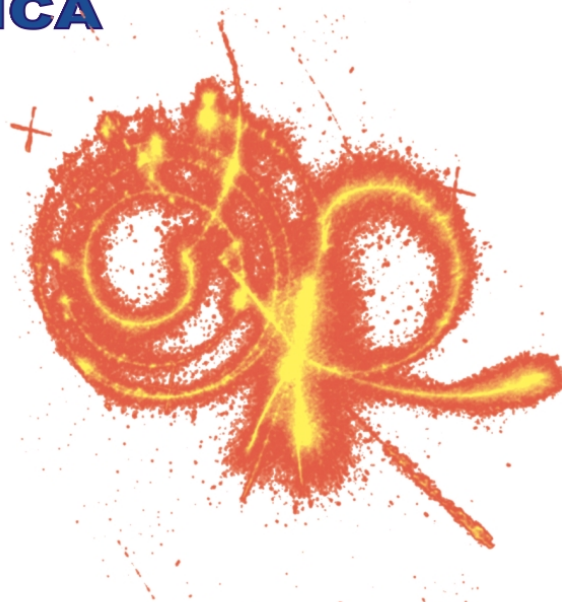


OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2008



3ª FASE

PROVA PARA ALUNOS DO 1º E 2º ANOS


SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
www.sbf1.sbfisica.org.br/olimpiadas
obfisica@sbfisica.org.br
tel: (11) 3814 5152



Apoio



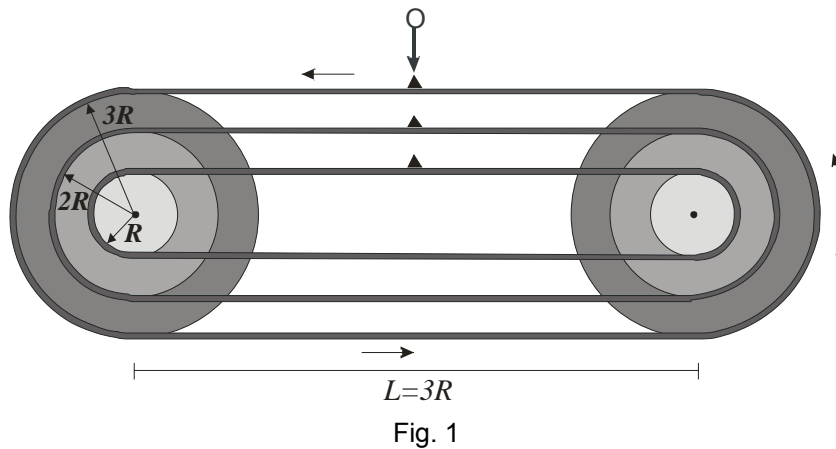
LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 1 – Esta prova destina-se exclusivamente a alunos do 1º e 2º anos do Ensino Médio e contém dezesseis (16) questões.
- 2 – Os alunos do 1º ano devem escolher livremente oito (8) questões para resolver.
- 3 – Os alunos do 2º ano escolhem também oito (8) questões, mas NÃO DEVEM RESPONDER AS QUESTÕES 3, 6, 11 e 15
- 4 – A duração da prova é de quatro (4) horas.
- 5 – Os alunos só poderão ausentar-se das salas após 90 minutos de prova.
- 6 – Para a resolução das questões dessa prova use, quando for o caso, os seguintes dados:

θ	30°	45°	60°
$\text{sen}\theta$	$1/2$	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{3}/2$
$\text{cos}\theta$	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{2}/2$	$1/2$

- Índice de refração do ar: $n_{ar} = 1$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$
- $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$
- Constante dos gases $R = 8,3 \text{ J/mol K}$
- Densidade da água $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$
- Densidade do ar $\rho_{ar} = 1,2 \text{ kg/m}^3$
- $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

1. Dois eixos iguais são construídos em forma de três cilindros concêntricos cujos raios valem respectivamente R , $2R$ e $3R$ e a distância entre os centros vale $L = 3\pi R$. Ambos os eixos giram com mesmo período de rotação T_0 e três correias são presas nos eixos como mostra a figura. Em cada correia há uma marca, que no instante $t = 0$ está alinhada com a referência O . Supondo que as correias giram sem escorregar nos eixos, qual é o menor tempo para que as três marcas estejam alinhadas novamente com a referência O ?



2. Uma lente biconvexa é construída com um plástico de índice de refração n . Fazendo um experimento no ar, observa-se que quando um objeto é colocado a uma distância $p = 45 \text{ cm}$ da lente, uma imagem real é formada a 360 cm da lente. Repetindo o experimento dentro de um líquido

de índice de refração $n_\ell = 1,5$, para um objeto a mesma distância $p = 45 \text{ cm}$ da lente, obtém-se uma imagem virtual a 30 cm da lente. Determine n e os raios de curvatura da lente.

3. (Questão exclusiva do 1º ano) Em um recipiente de capacidade térmica desprezível existe uma mistura de água e gelo. A massa desta mistura é de 10 kg . O recipiente é colocado no interior de uma casa e imediatamente inicia-se a medição da temperatura da mistura em função do tempo. O gráfico obtido está indicado na figura 2. Qual era a massa de gelo que existia no recipiente quando este foi colocado nesta residência? Considere que o calor latente de fusão do gelo vale $3,0 \times 10^5 \text{ J/kg}$ e que o calor específico da água é 4200 J/(kg K) .

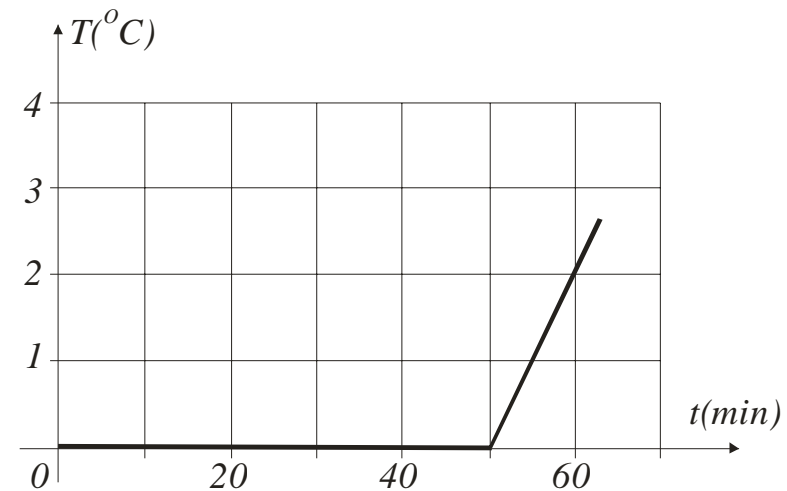


Fig. 2

4. Um palco flutuante, de base plana A, foi projetado para ser utilizado em água do mar, cuja densidade é 3% maior que a da água doce. Quando ele está com carga total, o nível de água atinge a linha de segurança, que está à altura h_m da base inferior. Contudo, os promotores de um evento quiseram usar esse mesmo palco em um lago de água doce. Cientes de que com carga total o nível de segurança seria ultrapassado, eles propuseram aos patrocinadores que, em troca de publicidade, providenciassem quatro balões iguais cheios de um gás (cuja densidade é um décimo da densidade do ar) os quais seriam amarrados em pontos convenientes para que o palco voltasse à linha de segurança original. Sabendo-se que a carga total, incluída a massa do próprio palco, é de 6400 kg , calcule o volume de cada balão. Despreze as massas dos balões, das cordas e do próprio gás.

5. A energia cinética de rotação de um corpo rígido que gira com velocidade angular ω em torno de certo eixo, é dada por $E_{rot} = \frac{1}{2} I \omega^2$. A grandeza I é chamada de *momento de inércia*, a qual depende não só da massa do corpo, mas também de como a massa está distribuída em torno do eixo de rotação. Seja um corpo rígido constituído de dezesseis bolas de mesma massa m que estão distribuídas simetricamente ao longo de duas circunferências concêntricas de raios r e $2r$. Elas estão ligadas entre si por barras finas e rígidas de massa desprezível, como mostra a figura 3. Expressando o resultado em termos da massa total $M = 16m$ e do raio

externo $R = 2r$, calcule o momento de inércia do corpo na situação onde ele gira, com velocidade angular constante ω , em torno de um eixo:

- perpendicular ao plano que contém as circunferências e que passa pelos seus centros
- que pertence ao plano que contém as circunferências e que passa por quatro bolas.

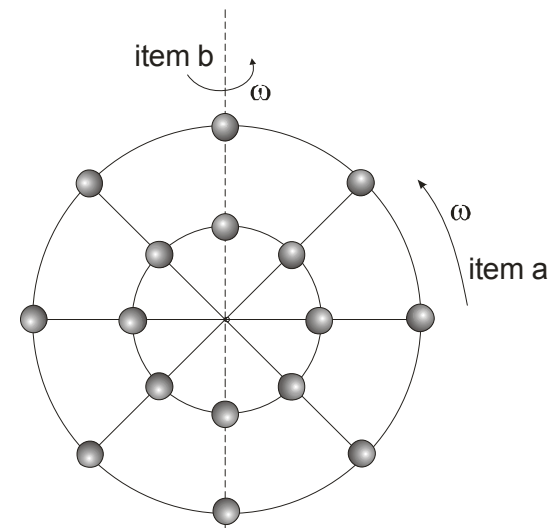


Fig. 3

6. (Questão exclusiva do 1º ano) Em uma estrada retilínea, dois carros, A e B, estão se movendo em sentidos opostos com velocidades constantes. Um helicóptero acompanha o movimento dos carros, movendo-se paralelamente à estrada e no mesmo sentido de A. Para um passageiro do carro A (isto é, no referencial do carro A), a velocidade do helicóptero é

de 100 km/h, enquanto que para um passageiro de B esta velocidade, em módulo, é de 150 km/h. Sabendo-se que em $t = 0$ a distância entre os carros é de 10 km, em que instante eles irão se encontrar?

7. Em um quadro de madeira fixo na parede é preso um pêndulo constituído de uma barra metálica de massa desprezível de 40 cm e um pequeno disco que pode oscilar livremente. O pêndulo é colocado a oscilar e, no momento em que ele passa pela parte mais baixa de sua trajetória, com velocidade igual a 2,0 m/s, deixa-se o quadro cair em queda livre (sem girar, inclinar, vibrar ou encostar na parede). Depois de quanto tempo o disco voltará a passar pela mesma posição mais baixa de sua trajetória? Despreze o atrito e a resistência do ar.

8. Uma calota esférica, de 60 cm de raio e espessura desprezível, é espelhada em ambos os lados de modo a constituírem dois espelhos. Colocando-se um objeto à uma distância p desta calota, nota-se que a altura de sua imagem, quando a face convexa atua como espelho, é metade da altura da imagem obtida quando colocamos o outro lado da calota. Sabendo-se que em qualquer dos casos a imagem é direita, determine p .

9. Na superfície de um lago de águas paradas encontra-se em movimento um tronco, de massa 400 kg e comprimento 18 m, com uma velocidade constante igual a 4,0 m/s em relação às margens do lago. Em um

determinado instante, um homem de massa 80 kg começa a correr sobre ele, saindo de uma extremidade a outra, com uma velocidade igual a 3,0 m/s em *relação ao tronco* e no mesmo sentido de seu movimento. Qual a distância percorrida pelo tronco sobre a água, do instante que o homem deixa uma de suas extremidades e alcança a outra extremidade? Considere desprezível a resistência produzida pela água ao movimento do tronco.

10. Desejando determinar a temperatura de um forno, um estudante colocou em seu interior um cilindro de massa de 50 g e calor específico igual a 0,22 cal/g°C. Após certo intervalo de tempo o cilindro foi retirado do forno e imediatamente colocado no interior de uma garrafa térmica com 330 g de água. A temperatura da água variou de 19°C para 20°C. Considerando o calor específico da água 1,0 cal/g°C, calcule a temperatura que se encontrava o forno no momento que o cilindro foi retirado do seu interior. Despreze as perdas de calor para o ambiente e a capacidade térmica da garrafa.

11. (Questão exclusiva do 1º ano) Fernando está parado nas margens de um lago observando o movimento de um barco, de comprimento de 2,0 m, que se desloca para a sua esquerda. Em determinado instante, a partir da parte central do barco, um marinheiro lança verticalmente para cima uma bola que alcança a altura de 5,0 m. Fernando constata que a bola ao descer, bate na ponta direita do barco (atrás do barco). No momento que

a bola foi lançada, o barco estava com uma velocidade igual a 2,0 m/s. Qual a aceleração média desenvolvida pelo barco? Despreze a resistência do ar ou a resistência da água.

12. Um recipiente cilíndrico, de área de secção reta de 300 cm^2 contém 3 moles de gás ideal diatômico ($C_V = 5R/2$) que está à mesma pressão externa. Este recipiente contém um pistão que pode se mover sem atrito e todas as paredes são adiabáticas, exceto uma que pode ser retirada para que o gás fique em contato com uma fonte que fornece calor a uma taxa constante (veja figura 4). Num determinado instante o gás sofre um processo termodinâmico ilustrado no diagrama PV abaixo e o pistão se move com velocidade constante de $16,6 \text{ mm/s}$.

- Qual foi a variação de temperatura do gás depois de decorridos 50 s?
- Obtenha a quantidade de calor transferida ao gás durante esse intervalo de tempo.

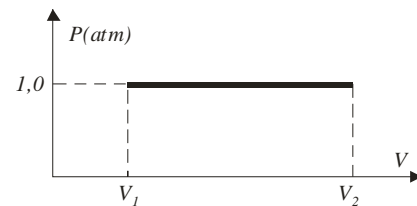


Fig. 4

13. Um paralelepípedo B está sobre um plano horizontal. O coeficiente de atrito cinético entre eles vale μ . Um fio inextensível e sem peso é preso a

ele e, passando por uma polia, é ligado a um outro corpo A que está pendurado. Sobre o bloco B encontra-se um carro, como mostra a figura 5. Este carro é acelerado de maneira que o corpo A sobe com velocidade constante. Considerando que as massas dos corpos A, B e do carro são iguais, determine:

- o sentido da aceleração do carro. Justifique.
- o valor desta aceleração em função de μ e da aceleração da gravidade g .

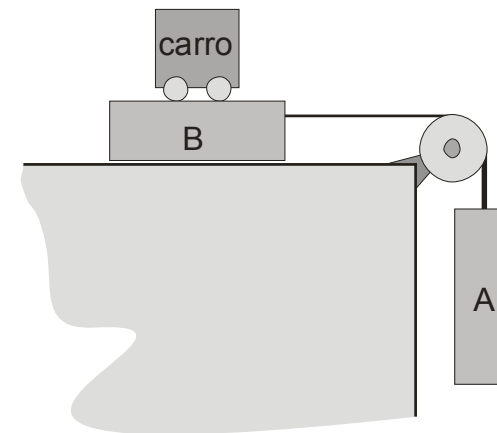


Fig. 5

14. Em uma região cuja temperatura ambiente é de 27°C e a pressão é de 1 atm, existe um lago. Se uma bolha de ar de 14 cm^3 é produzida a uma profundidade de 40 m neste lago, cuja temperatura a esta profundidade é

de 7°C , qual será o volume (em cm^3) desta bolha ao chegar à superfície do lago? Considere que o ar é um gás ideal.

15. (Questão exclusiva do 1º ano) Uma longa avenida tem onze semáforos sincronizados. A distância entre eles é de 200 m, exceto a distância entre o primeiro e o segundo semáforo, que é menor. Cada semáforo fica verde durante 30 s e está sincronizado de forma que cada um deles abre (isto é, permite a passagem) 10 segundos após o anterior ficar verde. Suponha que um motorista queira trafegar, a partir do segundo semáforo, com uma velocidade constante v_m , que é a média entre a velocidade máxima e mínima que permite o veículo atravessar a avenida sem parar em nenhum semáforo. Inicialmente o veículo está parado no primeiro semáforo, mas no instante em que este sinal fica verde ele se move com aceleração constante até atingir o segundo semáforo com velocidade v_m no momento em que este está abrindo.

- Qual é o valor desta aceleração?
- Qual é a distância entre o primeiro e o segundo semáforo?

16. Um trem de ondas sofre refração ao passar do meio 1 para o meio 2. A figura 6 mostra algumas frentes de onda num determinado instante. A frequência e a velocidade das ondas no meio 1 são respectivamente 400 Hz e $200\sqrt{2}$ m/s. Qual o comprimento de onda das ondas no meio 2?

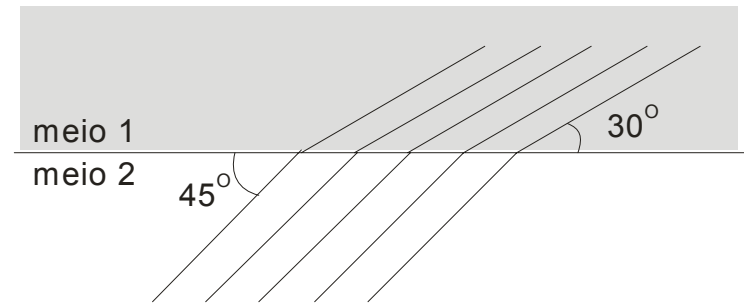


Fig. 6