

PROCESSO SELETIVO – TURMA 2021
FASE 1 – PROVA DE FÍSICA E SEU ENSINO

Caro professor, cara professora

Esta prova é constituída por 12 questões; ao resolvê-las, você deve justificar todas as respostas e soluções.

Você está recebendo esta prova às 8 horas do dia 16/01/2021, e terá até às 20 horas deste mesmo dia, e portanto doze (12) horas, para devolver a solução da prova. Junto a esta prova, você receberá a prova de proficiência em língua inglesa. As instruções para a entrega das soluções digitalizadas foram enviadas por mensagem eletrônica a todos os candidatos, e estão disponíveis no Ambiente Virtual Acadêmico da UFRJ.

Posteriormente, será agendada a arguição oral para discussão, com membros da comissão de seleção, das soluções apresentadas por você.

Boa prova

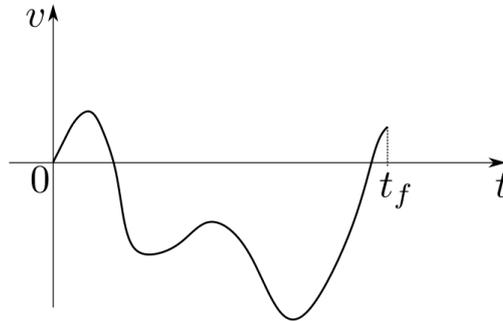
NOME: _____

ASSINATURA: _____

Número: _____

Questão 1

Uma partícula move-se em movimento retilíneo ao longo do eixo Ox com uma velocidade que varia com o tempo como indica a figura. Sabe-se que no instante $t = 0$ a partícula encontra-se na origem do sistema de coordenadas.



- (a) Considerando o movimento da partícula apenas no intervalo de tempo $0 < t < t_f$, quantas vezes a sua aceleração foi nula? Indique na figura quais são esses instantes.
- (b) Nesse mesmo intervalo, quantas vezes a partícula retornou à origem?

Questão 2

Considere a questão apresentada no Quadro 1; esta questão foi aplicada em uma prova a cerca de 200 alunos ingressantes em um curso universitário na área de ciência e tecnologia. No Quadro 2, estão indicadas as frequências absolutas e relativas de escolha de cada uma das alternativas pelos alunos. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- (a) Resolva a questão, apresentando o diagrama de forças. Justifique sua solução.
- (b) Discuta os possíveis raciocínios que levam os estudantes a escolher cada uma das três alternativas mais marcadas.

Quadro 1. A questão com seu texto base, comando e alternativas.

Um corpo de massa 5 kg apoiado sobre uma superfície horizontal, inicialmente em repouso, sofre a ação de uma força horizontal de módulo 35N. O coeficiente de atrito estático entre o corpo e a superfície vale 0,8 e o cinético vale 0,6. Qual o valor da força de atrito que atua sobre o corpo?

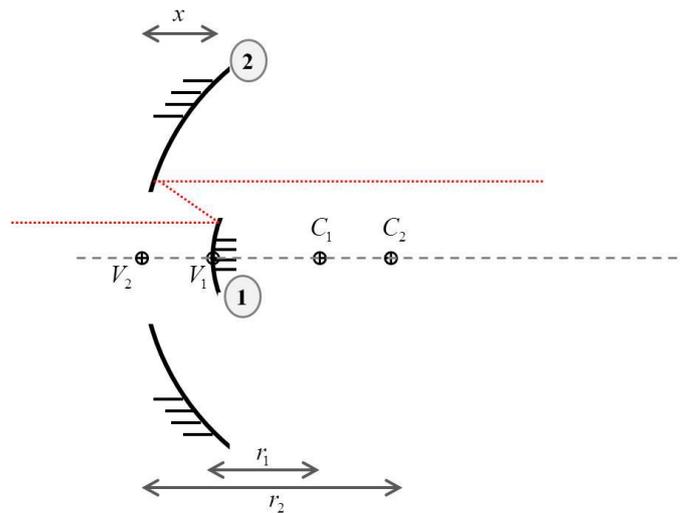
(i) 5N.
(ii) 30N.
(iii) 35N.
(iv) 40N.
(v) *Depende da velocidade do corpo.*
(vi) *Não sei.*

Quadro 2. A frequência de escolha pelos alunos de cada uma das alternativas.

Alternativa	Total	Percentual (%)
(i) 5 N	14	6,9
(ii) 30 N	40	19,8
(iii) 35 N	62	30,7
(iv) 40 N	45	22,3
(v) Depende da velocidade do corpo	28	13,9
(vi) Não sei	13	6,4
Totais	202	100

Questão 3

A figura mostra, de forma esquemática, um dispositivo óptico constituído por dois espelhos alinhados de forma tal que seus eixos principais coincidam. O primeiro espelho, 1, é convexo, de raio de curvatura r_1 , com centro em C_1 e vértice em V_1 . O segundo, 2, é côncavo, com raio de curvatura $r_2 > r_1$, centro em C_2 e vértice em V_2 ; em torno desse vértice existe uma pequena abertura que permite a passagem de luz. Os espelhos são calibrados de forma tal que raios luminosos que incidem sobre o dispositivo em direção paralela a seu eixo principal, após penetrarem no dispositivo são refletidos pelos dois espelhos e saem paralelamente ao eixo (veja, por exemplo, o raio indicado na figura, em vermelho).



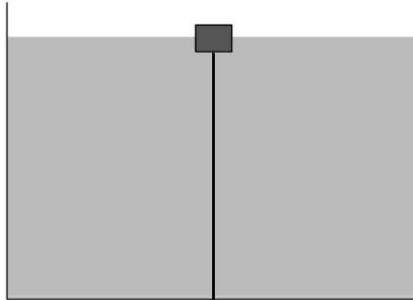
Nestas condições, pode-se afirmar que a distância x entre os vértices dos dois espelhos vale

- (a) $r_2 - r_1$
- (b) $r_2 - r_1/2$
- (c) $(r_2 - r_1)/2$
- (d) $(r_2 + r_1)/2$

Justifique sua resposta.

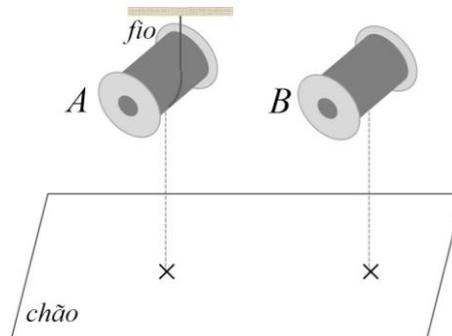
Questão 4

Um bloco feito de cortiça, cuja densidade é 20% da densidade da água, flutua em água com 50% de seu volume submerso. Ele está ligado por um fio estendido ao fundo do recipiente, como indicado na figura. Sabendo que o bloco corresponde a um cubo de aresta 10 cm, qual comprimento mínimo de fio deve ser acrescentado para que ele deixe de estar tensionado? Considere que as dimensões do recipiente sejam suficientemente grandes de forma que a alteração no nível da água durante o processo seja desprezível.



Questão 5

Dois carretéis idênticos são colocados à mesma altura acima do chão, como na figura. O fio do carretel A, suposto ideal, está preso a um suporte fixo, enquanto o de B está solto. Um “X” é marcado no chão exatamente abaixo do centro de massa de cada carretel. Os dois carretéis são soltos, a partir do repouso, no mesmo instante.



- (a) Trace o diagrama de forças para cada carretel separadamente no instante de tempo logo após eles serem soltos do repouso. Para cada carretel, determine a direção do torque resultante em torno do centro de cada carretel.
- (b) Faça a previsão, justificando.
- b1) Qual dos dois carretéis chegará antes no chão?
- b2) O carretel A chegará no chão à esquerda, à direita, ou cairá exatamente no ponto “X”?
- (c) Considere a seguinte discussão entre três estudantes:

Estudante 1: “A corda exerce uma força tangente à superfície do carretel A. Esta força não possui componentes que apontam na direção do centro de massa do carretel, assim esta força não afeta a aceleração do centro de massa.”

Estudante 2: “Eu discordo. A aceleração do centro de massa do carretel é afetada pela corda. Qualquer força que não for ‘gasta’ para gerar aceleração de rotação, gerará aceleração de translação. É por isto que o módulo da aceleração do centro de massa do carretel A é menor do que g.”

Estudante 3: “A força resultante no carretel A é a força gravitacional menos a tensão no fio. Pela segunda lei de Newton, a aceleração do centro de massa é a força resultante dividida pela massa do carretel. A força terá o mesmo efeito no movimento do centro de massa não importando se as forças causam movimento de rotação ou não.”

Você concorda com algum dos estudante? Se sim, com qual(ais) e por quê?

Questão 6

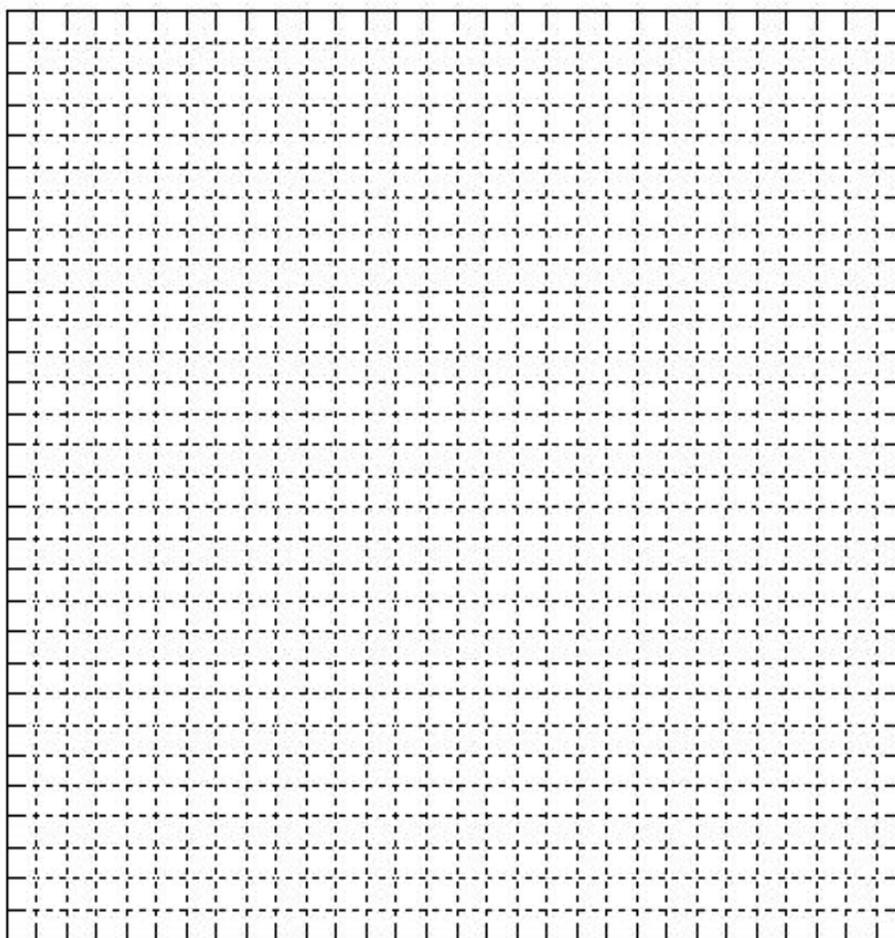
Em um experimento no laboratório de física, o período T de um pêndulo simples foi medido em função de seu comprimento L . Nesse experimento, o modelo para pequenas amplitudes de oscilação relaciona o período T ao comprimento L do fio e à aceleração da gravidade g por

$$T = 2\pi\sqrt{L/g}.$$

O experimentador construiu a tabela mostrada a seguir com os dados obtidos. A incerteza na determinação do comprimento L é igual a $\delta L = 0,01\text{ m}$, e a incerteza na determinação do período T vale $\delta T = 0,05\text{ s}$.

L (m)	0,20	0,50	1,00	2,00	2,50	3,00
T (s)	0,90	1,42	2,01	2,76	3,20	3,58

Em uma folha de papel milimetrado ou quadriculado, ou na grade da figura a seguir, utilize os dados da tabela para elaborar um gráfico que permita obter o melhor valor para a aceleração da gravidade. Obtenha esse valor e descreva com palavras (sem calcular) como você encontraria a incerteza associada.



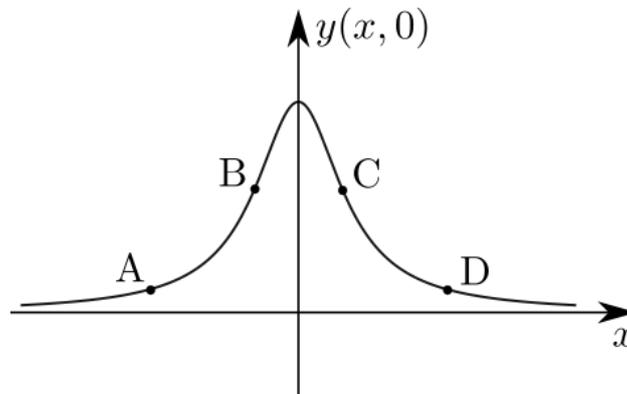
Questão 7

Uma corda muito longa é mantida tensa e, por ela, propaga-se uma onda transversal, cujos deslocamentos verticais são dados por

$$y(x,t) = \frac{c}{a^2 + (x - bt)^2}$$

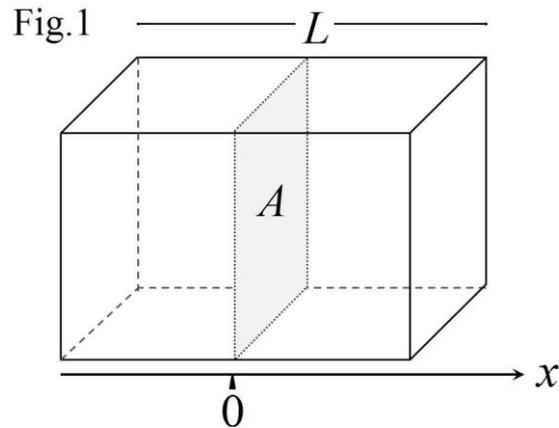
onde a , b e c são constantes positivas. Considere que, no equilíbrio, a corda se encontra na horizontal ao longo do eixo x .

- (a) Qual é a velocidade de propagação desta onda?
- (b) Indique se o sentido de propagação desta onda é o sentido positivo ou negativo do eixo x .
- (c) Qual é a amplitude do pulso?
- (d) Na figura, está representada a configuração da corda em $t=0$. Represente, na figura, a velocidade dos pontos A, B, C e D da corda neste instante.

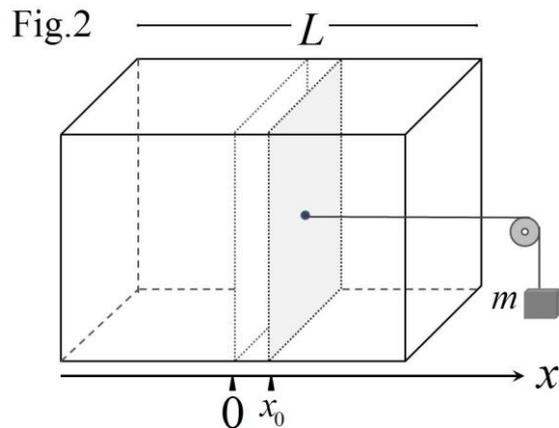


Questão 8

Um recipiente diatérmico de secção transversal de área A e comprimento L contém um gás ideal. Todos os processos sofridos pelo gás são isotérmicos. O gás está dividido por uma parede de massa M que pode se deslocar livremente ao longo da direção x . Na situação da figura 1, o gás está em equilíbrio a uma pressão p_0 , com a parede na posição $x=0$, dividindo o volume de gás em duas partes iguais.



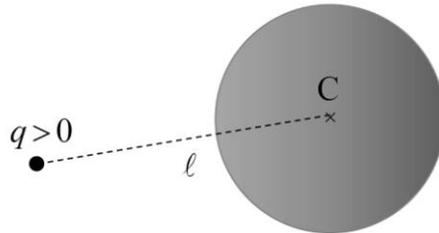
Sem permitir entrada ou saída de gás, conectamos um fio ideal à parede móvel, passamos o mesmo por uma roldana e finalmente o prendemos a um pequeno bloco de massa m , como ilustrado na figura 2.



Calcule o deslocamento x_0 da parede na figura 2, na configuração em que o sistema fica em equilíbrio.

Questão 9

Considere uma esfera condutora, neutra e isolada, de raio R e com centro no ponto C . A uma distância ℓ do centro da esfera está fixada uma carga positiva q .



Considere as quatro afirmativas abaixo. Assinale V para as verdadeiras e F para as falsas. Justifique as suas respostas.

- (a) A força eletrostática sobre a carga q exercida pela esfera condutora é repulsiva, uma vez que $q > 0$.
- (b) O fluxo do campo eletrostático criado pelo sistema carga-esfera através de uma superfície esférica de raio infinito centrada na carga é nulo.
- (c) Não há linhas de campo saindo da esfera.
- (d) O campo eletrostático em C criado apenas pela distribuição superficial de cargas na esfera é nulo, pois a esfera é condutora.

Questão 10

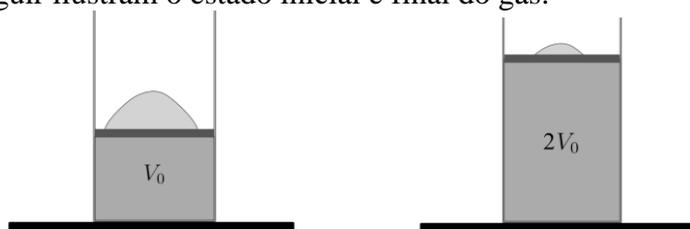
Uma partícula de massa m e carga $q > 0$ se move em uma região sob a influência de um campo elétrico uniforme e estático $\vec{E} = E_0 \hat{z}$ e de um campo magnético uniforme e estático $\vec{B} = B_0 \hat{z}$, com $E_0 > 0$ e $B_0 > 0$. No instante $t = 0$, a partícula tem velocidade $\vec{v} = v_0 \hat{x}$, com $v_0 > 0$. Considere que o movimento da partícula seja não relativístico. Explique seu raciocínio em todos os itens.

- (a) Descreva qualitativamente a projeção do movimento da partícula no plano xy para $t > 0$.
- (b) Descreva qualitativamente a projeção do movimento da partícula ao longo da direção z para $t > 0$.
- (c) Descreva qualitativamente a trajetória no espaço dessa partícula.
- (d) Calcule o módulo da aceleração da partícula para $t > 0$. A aceleração é constante?

Questão 11

Um gás ideal é mantido dentro de um recipiente diatérmico de capacidade térmica desprezível. O recipiente é fechado com um pistão que pode se mover livremente, sem atrito. Sobre o pistão encontra-se certa quantidade de areia. O gás pode trocar calor com o ambiente ao redor. Inicialmente o gás está a uma pressão p_0 e ocupa um volume V_0 . Tanto o gás quanto o ambiente estão a uma temperatura inicial T_0 . Num dado instante parte da massa da areia sobre o pistão é retirada lentamente e o gás sofre uma expansão isotérmica reversível até que seu volume dobre.

As imagens a seguir ilustram o estado inicial e final do gás.



Marque as alternativas corretas sobre o processo descrito e justifique suas respostas.

(a) A energia interna final do gás

- é maior que a energia interna inicial.
- é menor que a energia interna inicial.
- é igual a energia interna inicial.
- não é possível determinar.

Justifique.

(b) O trabalho realizado pelo gás ao longo do processo

- é positivo.
- é negativo.
- é igual a zero.
- não é possível determinar.

Justifique.

(c) Durante a expansão

- o gás recebe calor do ambiente.
- o gás cede calor ao ambiente.
- o gás não troca calor com o ambiente.
- não é possível determinar se o gás recebe ou cede calor.

Justifique.

(d) A entropia do gás no final do processo

- é maior que a entropia inicial.
- é menor que a entropia inicial.
- é igual à entropia inicial.
- não é possível determinar.

Justifique.

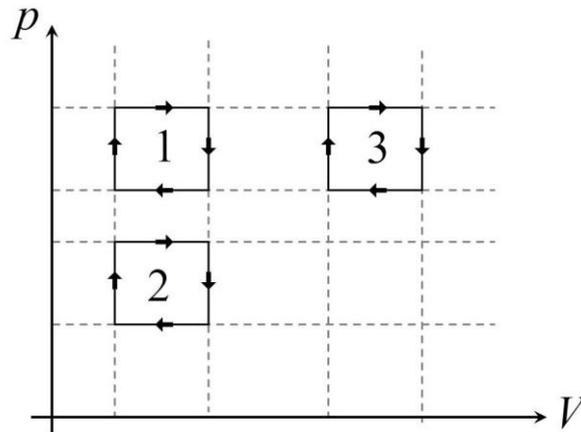
(e) A entropia do universo (gás + ambiente) no final do processo

- é maior que a entropia inicial.
- é menor que a entropia inicial.
- é igual à entropia inicial.
- não é possível determinar.

Justifique.

Questão 12

Três máquinas térmicas, operando com um mesmo gás ideal e com a mesma quantidade de moléculas, realizam respectivamente os ciclos indicados no diagrama pV da figura abaixo. Os ciclos estão indexados por diferentes números e correspondem a retângulos congruentes entre si.



Considere as quatro afirmativas abaixo. Assinale V para as verdadeiras e F para as falsas. Justifique as suas respostas.

- (a) O trabalho realizado em um ciclo é o mesmo para as três máquinas.
- (b) O calor total trocado em cada ciclo pela máquina 3 é o maior de todos.
- (c) As temperaturas de operação da máquina 1 são as maiores.
- (d) A máquina 3 possui o maior rendimento.