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

1ª Questão

(a) (1,0 ponto) - Um carro faz um percurso de comprimento d sem paradas em um tempo t. No primeiro terço do tempo, sua velocidade é v1, e no segundo trecho (dois terços do tempo) sua velocidade é v2. Calcule a velocidade média do carro no percurso e compare-a com a média aritmética das velocidades.

(b) (1,0 ponto) - Um carro faz um percurso de comprimento d sem paradas em um tempo t. Na primeira metade da distância, sua velocidade é v1, e na segunda metade sua velocidade é v2. Calcule a velocidade média do carro no percurso e compare-a com a média aritmética das velocidades.

Resposta:

Vamos chamar de d_1 e d_2 as distâncias percorridas com velocidades v_1 e v_2 respectivamente, de forma que $d_1 + d_2 = d$, e de t_1 e t_2 o tempo que o carro passou com cada velocidade, de forma que $t_1 + t_2 = t$. Assim $v_1 = \frac{d_1}{t_1}$ e $v_2 = \frac{d_2}{t_2}$.

(a) O enunciado nos diz que $t_1 = \frac{t}{3}$ e $t_2 = \frac{2t}{3}$. Então

$$d_1 = v_1 t_1 = \frac{v_1 t}{3}$$
$$d_2 = v_2 t_2 = \frac{2 v_2 t}{3}$$

Assim, a velocidade média do percurso total é

$$v_m = \frac{d}{t} = \frac{d_1 + d_2}{t} = \frac{\frac{v_1 t}{3} + \frac{2 v_2 t}{3}}{t} = \frac{v_1 + 2v_2}{3}$$

Ou seja, a velocidade média nesse caso é uma média ponderada pelo tempo das velocidades utilizadas, e é diferente da média aritimética $\frac{(v_1+v_2)}{2}$. Essa média seria a resposta certa se os tempos t_1 e t_2 fossem iguais.

(b) O enunciado nos diz que $d_1 = \frac{d}{2}$ e $d_2 = \frac{d}{2}$. Então

$$t_1 = \frac{d_1}{v_1} = \frac{d}{2v_1}$$
$$t_2 = \frac{d_2}{v_2} = \frac{d}{2v_2}$$

Assim, a velocidade média do percurso total é

$$v_m = \frac{d}{t} = \frac{d}{t_1 + t_2} = \frac{d}{\frac{d}{2v_1} + \frac{d}{2v_2}} = \frac{1}{\frac{1}{2}\left(\frac{v_1+v_2}{v_1 v_2}\right)} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$$

Nesse caso é a velocidade média também é diferente da média aritimética $\frac{(v_1+v_2)}{2}$.

2ª Questão

(a) (1,5 pontos) Um cliente típico, de massa M, tem que subir uma rampa de supermercado empurrando um carrinho de compras cheio de produtos, perfazendo massa até m. O carrinho tem rodinhas cobertas com borracha com atrito suficiente para não deslizar no chão, tais rodinhas giram em torno de eixos sem atrito. Assim, a única força no sentido de subida da rampa é a força de atrito provida pelos calçados da pessoa. Se o coeficiente de atrito do calçado com o chão for 0,4, qual o maior ângulo que o projetista da rampa pode usar com segurança de que os clientes não vão deslizar rampa abaixo sem aderência suficiente? Utilize valores numéricos para exemplificar: m=30kg, M=60kg, g=10m/s^2. Suponha agora que uma cliente tenta subir a rampa construída com a inclinação encontrada acima, porém seu calçado oferece atrito com coeficiente 0,3. O que sucederá?

(b) (1,0 pontos) Explique o movimento de precessão do pião, desenhando um diagrama que represente vetorialmente o momento angular e o torque resultante.

Resposta:

As forças a serem consideradas no problema são: peso da pessoa $P_p = Mg$, peso do carrinho $P_c = mg$, normal que a rampa faz sobre a pessoa $N_p = Mg\cos\theta$, normal que a rampa faz sobre o carrinho $N_c = mg\cos\theta$. A normal equilibra a componente do peso que é perpendicular à rampa, restando então a componente paralela à rampa ser equilibrada por outras forças. Essa componente paralela vale:

$$(P_p + P_c)\,\mathrm{sen}\,\theta = (M+m)g\,\mathrm{sen}\,\theta$$

Nesse caso a força que pode equilibrar essa componente é a força de atrito entre a rampa e os pés da pessoa. $F_{at} = N_p\mu = Mg\cos\theta\mu$. então a condição para o equilíbrio é

$$(M+m)g\,\mathrm{sen}\,\theta = Mg\cos\theta\mu$$

(a) No caso em que $\mu = 0,4$, m=30kg, M=60kg, podemos determinar θ com a equação acima.

$$\begin{aligned}
\frac{\mathrm{sen}\,\theta}{\cos\theta} &= \frac{M\mu}{M+m} \\
\mathrm{tg}\theta &= \frac{60\times 0,4}{60+30} \simeq 0,267 \\
\theta &= \mathrm{arctg}(0,267) \simeq 15^{\mathrm{o}}
\end{aligned}$$

Agora, se a rampa só oferecer $\mu = 0,3$ e a inclinação for 15^{o}, o valor máximo que a força de arito terá é

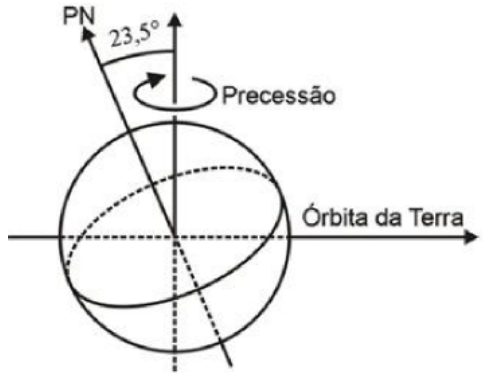
$$F_{at} = Mg\cos\theta\mu = 60\times 10\times 0,966\times 0,3 \simeq 174N$$

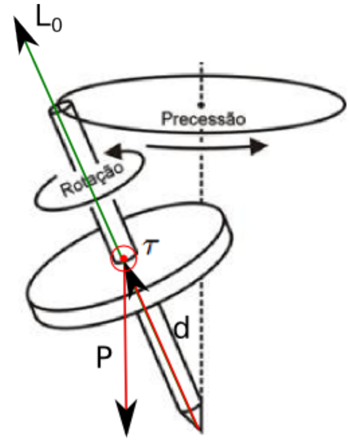
Mas a componente do peso da pessoa e do carrinho que sobra na direção da rampa vale

$$(P_p + P_c)\,\mathrm{sen}\,\theta = (M+m)g\,\mathrm{sen}\,\theta = (60+30)\times 10\times 0,259 \simeq 232N$$

Ou seja, o atrito máximo não é suficiente para manter o sistema em equilíbrio, e assim o cliente irá escorregar.

(b) O movimento de precessão consiste em uma mudança de direção do eixo de rotação. Ele é muito importante na Física pois se aplica desde piões ao planeta Terra.





Na figura, o momento angular inicial do pião é representado por $\vec{L}_0$, e tem a direção dada pela regra da mão direita (enrole os dedos da mão direita no sentido da rotação, e o polegar aponta na direção de $\vec{L}_0$). Esse momento angular será alterado por um torque causado pelo peso do pião. Considerando a atuação do peso sobre o centro de massa do pião, e considerando que o centro de massa está a uma distância d do ponto de apoio, o torque causado vale

$$\vec{\tau} = \vec{d} \times \vec{P}$$

e está na direção do eixo que cruza o papel, no sentido de dentro pra fora. À medida que o torque altera a direçõo do momento angular, o pião passa a precessar, e assim o vetor $\vec{d}$ vai mudando de direção também, fazendo com que o torque em si gire, e então a variação da direção de $\vec{L}_0$ não é sempre igual, mas vai rodando ao redor de um eixo, descrevendo um cone.

3ª Questão

(a) (1,5 pontos) Duas bolas de boliche se movem sobre uma pista com a mesma velocidade de translação; porém, uma desliza sobre a pista, enquanto a outra rola pela pista. Ao atingirem o anteparo no fim da pista, ambas atingiram o mesmo obstáculo (uma parede); uma das bolas causou um afundamento no obstáculo; a outra causou um afundamento idêntico e, também, descascou o obstáculo. Explique qualitativamente o motivo de os danos serem diferentes; compare as energias das bolas de boliche durante o movimento.

(b) (1,5 pontos) Um pneu de um automóvel precisa ser substituído. Mas, na ausência do macaco, o proprietário considera duas possibilidades: levantar o carro sozinho, com suas próprias mãos, do que ele desiste ao saber que precisaria de uma força aproximada de 4000N (o carro ficaria apoiado nas rodas do outro lado, que estão a 2m da extremidade do carro onde o proprietário faria força); ou usar uma alavanca longa e forte o suficiente (mas que, convenientemente, não é pesada), que vai ficar apoiada na linha das rodas opostas. Neste caso, a que distância ele deve ficar do carro, para conseguir levantar este lado do carro, sabendo que ele é capaz de imprimir uma força de 800N.

Resposta:

(a) As energias cinéticas das duas bolas são diferentes, pois enquanto uma só tem o termo de translação $\frac{1}{2}mv^2$, a outra tem esse e mais o termo de rotação $\frac{1}{2}I\omega^2$, onde I é o momento de inércia e ω é a velocidade angular. Isso quer dizer que a bola que tem mais energia é capaz de causar um dano maior, como de fato causou. Além disso, o dano que ela causou demonstra o movimento diferenciado que ela tem, pois ao tocar na parede estando ainda girando, ela interage com a parede não só através da força normal, como também com uma força de atrito que se opõe ao moviemento giratório. É essa componente que faz descascar a parede.

(b) O ponto de apoio nos dois casos é o do lado das rodas que não precisam ser trocadas. Num caso a distância da alavanca é a largura do carro d=2m e a força a ser feita seria F=4000N. Isso gera um torque

$$\vec{\tau} = \vec{d} \times \vec{F}$$

que, como a força é perpendicular à alavanca, tem módulo

$$\tau = dF\,\mathrm{sen}(90^o) = 2 \times 4000 \times 1 = 8000 \text{ Nm}$$

No segundo caso deve-se determinar a que distância a pessoa precisa estar para que a força máxima que ela pode fazer, de 800N, seja capaz de realizar o mesmo torque.

$$d = \frac{\tau}{F\,\mathrm{sen}(90^o)} = \frac{8000}{800 \times 1} = 10 \text{ m}$$

4ª Questão

(a) (1,5 pontos) Uma pessoa entra em um elevador com sua balança digital, na qual sobe. Inicialmente o elevador está parado no andar térreo. Nosso personagem, de massa 70kg aperta o botão do décimo andar, e o elevador inicia a subida. Considere que a máquina do elevador consegue impor uma aceleração constante durante 3,0s, levando o elevador à sua velocidade máxima de 1,0 m/s, que depois se mantém. Ao se aproximar do andar de destino, o elevador reduz sua velocidade também com aceleração constante, desta vez com a frenagem demorando 5,0s. Determine o peso que a balança exibe nas três situações, considerando que a aceleração local da gravidade é constante e igual a 10m/s^2.

(b) (1,0 pontos) Um jovem treinou em terra firme para saltar, a partir do repouso, chegando a atingir a distância máxima de 3,5m. Esse personagem estava em um pequeno barco que se aproximava do cais. Confiante, o jovem pulou do modo como treinara quando o barco ainda navegava e ele estava a 3,5m do cais; ele se surpreendeu por ter caído na água, a 2m do cais, mesmo tendo feito o mesmo impulso treinado. Explique qualitativamente o que ocorreu.

Resposta:

(a) Normalmente quando pisamos numa balança, estamos em repousou, portanto a normal que a balança faz é igual em módulo ao nosso peso e assim ficamos em equilíbrio, e assim ela estima nossa massa, pois $P = mg$. Entretanto, ao entrarmos com a balança no elevador, o elevador irá acelerar, e essa aceleração precisa ser transmitida para a pessoa sobre a balança, para que o conjunto suba e desça coeso. Assim, as forças atuando na pessoa serão o peso e a normal, mas agora essas duas forças nao podem estar equilibradas, mas devem ter uma resultante não nula, responsável pela aceleração:

$$N - P = ma$$
$$N = m(a + g)$$

Então para cada caso, calculamos a aceleração, e assim calculamos a normal que a balança faz. Na saída:

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1-0}{3} \simeq 0,33\text{m}/s^2$$

Na chegada:

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0-1}{5} = -0,20\text{m}/s^2$$

Assim, a normal na saída é

$$N_1 = m(a+g) = 70 \times (0,33+10) \simeq 723N$$

e na chegada é

$$N_2 = m(a+g) = 70 \times (-0,20+10) = 686N$$

Como a balança interpreta que a normal está equilibrando o peso, e assim marca a sua massa, ela faz N=P=mg, e portanto m=N/g. E assim a marcação na saída é

$$m_1 = \frac{N_1}{g} = \frac{723}{10} \simeq 72kg$$

e na chegada

$$m_2 = \frac{N_2}{g} = \frac{686}{10} \simeq 69kg$$

No meio do percurso, quando o elevador se move com velocidade constante, a aceleração é nula e portanto a leitura da balança é a mesmo que fora do elevador, 70kg.

(b) O que ocorre é que para adquirir velocidade para o salto, o menino precisa empurrar o chão e ser empurrado de volta (ação e reação). Essa força que atua sobre ele durante um certo tempo gera um impulso, ou seja, uma variação da quantidade de movimento (p=mv). No barco ele tenta ganhar o mesmo impulso, mas o barco começa a se deslocar na direção oposta, diminuindo a interação entre ele e o pé do menino, então o impulso final obtido é menor, e portanto a velocidade é menor. Essa velocidade menor então não é suficiente para que ele chegue ao cais antes de bater na água.

$$F = \frac{dp}{dt}$$
$$I = \int_{t_i}^{t_f} F(t)dt = \int_{p_i}^{p_f} dp = p_f - p_i$$

Para uma força constante a grandeza impulso é igual a força multiplicada pelo tempo de atuação. Mas no caso de uma força variável, o impulso é a integral da força no tempo.