as relações apresentadas na Parte 1 usando os valores médios determinados na **Questão 1**. Dê a resposta com duas casas decimais.