

2ª Fase

1º e 2º Anos

Leia com atenção todas as instruções seguintes.

As questões **01 a 16** são destinadas **exclusivamente** aos alunos do **1º e 2º anos**, os quais devem escolher **apenas 8** questões.

O **Caderno de Resolução** com a identificação do estudante encontra-se em separado e deverá ser entregue ao final do exame.

Para a solução das questões, quando necessário, considere:

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$

Densidade da água: $d = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$

Calor específico da água: $c = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} = 4200 \text{ J/kg K}$

Calor latente de fusão do gelo: $L_f = 80 \text{ cal/g}$

Calor latente de vaporização da água: $L_v = 540 \text{ cal/g}$

Constante universal dos gases: $R = 2 \text{ cal/mol } ^\circ\text{C}$

Velocidade do som no ar: $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$

$1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 760 \text{ mm Hg}$

$1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

$T_{\text{Celsius}} = T_{\text{Kelvin}} - 273$

Algumas relações trigonométricas que podem ser úteis:

$$\text{sen}^2(\theta) + \text{cos}^2(\theta) = 1$$

$$\text{sen}(2\theta) = 2 \text{sen}(\theta) \text{cos}(\theta)$$

$$\text{cos}(2\theta) = \text{cos}^2(\theta) - \text{sen}^2(\theta)$$

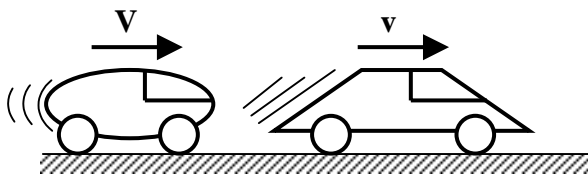
θ	30°	45°	60°
$\text{sen}(\theta)$	0,50	$\sqrt{2}/2 = 0,71$	$\sqrt{3}/2 = 0,87$
$\text{cos}(\theta)$	$\sqrt{3}/2 = 0,87$	$\sqrt{2}/2 = 0,71$	0,50
$\text{tg}(\theta)$	$\sqrt{3}/3 = 0,58$	1	$\sqrt{3} = 1,73$

QUESTÕES

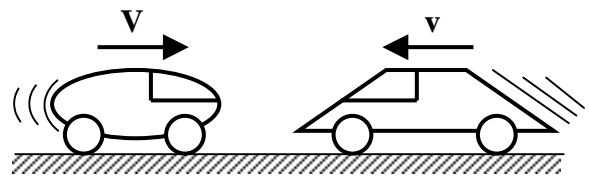
1ª QUESTÃO

Dois automóveis trafegam ao longo de uma estrada horizontal e retilínea. Sejam L e λ os comprimentos dos automóveis, com módulos das velocidades constantes respectivamente iguais a V e v . Na situação **1** (ver figura), os automóveis movem-se no mesmo sentido. Na situação **2**, os automóveis movem-se em sentidos opostos. Supondo que $V > v$, calcule quanto tempo dura a passagem de um automóvel pelo outro:

- a) na situação **1**;
- b) na situação **2**.



situação 1



situação 2

2ª QUESTÃO

Um estudante no topo de um edifício observa a trajetória de uma bolinha lançada verticalmente para cima no instante $t = 0$, a partir de um ponto localizado abaixo do topo. Medindo a posição a partir do topo, ele nota que a bolinha atinge a altura de **10 m** quando $t = 1$ s, e **15 m** quando $t = 2$ s. Despreze o atrito da bolinha com o ar.

- a) Calcule o módulo da velocidade inicial da bolinha.
- b) Calcule a distância total percorrida desde o início do lançamento até o instante em que a bolinha atinge a altura máxima.

3ª QUESTÃO

Um motociclista pretende saltar sobre um conjunto de automóveis enfileirados. As rampas de salto e de descida têm a mesma altura, comprimento **50 m** e inclinação de **15°** com a horizontal. A frente de cada automóvel de comprimento **5 m** está encostada à traseira do automóvel seguinte. Despreze a resistência do ar.

- a) Calcule quantos automóveis o motociclista conseguirá saltar se sua velocidade inicial na base da rampa for **30 m/s** e sua aceleração constante ao longo da rampa for **1 m/s²**.
- b) Calcule qual deverá ser a sua aceleração constante ao longo da rampa se, para realizar um salto igual ao anterior, a sua velocidade inicial na base da rampa for **25 m/s**.

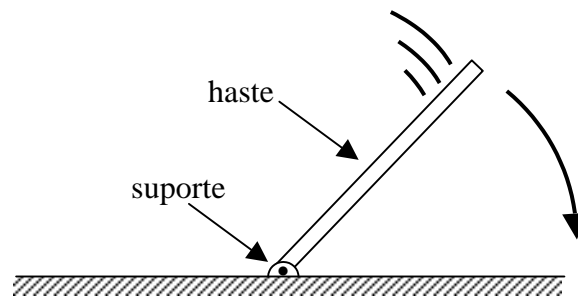
4ª QUESTÃO

Um estudante dentro de um carro parado observa a chuva cair fazendo um ângulo de 30° com a vertical. Com o carro em movimento retilíneo e uniforme contra a chuva a uma velocidade de 40 km/h , o estudante nota que o ângulo de inclinação da chuva com a vertical aumenta para 60° . Calcule os módulos da:

- velocidade da chuva em relação ao solo;
- velocidade da chuva em relação ao carro.

5ª QUESTÃO

Uma haste fina e retilínea tem uma de suas extremidades pivotada em um suporte montado sobre uma superfície horizontal, como ilustrado na figura a seguir. A haste encontra-se inicialmente em repouso, com o seu comprimento ao longo da direção vertical. No instante $t = 0$, a haste tomba em direção à superfície, atingindo-a após $t = 1,5 \text{ s}$.



- Calcule o valor da velocidade angular média da haste durante sua queda até a superfície.
- Estime o comprimento da haste, sabendo que a sua extremidade livre cai com velocidade escalar média de $\pi/12 \text{ m/s}$.

6ª QUESTÃO

A equação horária para a posição angular θ (em radianos) em função do tempo t (em segundos) de uma partícula que executa um movimento circular, de raio igual a 1 m , é dada por:

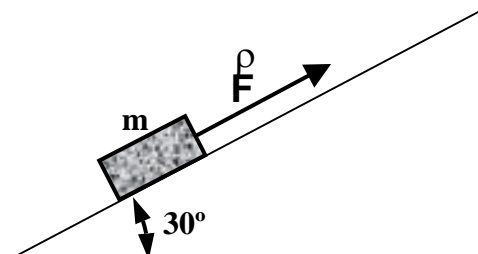
$$\theta(t) = 1 - 2t + t^2.$$

No instante $t = 1 \text{ s}$ calcule:

- o módulo da aceleração centrípeta da partícula;
- o módulo da aceleração tangencial da partícula.

7ª QUESTÃO

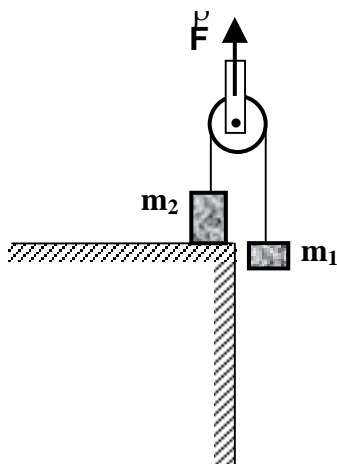
Um bloco de massa $m = 1 \text{ kg}$ é puxado para cima, ao longo de um plano inclinado, sob efeito de uma força \vec{F} paralela ao plano e de módulo constante e igual a 8 N (ver figura). O movimento de subida é realizado com velocidade constante. Quando a força \vec{F} deixa de ser aplicada, o bloco desce o plano com aceleração constante. Calcule:



- a força de atrito durante a subida (indique claramente o módulo, a direção e o sentido);
- a aceleração do bloco durante a descida (indique claramente o módulo, a direção e o sentido).

8ª QUESTÃO

A figura a seguir mostra dois blocos de massas $m_1 = 1 \text{ kg}$ e $m_2 = 2 \text{ kg}$, ligados por um fio ideal (inextensível e de massa desprezível) a uma polia também ideal (de massa desprezível e que não oferece resistência à passagem do fio). Uma força vertical de módulo constante F e sentido para cima é aplicada na polia. Determine os módulos da força normal atuando no bloco 2 e da aceleração do bloco 1 quando:



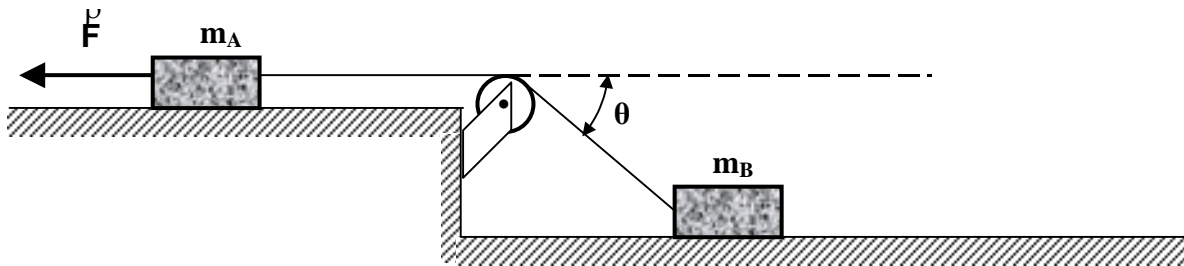
- $F = 30 \text{ N}$;
- $F = 50 \text{ N}$.

9ª QUESTÃO

Dois blocos **A** e **B**, de mesmo material e massas respectivamente iguais a $m_A = 3 \text{ kg}$ e $m_B = 5 \text{ kg}$, estão sobre superfícies horizontais idênticas, como indicado na figura a seguir. O coeficiente de atrito estático entre os blocos e as superfícies é $\mu_E = \sqrt{3}/3$. Os blocos são ligados por um fio ideal que passa por uma polia também ideal. Sobre o bloco **A** atua uma força horizontal \vec{F} , de intensidade constante porém desconhecida. O fio é

conectado ao bloco **B**, fazendo um ângulo $\theta = 60^\circ$ com a direção de aplicação da força \vec{F} . Considerando que ambos os blocos encontram-se na iminência de movimento, calcule:

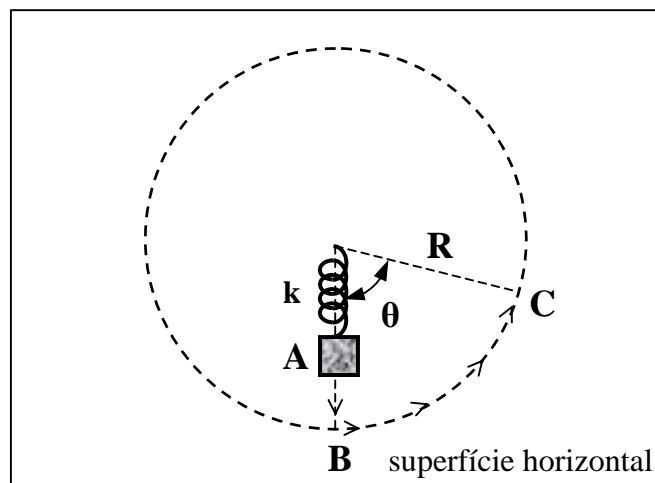
- os módulos das forças de reação normal das superfícies horizontais sobre os blocos **A** e **B**;
- a força resultante que o fio exerce na polia. Indique claramente o módulo, a direção e o sentido do vetor. A direção deve ser indicada através do ângulo formado entre a força e a linha tracejada, medido a partir desta no sentido horário.



10ª QUESTÃO

Um bloco de massa m encontra-se sobre uma superfície horizontal sem atrito, ligado a uma mola ideal de constante elástica k (ver figura). Sabe-se que, quando o bloco está localizado no ponto **A**, a mola não está deformada, tendo comprimento L . Através da aplicação de uma força externa, o bloco desloca-se primeiramente de **A** para **B**, ao longo de um segmento de reta, e posteriormente de **B** para **C**, ao longo de um arco de circunferência de raio R . Calcule o trabalho realizado pela força elástica da mola:

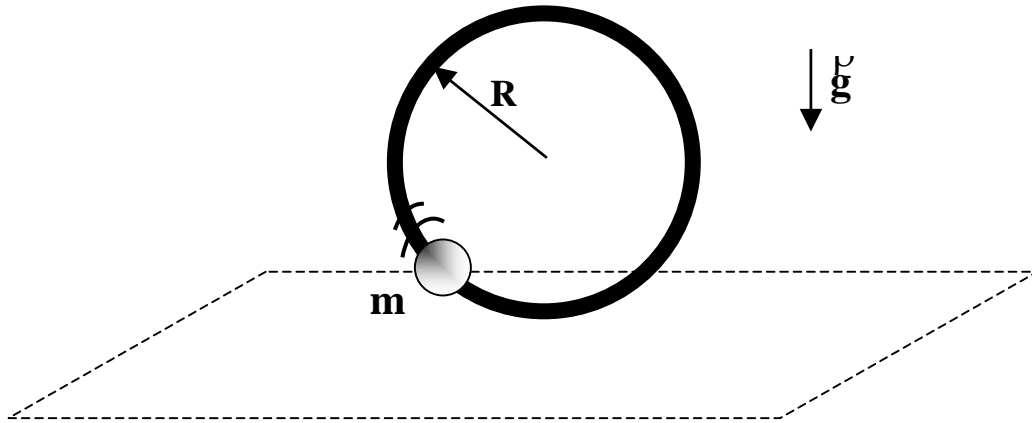
- no trajeto de **A** para **B**;
- no trajeto de **B** para **C**, sabendo que o deslocamento angular é θ . Considere que a mola exerce força somente na direção radial.



11ª QUESTÃO

Uma pequena esfera perfurada de massa m pode deslizar, sem atrito, ao longo de um aro de raio R mantido fixo no plano vertical (ver figura). Suponha que a energia mecânica da esfera, medida em relação ao ponto mais baixo do aro, vale $1,5mgR$, onde g é o módulo da aceleração da gravidade. Despreze a resistência do ar.

- Calcule o módulo da aceleração tangencial da esfera quando ela atinge o ponto mais alto de sua trajetória.
- Calcule a força normal exercida pelo aro sobre a esfera quando ela atinge o ponto mais alto de sua trajetória (indique claramente o módulo, a direção e o sentido).



12ª QUESTÃO

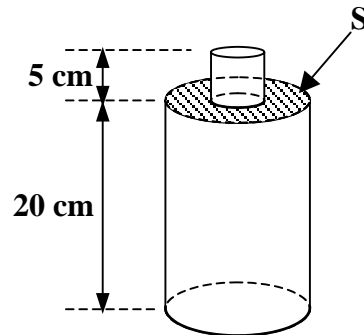
Uma bolinha de borracha de massa $0,1 \text{ kg}$ cai em queda livre, a partir do repouso, de uma altura de $12,8 \text{ m}$. Após a primeira colisão com o solo, cuja duração é $0,2 \text{ s}$, a bolinha sobe verticalmente e atinge uma altura máxima de $9,8 \text{ m}$. Despreze a resistência do ar.

- Calcule a quantidade de movimento (momento linear) da bolinha imediatamente antes e depois da colisão (indique claramente o módulo, a direção e o sentido em cada caso). Houve conservação da quantidade de movimento? Explique sua resposta.
- Calcule a força média que o solo exerce sobre a bolinha durante a colisão (indique claramente o módulo, a direção e o sentido).

13ª QUESTÃO

Uma garrafa sem tampa é cheia até o topo do gargalo com água (ver figura). O corpo cilíndrico da garrafa tem altura **20 cm** e área de seção transversal **100 cm²**. O gargalo também cilíndrico tem altura **5 cm** e área de seção transversal **20 cm²**. Nos itens abaixo, não incluir a contribuição da pressão atmosférica.

- Determine o módulo da força resultante que a água exerce sobre a base da garrafa.
- Determine o módulo da força resultante que a água exerce sobre a superfície **S** da garrafa (área hachuriada da figura).



14ª QUESTÃO

Em tempos de economia de energia elétrica, um estudante tem a seguinte idéia para esquentar a água de seu banho. A caixa d'água de sua casa tem forma cúbica, com volume de **1 m³**, e encontra-se cheia de água. O estudante imagina então soltar do repouso, a partir da superfície da água, esferas de massa **1 kg** cada. A energia dissipada devido à viscosidade da água e à colisão das esferas com o fundo da caixa d'água pode, em princípio, elevar a temperatura da água. Suponha que toda a energia dissipada seja transferida para a água na forma de calor e que não haja perdas térmicas nesse processo. Considere ainda as esferas puntiformes e despreze o calor absorvido por elas.

- Calcule quantas esferas o estudante deverá soltar a fim de elevar em **1 °C** a temperatura da água.
- Se o estudante soltar as esferas à taxa de uma esfera por segundo, calcule a ordem de grandeza do número de horas que ele levará nesse processo.

15ª QUESTÃO

Uma usina geotérmica utiliza vapor proveniente do interior da Terra a uma temperatura de **127 °C** e água para resfriamento a **27 °C**. Em um ciclo de funcionamento da usina, parte deste calor é aproveitada sob a forma de energia elétrica (trabalho), enquanto que parte é rejeitada para a fonte fria (sistema de resfriamento por água).

- Calcule o rendimento máximo (eficiência máxima) que tal usina poderia alcançar.
- Considere que o rendimento real seja de **20%** e que a usina gere **3 × 10⁶ J** de energia elétrica em um ciclo de funcionamento. Supondo que a Terra e o sistema de resfriamento sejam reservatórios arbitrariamente grandes de calor, de modo que suas respectivas temperaturas se mantêm constantes durante o ciclo, calcule a variação da entropia **total** (usina mais fontes quente e fria) por ciclo.

16ª QUESTÃO

Um raio de luz monocromática incide sobre uma superfície plana **S** que separa os meios **1** e **2**, de índices de refração respectivamente iguais a $n_1 = 1$ e $n_2 = \sqrt{2}$. Inicialmente, o raio faz um ângulo de 45° com a superfície **S**, conforme ilustrado na figura abaixo.

- Calcule o **ângulo de desvio**, em relação à direção do raio incidente, sofrido pelo raio de luz ao passar do meio **1** para o meio **2**.
- Calcule o valor da razão v_1/v_2 entre as velocidades de propagação da luz nos meios **1** e **2**.

