

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2022

2ª FASE – NÍVEL C (alunos(as) do 3º e 4ª séries – Ensino Médio e Técnico)



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 3ª e 4ª séries do Ensino Médio e Técnico. Ela contém cinco **questões teóricas e um Procedimento Experimental com quatro 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**.

C1. Roberto se mudou de uma cidade ao nível do mar para Campos de Jordão (SP), a cidade do Brasil localizada no nível mais alto, onde a pressão atmosférica mede 630 mmHg. Na sua mudança, Roberto levou uma garrafa de vidro cheia de éter. Ao chegar, e durante os primeiros dias, notou os seguintes fenômenos estranhos:

I. Ao chegar de viagem, ao meio-dia, quando a temperatura ambiente era 24 °C, resolveu pegar um pouco do éter para dissolver gotas de tinta que mancharam a pedra da entrada da casa. Fez isso com a garrafa de vidro com éter sobre o capô do carro que estava quente por causa do motor, logo abaixo. Ao abrir a garrafa, notou que começou a surgirem bolhas, sem parar, no fundo da garrafa. Com medo, ele fechou a garrafa e guardou-a em um local distante das pessoas.

II. A água entrava no estado de fervura em um tempo menor. De forma aparentemente contraditória, os alimentos não ficavam totalmente cozidos em panelas normais no tempo de cozimento que Roberto estava acostumado. Por conta disso, ele passou a cozinhar por um tempo maior.

III. O frasco de acetona que sua esposa tinha acabado de comprar, esvaziou na metade do tempo que ela estava acostumada, sem que houvesse mudanças na forma de usá-lo ou na frequência que foi usado.

Considerando que,

ao nível do mar, onde a pressão atmosférica é 760 mmHg, a temperatura de ebulição da água é 100 °C, a do éter é 35 °C e a da acetona é 55 °C, use os conhecimentos sobre mudanças de fases para responder aos itens abaixo.

- Como surgiram as bolhas no fundo da garrafa de éter, conforme descrito em “I”.
- Por que a água entra em estado de fervura em um tempo menor e esse estado não consegue cozinhar corretamente os alimentos no mesmo tempo que ao nível do mar, conforme descrito em “II”?
- Por que o frasco de acetona esvazia em um intervalo de tempo menor, conforme descrito em “III”?

C2. O pequeno Hugo colocou uma pedra de 800 g no interior da máquina de lavar sem sua mãe perceber. Na fase de centrifugação, o tambor dessa máquina acelera até atingir 600 rpm. À medida que a frequência aumentava, a pedra foi se afastando do eixo de rotação até que ficou encostada na parede interna do tambor, a 20 cm do eixo, conforme a figura. A máquina mais a roupa totalizava 49,200 kg. Os coeficientes de atrito entre

os pés da máquina e o chão mediam 0,8 e 0,6. Considerando o módulo da aceleração da gravidade local igual a 10 m/s^2 e π igual a 3, responda os itens abaixo.

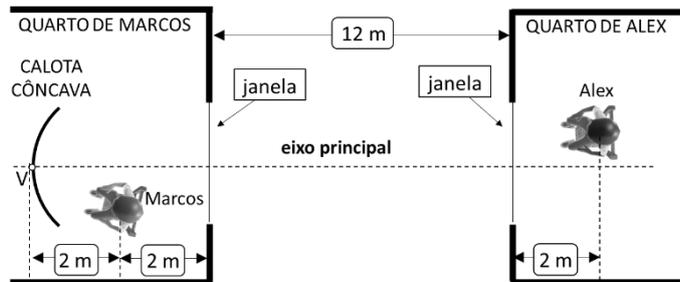
a) O que fez a pedra se afastar do eixo de rotação até encostar na parede interna do tambor, no início da centrifugação? Apresente o nome da lei de Newton capaz de justificar a resposta e relacione o enunciado dessa lei à resposta.

b) Calcule a intensidade máxima da força horizontal que a pedra pode fazer na máquina sem que a máquina deslize?

c) Determine a frequência máxima, em rpm, que o tambor da máquina de lavar atingiu antes dela começar a deslizar pelo chão.



C3. Na figura, vemos Marcos em seu quarto próximo de uma calota lisa e côncava de chumbo, um material que reflete intensamente o som. Essa calota faz com o som o mesmo que um espelho côncavo faz com a luz. Marcos e Alex, seu vizinho e amigo, tentarão usar isso para conversar. Considerando que o sistema obedece às condições de Gauss, responda as perguntas abaixo.

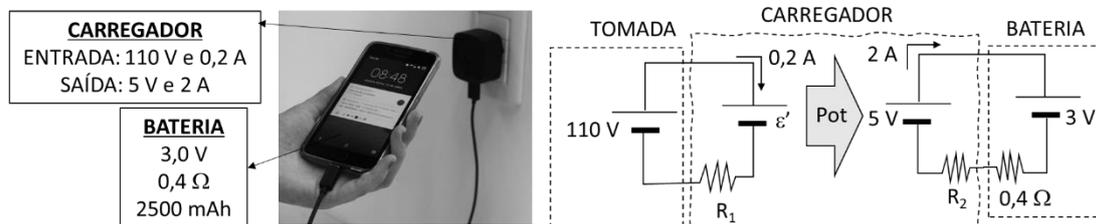


a) A figura mostra Alex posicionado para ouvir com a maior intensidade possível o que Marcos fala. Nesse contexto, o que seria o ponto objeto e o ponto imagem para os feixes de raios sonoros que participam da reflexão na calota? Se os amigos mudassem de função, deveriam mudar de posição? Que princípio da óptica geométrica pode ser usado para respaldar essa última resposta?

b) Qual o valor do raio de curvatura que a calota de chumbo deveria ter?

c) Na prática, quando Marcos falava, Alex ouvia bem; mas o inverso não funcionava satisfatoriamente. Por que, após refletir na calota, uma grande parte da energia sonora emitida por Marcos chega em Alex, mas uma pequena parte da energia sonora emitida por Alex chega em Marcos?

C4. A figura representa o esquema simplificado de um carregador de celular e da sua bateria, e suas especificações. O carregador participa simultaneamente de dois circuitos quando está carregando o celular, fazendo papéis diferentes em cada um. O carregador com a tomada faz parte do circuito de ENTRADA. Nesse circuito, a tomada é um gerador ideal e o carregador funciona como um receptor. As especificações para esse circuito indicam que a fem é 110 V e a intensidade da corrente elétrica estabelecida mede $0,2 \text{ A}$. Já o carregador com a bateria forma o circuito SAÍDA. Nesse circuito, o carregador é o gerador e a bateria é um receptor. As especificações para esse circuito mostram que a fem é igual a $5,0 \text{ V}$ e que a intensidade da corrente elétrica mede $2,0 \text{ A}$. As especificações da bateria do celular, quando está carregado, indicam que a fem é igual a $3,0 \text{ V}$ e a resistência interna do receptor é $0,4 \Omega$. A conexão entre os dois circuitos ocorre no carregador, onde **a potência consumida pela fem do circuito ENTRADA é igual à potência produzida pela fem do circuito SAÍDA.**



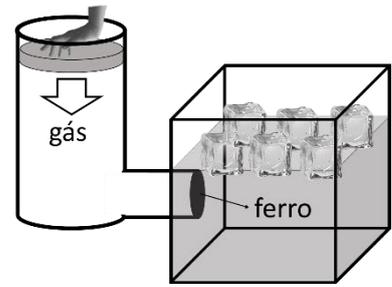
O valor 2500 mAh é a quantidade de carga elétrica que passou pela bateria para que ela, partindo do zero, carregasse totalmente. Quando o celular está carregado, a bateria pode ser retirada do carregador para funcionar como gerador do circuito interno do celular. Neste contexto, responda as perguntas abaixo.

a) Qual o valor da fem ϵ' ?

b) Quais os valores de R_1 e R_2 ?

c) Quantos joules de energia a bateria armazena ao carregar completamente e quanto tempo leva para isso acontecer, partindo do zero?

C5. Na montagem ao lado, existiam dois recipientes: um continha gás a 293 K e o outro continha água e gelo em equilíbrio térmico, a 0 °C ou 273 K. As paredes desses recipientes são isolantes térmicos, exceto um disco de ferro de 4 cm de espessura que separa o interior desses recipientes. A área de uma das faces circulares desse disco é 1 dm². Durante 80 s, uma pessoa estava forçando o êmbolo do recipiente com gás a descer para que o gás mantenha a temperatura. Considerando o calor latente de fusão do gelo igual a 320 J/g e a condutividade do ferro igual a 80 W.m⁻¹.°C⁻¹, responda às perguntas para os 80 s descritos acima.



- Quanto calor passou pelo disco de ferro?
- Quanto foi o aumento da quantidade de água (líquida)?
- Qual o valor do trabalho exercido pelo êmbolo no gás?

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2022

2ª FASE – PROVA EXPERIMENTAL NÍVEL C (3ª e 4ª séries – Ensino Médio e Técnico)



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES A SEGUIR:

- 01 – Esta prova experimental destina-se exclusivamente aos alunos da 3ª e 4ª séries do Ensino Médio e Técnico
- 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 C

Neste experimento vamos determinar o valor do coeficiente de restituição considerando a colisão de um corpo de massa m com uma mola fixa, 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 $m = 30$ 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 1: foto do Kit-Experimental



Figura 2:
Representação da altura de lançamento H_i



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), usa-se o conceito de energia potencial

$$E = gmH,$$

e de energia 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, que L_{mola} é a altura da mola, e a distância que o corpo percorre até colidir 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 deve-se lembrar de levar em consideração o comprimento da mola. (Figura 3)

Com esses dados, pode-se achar o valor de $e = \frac{v_f}{v_i}$. Note que cada altura de lançamento dará uma altura de retorno diferente, então calcula-se $e = \frac{v_f}{v_i}$ 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- Responda no Caderno de Resoluções: A partir das relações entre as energias potencial e cinética na descida e na subida (retorno) do corpo, escreva o coeficiente de restituição e em termos de $H_i - L_{mola}$ e $H_f - L_{mola}$.

Questão 2: 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	41	19
3	40	19,5
4	40	19,5
5	40	20,5
6	41	20,5
7	40	18,5
8	40	18
9	40	19,5
10	41	17
11	40	19
12	40	19,5
13	41	20,5
14	41	18
15	40	18,5
16	41	18,5
17	40	18,5
18	40	18,5
19	40	18,5
20	41	18,5

Questão 3 - 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 4: Responda no Caderno de Resoluções: Encontre o coeficiente de restituição (e), aplicando a expressão obtida na **Questão 1** com os valores médios determinados na **Questão 2**. Dê a resposta com duas casas decimais.