

Fundamentos de Mecânica – 4300151

Lista de exercícios 1

Primeiro semestre de 2013

Os exercícios da lista deverão ser todos feitos. Não há necessidade de entregá-los. O conteúdo será cobrado nas provas e provinhas, ao longo da disciplina. Procure solucionar as dúvidas nos horários de atendimento da monitoria, ou nas aulas de exercícios.

Parte 1 - Unidades, problemas de Fermi

1. A Terra pode ser vista como uma esfera de raio aproximadamente igual a $6,4 \times 10^6$ m e massa igual a $6,0 \times 10^{24}$ kg (HRK, adaptado).
 - (a) Qual a sua circunferência, em quilômetros?
 - (b) Qual a área da sua superfície, em quilômetros quadrados?
 - (c) Qual o seu volume em quilômetros cúbicos?
 - (d) Qual a densidade média da Terra em g/cm^3 ?
2. Uma molécula de água (H_2O) contém dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Um átomo de hidrogênio tem massa de 1,0 u.m.a. e um átomo de oxigênio tem massa de 16 u.m.a. (HRK).
 - (a) Quanto vale 1,0 u.m.a. em quilogramas (kg)?
 - (b) Qual é a massa, em quilogramas, de uma molécula de água?
 - (c) Sabendo que a massa total dos oceanos é $1,4 \times 10^{21}$ kg, estime o número de moléculas de água que existem nos oceanos da Terra.
3. A população da Terra é da ordem de 7,0 bilhões de pessoas e duplicou nos últimos 50 anos. Se a população continuar duplicando a cada 50 anos, qual será a ordem de grandeza da população da terra no ano 3013? Qual seria a área da superfície da Terra disponível por habitante nessa data, com as mesmas hipóteses?
4. A lei universal da gravitação de Newton é

$$F = G \frac{Mm}{r^2},$$

em que F é o módulo da força gravitacional entre dois corpos, M e m são as massas dos corpos e r é a distância entre eles. No SI a unidade de força, o *newton*, equivale a kg m/s^2 . Qual a unidade da constante G no SI?

5. Um metro cúbico de alumínio tem uma massa de $2,7 \times 10^3$ kg e um metro cúbico de ferro tem uma massa de $7,9 \times 10^3$ kg. Encontre o raio de uma esfera sólida de alumínio, em metros, que pode ser equilibrada por uma esfera de ferro de raio 2,0 cm em uma balança de braços (lembre-se que o volume de uma esfera é $\frac{4}{3}\pi r^3$).

Parte 2 - Velocidade

6. Um passageiro, observando seu relógio em diversos momentos, pede para outro anotar a velocidade do carro no qual viajam, determinada a partir do velocímetro do veículo. Os valores obtidos, escolhendo uma origem conveniente para o início da contagem do tempo e já convertidos de km/h para m/s, permitiram elaborar a tabela abaixo.

$t(\text{s})$	-1,0	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
$v(\text{m/s})$	8,00	3,00	1,25	0,00	-0,75	-1,00	-0,75	0,00	1,25	3,00	8,00

- (a) Construa o gráfico da velocidade em função do tempo. (Faça em um papel quadriculado, não use um computador!)
- (b) Através do gráfico, determine a velocidade do carro no instante $t = 4,5$ s.
7. Considere um reservatório que contém 300 litros de água no instante $t = 0$ s e, por causa de um vazamento, perde $0,30 \ell/\text{min}$.
- (a) Qual será o conteúdo do reservatório após 100 min?
- (b) Quanto tempo é necessário para que o volume de água no reservatório caia à metade?
- (c) Construa um gráfico do conteúdo do reservatório em função do tempo.
- (d) Determine em que instante o reservatório estará vazio, supondo que a taxa de perda de água permaneça constante.
8. Um motorista percorre 10 km a 40 km/h, os 10 km seguintes a 80 km/h e mais 10 km a 30 km/h. Qual a velocidade média do seu percurso? Compare com a média aritmética das velocidades.
9. Um carro faz um percurso de comprimento d sem paradas. Na primeira metade do percurso, 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 $(v_1 + v_2)/2$ (a média aritmética das velocidades).

Parte 3 - Sistemas de referência

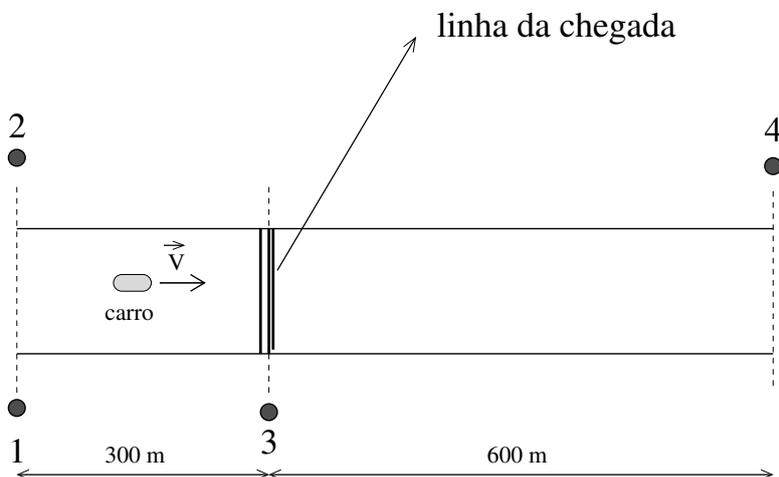
10. Um carro trafega atrás de um caminhão, ambos com velocidade constante, v_o (carro) e V_0 (caminhão). Em um certo instante, a distância entre a traseira do carro e a dianteira do caminhão é d . A uma distância D adiante da traseira do carro fica o início de uma ponte, e o carro quer ultrapassar o caminhão antes de atingi-la.
- (a) Faça um esquema da situação descrita na figura (desenhe uma reta orientada, e nela marque o carro, o caminhão, a ponte e indique d e D).
- (b) Faça um novo desenho, indicando a configuração do carro e do caminhão no momento em que a ultrapassagem acaba. Escolha um sistema de referência e escreva a equação horária do carro e do caminhão nesse sistema. Que condição define o fim da ultrapassagem?
- (c) Qual o tempo necessário para que o carro realize a ultrapassagem? Qual a distância a ser percorrida pela traseira do carro até a ultrapassagem?
- (d) Qual a distância a ser percorrida pela frente do caminhão até a ultrapassagem?
- (e) Quanto tempo o carro teria para tentar uma ultrapassagem?

A escolha da origem e da orientação do sistema de referências usado para o estudo de um movimento não podem influir no resultado final. Por exemplo, em uma corrida de fórmula 1, todos os torcedores, independentemente do lugar na arquibancada, devem concordar sobre qual é o carro que atravessa primeiro a linha de chegada. Nem a escolha das origens (posição e tempo) nem a orientação do sistema de referências pode influir no resultado final.

11. Os observadores 1, 2, 3 e 4 assistem uma corrida de fórmula 1. O carro entra na reta de chegada (posição dos observadores 1 e 2) às 11:00:00 (horário de Brasília) e sai dela (posição do observador 4) às 11:00:15, percorrendo os 900 m de pista em 15 s, com velocidade constante. (A figura mais abaixo mostra a reta de

chegada e a posição dos observadores.) Cada um dos observadores escreve a equação de movimento do carro em um sistema de referências diferente, no qual a origem sempre coincide com sua posição na arquibancada e o cronômetro (seu relógio) é disparado (marca $t = 0$) quando o carro passa por ele (os relógios podem, portanto, marcar tempos negativos). Além disso, cada um orienta o seu sistema de referências sempre da sua esquerda para a sua direita.

- Calcule a velocidade do carro, em m/s e km/h.
- Desenhe o sistema de referência, visto de cima, adotado por cada um dos observadores.
- Escreva a equação horária do carro de corrida, para os instantes em que este percorre a reta de chegada, segundo cada um dos observadores. Represente esse movimento em diferentes gráficos. Indique, no gráfico, a posição do início da reta e da linha de chegada, em cada caso.
- Marque, nesses gráficos, o segmento que representa o tempo gasto para percorrer a distância entre o início da reta e a linha de chegada, em cada caso. Eles devem ser iguais ou distintos? Por que?
- Qual o momento em que o carro cruza a linha de chegada, no relógio de cada um dos observadores?
- Suponha agora que todos os observadores usem um mesmo relógio, que marca $t = 0$ quando o carro entra na reta. Cada observador continua a orientar seu sistema de referências da esquerda para a direita e a escolher a sua própria posição como origem. Reescreva as equações horárias e represente-as em um mesmo gráfico.



Respostas

- (a) $4,0 \times 10^4$ km; (b) $5,1 \times 10^8$ km²; (c) $1,1 \times 10^{12}$ km³; (d) $5,5$ g/cm³
- (a) $1,7 \times 10^{-27}$ kg; (b) $3,1 \times 10^{-26}$ kg; (c) $4,5 \times 10^{46}$
- População $\sim 10^{16}$; área por habitante $\sim 0,03$ m²
- m³ · kg⁻¹ · s⁻²
- 2,9 cm
- (b) aproximadamente 5,5 m/s
- (a) 270 ℓ; (b) 500 min; (d) 1000 min
- 42 km/h
- $2v_1v_2/(v_1 + v_2)$
- (c) Tempo necessário = $d/(v_0 - V_0)$, distância = $v_0d/(v_0 - V_0)$; (d) $V_0d/(v_0 - V_0)$; (e) $(D - d)/V_0$
- (a) 216 km/h; (c) observadores 1 e 3: $s(t) = 60t$, observadores 2 e 4: $s(t) = -60t$; (e) observador 1: $t = 5$ s, observador 2: $t = 5$ s, observador 3: $t = 0$, observador 4: $t = -10$ s; (f) observador 1: $s(t) = 60t$, observador 2: $s(t) = -60t$, observador 3: $s(t) = -300 + 60t$, observador 4: $s(t) = 900 - 60t$.