Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
1ª Avaliação à Distância de Física para Computação - 2013/I
Gabarito

6 de março de 2013

1ª Questão
(a) (1,25 pontos) Um carro faz um percurso de comprimento d sem paradas em um tempo t. Na primeira metade do tempo, sua velocidade é v_1, e na segunda metade sua velocidade é v_2. Calcule a velocidade média do carro no percurso e compare-a com $\frac{(v_1+v_2)}{2}$.
(b) (1,25 pontos) Em uma viagem do Rio de Janeiro a São Paulo, um motorista dirige um carro a velocidade constante v. A uma distância d a frente do seu carro está a traseira de um caminhão que viaja com velocidade constante V. O carro tem comprimento L_1 e o caminhão tem comprimento L_2. Quanto o carro se deslocará até ultrapassar o caminhão?

Resposta:
(a) Vamos chamar de d_1 e d_2 as distâncias percorridas com velocidades v_1 e v_2 respectivamente, de forma que $d_1 + d_2 = d$. A velocidade média do percurso total é

$$v_m = \frac{d}{t}$$

mas devemos reescrevê-la em termos de d_1 e d_2, para finalmente usarmos v_1 e v_2:

$$v_m = \frac{d}{t} = \frac{d_1}{t} + \frac{d_2}{t} = \frac{1}{2}\frac{d_1}{(t/2)} + \frac{1}{2}\frac{d_2}{(t/2)} = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$$

Ou seja, na comparação, a velocidade $\frac{(v_1+v_2)}{2}$ dada no enunciado é exatamente a velocidade média do percurso.
(b) Primeiro vamos usar o referencial do caminhão para descobrir o tempo que leva ultrapassagem. Nesse referencial o caminhão está parado e o carro se move com velocidade $v - V$.

Consideramos que ultrapassar o caminhão significa que o carro inteiro estará à frente do caminhão, portanto, nesse referencial o carro deve percorrer a distância $d + L_2 + L_1$. (Se você considerou que ultrapassar significava somente colocar a parte da frente do carro à frente do caminhão, a distância seria $d + L_2$. Os dois casos serão considerados certos.)

Já temos a distância e a velocidade nesse referencial, e podemos então calcular o tempo:

$$t = \frac{d + L_2 + L_1}{v - V}$$

O tempo não muda de um referencial para o outro, portanto podemos usá-lo, juntamente com a velocidade do carro no referencial da estrada, para calcular o deslocamento D em relação ao referencial da estrada:

$$D = vt = \frac{v(d + L_2 + L_1)}{v - V}$$

2ª Questão

(a) (1,25 pontos) Uma caixa de massa m é arrastada sobre um piso horizontal através de uma corda fazendo um ângulo de 45° com a horizontal. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre a caixa e o piso são respectivamente $0,70$ e $0,50$.

(a.a) Estando a caixa inicialmente em repouso, qual é a força mínima necessária para iniciar o movimento?

(a.b) Quando a força atinge esse valor mínimo, com que aceleração inicia-se o movimento da caixa?

(b) (1,25 pontos) Explique a razão pela qual o movimento da bicicleta evita que ela caia. Use um modelo simplificado de uma única roda girando em um piso horizontal para sua explicação.

Resposta:

(a) Consideremos as forças que agem sobre a massa: o peso P, a normal do piso N, a tensão da corda T, que pode ser decomposta em $T_{\parallel}$ (paralela ao piso) e $T_{\perp}$ (perpendicular ao piso). Além dessas forças, na medida em que se tenta mover a massa, forças de atrito aparecem, podendo ser de atrito estático F_e ou cinético F_c, sempre contrárias ao movimento.

(a.a) Precisamos calcular a tensão mínima T exercida pela corda para romper a inércia do bloco. Essa situação ocorre quando a força que puxa o objeto pra frente se igualar à força que o puxa pra trás. Nesse caso, $T_{\parallel} = F_e$. A força de atrito estático pode ter qualquer valor entre zero e o valor máximo que o coeficiente de atrito permite, dependendo da força que tenta provocar o movimento. Como no caso queremos chegar à situação limite de movimento, usaremos o valor máximo de F_e:

$$F_e = 0,7N$$

A força normal nesse caso não será igual ao peso, porque existe outra força que sustenta parte do peso do objeto, a $T_{\perp}$. Temos então:

$$P = N + T_{\perp}$$

Vamos reescrever $T_{\parallel}$ e $T_{\perp}$ em termos de T. Como a corda faz um ângulo de 45° com o piso, e lembrando que $\sin(45°) = \cos(45°) = \frac{1}{\sqrt{2}}$:

$$T_{\perp} = T_{\parallel} = T\sin(45°) = \frac{T}{\sqrt{2}}$$

Voltamos então à condição para romper a inércia, e vamos reescrevê-la em termos de T e P:

$$\begin{aligned}
T_{\parallel} &= F_e \\
\frac{T}{\sqrt{2}} &= 0,7N \\
\frac{T}{\sqrt{2}} &= 0,7\left(P - \frac{T}{\sqrt{2}}\right) \\
(1+0,7)\frac{T}{\sqrt{2}} &= 0,7P \\
T &= \frac{0,7}{1,7}\sqrt{2}P \approx 0,58mg
\end{aligned}$$

Ou seja, a tensão mínima para romper a inércia é $0,58mg$, onde m é a massa do objeto e g a aceleração da gravidade.

(a.b) Quando a força atinge esse valor mínimo e o movimento se inicia, o atrito que era estático passa a ser cinético. Como o atrito cinético é menor, teremos uma força resultante na direção horizontal que acelerará o objeto. Essa resultante R vale $T_{\parallel} - F_c$. Calculemos o atrito cinético:

$$F_c = 0,5N = 0,5\left(P - \frac{T}{\sqrt{2}}\right)$$

Assim podemos calcular R:

$$R = T_{\parallel} - F_c = \frac{T}{\sqrt{2}} - 0,5\left(P - \frac{T}{\sqrt{2}}\right)$$

Usando o valor de T calculado anteriormente, temos:

$$R = \frac{0,7}{1,7}P - 0,5\left(P - \frac{0,7}{1,7}P\right) = [1,5\left(\frac{0,7}{1,7}\right) - 0,5]P \approx 0,11mg$$

Como, pela segunda lei de Newton, $R = ma$, temos que $a \approx 0,11g$.

(b) Quando uma roda em movimento começa a se inclinar, a normal com o chão passa a ter uma componente paralela ao chão, apontando na direção oposta à da queda. Essa força gera um torque que altera a direção do momento angular original da roda, levando a roda a fazer uma curva para o lado da queda, retardando sua queda.

3ª Questão

(a) (1,0 ponto) Quando duas ondas interferem, uma atrapalha a propagação da outra? Explique.

(b) (1,0 ponto) Quando dois pulsos de amplitude máxima unitária em forma de semicírculo sobre uma corda são somados, em cada ponto onde ocorra interferência há algum ganho ou perda de energia? E se um dos pulsos tiver amplitude inversa à do outro? Explique.

(c) (anulada) Uma onda transfere energia e momento linear. Será possível que a onda transfira também momento angular? Explique.

Resposta:

(a) Depende. Se considerarmos ondas de mesma frequência (discutidas em aula), o resultado da interferência depende da fase relativa entre elas. A fase pode ser tal que cause uma interferência destrutiva, anulando totalmente a propagação da onda (fase π), ou pode causar uma interferência construtiva, duplicando a amplitude da onda (fase 0 ou 2π). As fases intermediárias geram amplitudes intermediárias, mas só a fase π anula totalmente a propagação.

(b) Cada pulso carrega energia, e essa energia será conservada se considerarmos uma corda não dispersiva. Mesmo quando os pulsos tiverem amplitude oposta a energia não se perde. No momento em que eles se superpuserem e a corda ficar toda plana (que será só por um instante) a corda ainda assim tem velocidade (portanto energia cinética), e no instante seguinte já terá uma configuração diferente, com os pulsos continuando sua propagação independentemente um do outro.

(c) Questão anulada.

4ª Questão

(a) (1,5 pontos) Explique qualitativamente o que acontece com o período de um pêndulo quando sua amplitude é aumentada.

(b) (1,5 pontos) Qualquer mola real tem massa. Se esta massa for levada em conta, explique qualitativamente como isto afetará o período de oscilação do sistema massa-mola.

Resposta:

(a) Na medida em que a amplitude aumenta, a aproximação $\theta \sim \sin\theta$ deixa de valer, e o movimento deixa de ser harmônico. Nesse caso o período do pêndulo aumenta como função da amplitude.

(b) Nesse caso a massa que se desloca com as oscilações será um pouco maior. Como o período é proporcional à raiz quadrada da massa ($T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$), quando a massa aumenta, o período aumenta.