

Introdução à Cinemática

Luíza Vitória



1 Grandezas Físicas e Unidades

Na Física, grandeza é tudo aquilo que pode ser medido, mesurado. Exemplos: comprimento, tempo, massa, velocidade, força, temperatura, etc. As grandezas podem ser de natureza escalar ou vetorial.

- **Grandezas escalares:** podem ser definidas apenas por um número e uma unidade de medida. Massa, tempo, temperatura e comprimento são exemplos de grandezas escalares.
- **Grandezas vetoriais:** apresentam uma orientação, ou seja, uma direção (apenas vertical ou horizontal, ou componentes em ambas – o que caracteriza um movimento "inclinado") e um sentido (para cima, para baixo, para a esquerda ou para a direita – a depender da direção do vetor) além do valor numérico e da unidade. Velocidade e força, por exemplo, precisam de uma orientação para serem definidas.

Ao afirmarmos que um carro possui 1000 kg, não faz sentido imaginar essa massa com uma orientação. Não há lógica em dizer que os 1000 kg estão na direção horizontal para a direita, por exemplo. Se esse mesmo veículo se encontra a 20 km/h em uma estrada, no entanto, nós o imaginamos seguindo um determinado sentido com tal velocidade.

2 Conceitos fundamentais à Cinemática

2.1 Do que trata a Cinemática?

Como lhes foi explicado, o objeto de estudo da física é a natureza. A origem de seu nome denota, inclusive, tal fato (physis: "natureza"). Fenômenos cotidianos como a propagação do som e da luz, o movimento dos planetas e corpos em geral, as variações de temperatura dos objetos e sua capacidade de rotacionar ou se manterem estáticos, dependendo de como são posicionados, são alguns exemplos do que essa ciência procura investigar.

Para facilitar a análise qualitativa e quantitativa disso tudo, divide-se a Física em partes, embora, na prática, os fenômenos físicos não ocorram isoladamente, estando sempre associados entre si.

A primeira parte da Física que iremos estudar é a Mecânica. Ela constitui o ramo da Física que investiga o movimento e o repouso dos corpos, suas causas, efeitos e mudanças.

Assim como a Física em geral, a Mecânica também é dividida em algumas partes, afinal ela abrange a análise de muitos acontecimentos distintos e de diferentes graus de complexidade, desde o cair de uma moeda à propulsão de um foguete e ao comportamento do fluxo de sangue em nossos corpos, à efeito de exemplificação. Basicamente, podemos separá-la em:

- **Cinemática:** estuda apenas o movimento e o repouso dos corpos, não se interessando em determinar suas causas e efeitos. Lida principalmente com as grandezas de tempo e comprimento.
- **Dinâmica:** investiga as forças causadoras dos movimentos e de suas mudanças. Massa, comprimento e tempo são as grandezas que a fundamentam.
- **Estática:** trata das condições de ausência de movimento dos corpos (tanto os considerados pontuais, quanto dos ditos extensos – cujas dimensões não são desprezíveis ou irrelevantes) sendo este um caso específico de equilíbrio (denominado estático).

2.2 Definições Essenciais

Para iniciarmos o estudo da cinemática, precisamos conhecer melhor algumas grandezas e certos conceitos que facilitam a compreensão de fenômenos que envolvem mais de uma grandeza (o simples ato de mover-se, por exemplo, envolve as grandezas temporal e espacial em sua análise).

- **Referencial:** você já reparou que em nosso cotidiano costumamos determinar a posição de um objeto com base na posição de outro? Por exemplo, se sua mãe lhe perguntar onde estão suas meias, você provavelmente responderá algo como: "estão embaixo da cama". Por esse raciocínio, perceba que é possível definir a posição de todos os objetos do seu quarto com base na posição da sua cama. Minha estante, para exemplificar, se localiza a 2m à direita da minha cama, enquanto que o guarda roupa está cerca de 1,5 m à frente. Para realizar tais medições, veja que utilizei minha cama como referência. Desse modo, temos que o referencial é um lugar no espaço (que pode ou não ser um corpo, ou conjunto de corpos) em relação ao qual medimos determinadas grandezas físicas de outros corpos ou referentes a um fenômeno.
- **Intervalo de tempo:** Intervalo de tempo constitui a duração de determinado evento e pode ser dado pela diferença entre dois instantes específicos:

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

- **Movimento x Repouso:**

Movimento: Diz-se que um corpo está em movimento quando sua posição varia com o tempo em relação a um dado referencial.

Repouso: Diz-se que um corpo está em repouso quando não há variação de sua posição em função do tempo.

- **Trajatória:** Trajetória corresponde ao conjunto de posições que um corpo assumiu durante seu movimento em um determinado intervalo de tempo.
- **Variação de espaço:** Refere-se à variação da posição de um corpo, isto é, a distância por ele percorrida em um determinado intervalo de tempo. É dada por:

$$\Delta S = S_2 - S_1$$

- **Velocidade escalar média:** Assuma que você deseja ir a uma cidade vizinha, distante 120 km da sua casa. Se você sai de casa às 8h e chega a seu destino às 12h, podemos afirmar que sua variação de espaço por intervalo de tempo foi, em média, 30km/h ($\Delta S = 120 \text{ km}$ e $\Delta T = 12\text{h} - 8\text{h} = 4\text{h}$). Assim, temos que:

Velocidade escalar média pode ser definida como a variação de espaço sofrida por um corpo por unidade de tempo em um determinado intervalo de tempo. Matematicamente,

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta T}$$

- **Tipo de movimento:**

Os movimentos podem ser classificados em progressivo e retrógrado, de acordo com o sentido da trajetória estabelecida. Veja:

Movimento Progressivo: Ocorre quando o movimento se dá no mesmo sentido da trajetória. ($\Delta S > 0$)

Movimento Retrógrado: Ocorre quando o movimento se dá no sentido oposto ao da trajetória. ($\Delta S < 0$)

3 Movimento uniforme - Unidimensional

3.1 Definição

Dizemos que um corpo se encontra em movimento uniforme quando a taxa de variação de sua posição por unidade de tempo é constante. Desse modo, tem-se que sua velocidade escalar instantânea não varia com o tempo.

3.2 Função Horária da Posição

Já sabemos que a posição de um corpo em movimento uniforme varia uniformemente com o passar do tempo. Em outras palavras, em intervalos de tempo iguais, a variação de espaço sofrida por um corpo é a mesma. Desse modo, podemos escrever:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta T} \Rightarrow V = \frac{S_2 - S_1}{\Delta T}$$

Assim,

$$S2 = V.\Delta T + S1 \Rightarrow S2 = V.(T2 - T1) + S1$$

Para $T1 = 0$, ou seja, se tomarmos o início do movimento (ou da parte dele) estudado como zero, temos:

$$S2 = V.\Delta T + S1 \Rightarrow \Delta S = V.\Delta T$$

Perceba que, desse modo, podemos determinar aonde um objeto vai estar em um determinado instante de tempo, dadas sua velocidade, sua posição inicial e o instante desejado. Como em quase tudo na física, assim, conseguimos "prever" acontecimentos futuros com algumas informações sobre o fenômeno em questão

Que tal exercitarmos um pouco? (Ufa, muita teoria, hein?!) Veja os exemplos abaixo:

Obs.: É importante para o seu aprendizado que você tente resolver as questões antes de conferir a solução :)

4 Questões

Problema 1 (OBF – 2016 / 1ª fase) A distância entre a terra e o sol é de aproximadamente 150.000.000km. Sabendo que a velocidade da luz no espaço é da ordem de 300.000km/s, podemos prever que a luz do sol levaminutos esegundos, aproximadamente, para chegar à terra.

- a) 8 e 30 b) 8 e 40 c) 5 e 20 d) 5 e 40 e) 8 e 20

Problema 2 (OBF – 2016 / 1ª fase) Diariamente centenas de pessoas viajam de João Pessoa para Recife, percorrendo aquele trecho no intervalo de tempo médio de 2h. Sabendo que a distância entre as duas cidades é de aproximadamente 120km, um ônibus partiu de João Pessoa às 18h com destino a Recife, chegando às 20h do mesmo dia. No entanto, esse ônibus fez três paradas de 10minutos cada, durante a viagem. Pode-se dizer que o módulo da sua velocidade média, em km/h, durante todo o trajeto foi de:

- a)60,0 b)80,0 c)48,0 d)40,0 e)50,0

Problema 3 (OBF – 2015 / 1ª fase - adaptada) “Em 1960 surgiu o primeiro laser, 44 anos após Albert Einstein prever a sua existência. Na época da sua descoberta, o LASER - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ou Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação - foi considerado

apenas um objeto de muita curiosidade. Posteriormente foi descoberta uma infinidade de aplicações para ele, desde a pesquisa básica até o uso em medicina.” (Texto extraído de Revista Eletrônica de Ciências, Número 07, Maio de 2002). A luz viaja a uma velocidade de aproximadamente 300.000 km/s. Sendo as distâncias astronômicas muito grandes, muitas vezes é conveniente expressá-las em ano-luz (espaço percorrido pela luz em um ano corresponde aproximadamente a $9,5 \times 10^{12}$ km).

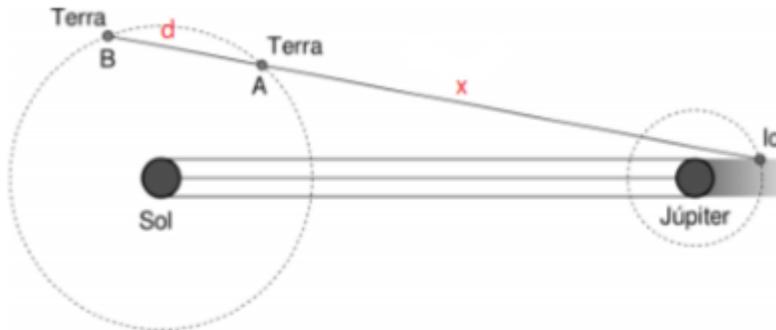
I) Imagine que uma informação fosse enviada por laser ao sistema Alfa Centauri e percorresse uma distância de $4,1 \times 10^{16}$ m. Qual essa distância, aproximadamente, em anos-luz?

(a) 3,6 (b) 4,1 (c) 4,3 (d) 4,6 (e) 5,0

II) Qual o tempo gasto para a luz percorrer a distância de $4,1 \times 10^{16}$ m em segundos, aproximadamente?

(a) $1,4 \times 10^8$ (b) $2,4 \times 10^8$ (c) $3,5 \times 10^8$ (d) $4,5 \times 10^8$ (e) $6,1 \times 10^8$

Problema 4 (OBF - 2015/ 2ª fase) Em meados do século XVII, o astrônomo dinamarquês Ole Römer observou que o período orbital de Io em torno de Júpiter aumentava à medida que a Terra se afastava de Júpiter. Römer atribuiu essa discrepância ao fato da luz ter uma velocidade finita. No esquema abaixo, sem escala, representa-se o Sol, a Terra, Júpiter e sua lua Io. Enquanto a Terra se movimenta de A para B em dois meses, Io, que tem um período orbital de 42,46 h, dá várias órbitas em torno de Júpiter. Este, praticamente permanece na mesma posição, pois o ano joviano é cerca de 12 anos terrestres. Usando os dados de Römer, o período da órbita de Io medido em B seria 11 minutos maior do que a mesma medida feita em A. Qual a velocidade da luz que Römer poderia ter calculado? Considere que o ano tem 360 dias, com doze meses de 30 dias, e que à época de Römer a distância Terra-Sol era estimada em $1,40 \times 10^{11}$ m.



Problema 5 – Desafio!! (OBF 2007 - 2ª fase) Um adolescente de altura h caminha, com velocidade constante v , em um corredor reto e passa sob uma lâmpada pendurada a uma altura H acima do solo. Determine a velocidade da sombra da cabeça do adolescente no solo.

5 Resolução

Problema 1:

Sabemos que:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta T}$$

Substituindo os valores fornecidos na questão, temos:

$$300000 = \frac{150000000}{\Delta T} \Rightarrow \Delta T \frac{150000000}{300000} = 500$$

Como $60s = 1 \text{ min}$, podemos representar o valor acima da seguinte forma:

$$\frac{500}{60} = 8,33\text{min} = 8\text{min}20\text{s (item e)}$$

Problema 2:

Novamente usaremos:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta T}$$

Analisando o enunciado a fim de coletarmos os dados essenciais à resolução do problema (ΔS , T_1 e T_2):

- $\Delta S = 120\text{km}$
- $T_1 = 18\text{h}$ e $T_2 = 20\text{h} \Rightarrow \Delta T = 2\text{h}$. Note que ao pedir a velocidade média do veículo durante todo o trajeto, a questão inclui as pausas realizadas. Assim, elas NÃO devem ser subtraídas do intervalo de tempo. Substituindo os valores:

$$V = \frac{120}{2} = 60\text{km/h (item a)}$$

Problema 3:

I) Segundo o texto fornecido na questão, Um ano-luz corresponde à distância percorrida pela luz em um ano. Matematicamente,

$$1_{\text{ano-luz}} = V_{\text{luz}} \cdot T_{\text{um ano}}$$

$$1_{\text{ano-luz}} = 300000 \times 3,1536 \times 10^7 = 9,4608 \times 10^{12} \text{km}$$

Perceba que esse valor é dado no fim do texto, então, você poderia simplesmente pular para o passo seguinte: a conversão de unidades. Por regra de três, temos:

$$\begin{array}{l} 9,4608 \times 10^{12} \text{ km} \text{ ——— } 1_{\text{ano-luz}} \\ 4,1 \times 10^{13} \text{ km} \text{ ——— } d \\ d = 4,33 \text{ anos luz (item c)} \end{array}$$

II) De forma similar ao início da solução do item anterior, temos:

$$\Delta S = V_{\text{luz}} \times \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{\Delta S}{V_{\text{luz}}}$$

Substituindo os valores fornecidos:

$$\Delta T = \frac{4,1 \times 10^{13}}{300000} = 1,38 \times 10^8 \text{s}$$

Dos valores oferecidos nas opções, $1,4 \times 10^8$ é o mais compatível. Como o enunciado pede para aproximarmos o valor, infere-se que o item a é o correto.

$$1,4 \times 10^8 \text{s (item a)}$$

Problema 4:

Apesar do enunciado extenso, a questão envolve apenas dois passos: analisar o percurso da luz de Io até o ponto A e depois até o ponto B.

1) Note que de Io até A, a luz percorre uma distância x em um intervalo de tempo t , então:

$$V_{luz} = \frac{x}{T}$$

2) Sabendo que a distância de A até B equivale à percorrida pela terra durante dois meses, e que o nosso planeta descreve uma órbita de $2R_{orbital}$ em doze meses, por regra de três, temos:

$$\frac{2R_{orbital}}{d} = \frac{12 \text{ meses}}{2 \text{ meses}}$$

$$d = \frac{\pi R_{orbital}}{3}$$

3) De Io para B:

$$V_{luz} = \frac{(x+d)}{(T+\Delta T)}$$

Relacionando (1) e (3),

$$V_{luz} = \frac{(x+d)}{(T+\Delta T)} = \frac{x}{T} \Rightarrow x * \Delta T = \frac{\pi R_{orbital} \Delta T}{3} \Rightarrow \frac{x}{T} = \frac{\pi R_{orbital}}{3 \Delta T}$$

Substituindo os dados e considerando $\pi = 3$:

$$V_{luz} = \frac{1,4 * 10^{11}}{11 * 60}$$

$$2,12 * 10^8 \text{ m/s}$$

Problema 5:

Resolução da comissão da OBF: http://www.sbf1.sbfisica.org.br/olimpiadas/obf2007/provas/OBF2007_2Fase_1&2serie_gabarito.pdf