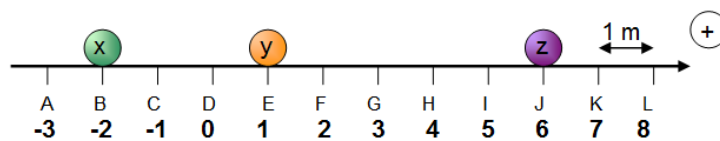


Introdução à cinemática

Resumo

Posição e S.I

Para que seja possível estudar cinemática, vamos deixar claro algumas medidas que são necessárias para esse estudo. Começando pela posição. Posição será o ponto ocupado por um corpo em uma determinada trajetória. Vamos sempre definir corpos em trajetórias por conta do nosso objetivo, já que queremos estudar corpos em movimento.



Por exemplo, temos três corpos no desenho acima. Sendo eles x, y e z. Esses corpos ocupam determinadas posições na nossa trajetória, sendo elas -2 m, 1 m e 6 m. Note que utilizamos a unidade metro (m) para dizer a posição dos nossos corpos. A unidade metro representa o conjunto de unidades que compõe o Sistema Internacional de Unidades ou S.I. Esse sistema é uma convenção da comunidade científica para determinar quais as unidades padrões para cada grandeza que vamos medir na física. Sempre que você aprender uma grandeza nova, será apresentado a sua respectiva unidade do SI.

Mas é esse 1m de espaçamento entre os pontos?! Como o corpo x está localizado no ponto -2?! Vamos responder isso mais a frente:D

O deslocamento

Com a definição de posição, podemos definir outra grandeza fundamental para a Cinemática. A grandeza Deslocamento. Deslocamento é a mudança de um corpo de uma posição para outra posição. Não estamos preocupados em como o corpo consegue fazer esse movimento, o deslocamento vai só estar preocupado com a mudança de um corpo de uma posição para outra. Matematicamente, vamos descrever deslocamento da seguinte forma:

$$\Delta S = S - S_0$$

Sendo:

$\Delta S = \text{deslocamento (m)}$

$S = \text{posição final}$

$S_0 = \text{posição inicial}$

Esse Δ representa variação de alguma coisa, logo, ΔS seria a variação da posição. Vamos utilizar variações para outras grandezas na física e sempre veremos esse Δ .

Com isso, vamos responder a primeira pergunta. Mas é esse 1m de espaçamento entre os pontos? Esse 1 seria o meu deslocamento. Mudar de posição nos pontos na primeira figura representa deslocar-se 1 m.

Referencial e Velocidade Média

Na introdução a cinemática vamos analisar a velocidade média. Sempre que você pensa em velocidade vem na sua cabeça à ideia de rápido ou devagar, ou seja, qualificações de um movimento. Um objeto rápido seria um objeto que consegue fazer um deslocamento em um tempo pequeno. Já um objeto devagar faz um deslocamento em um tempo grande. Com isso montamos nossa definição de velocidade média. A velocidade média é a capacidade de um corpo de mudar de posição em um intervalo de tempo durante uma determinada trajetória. Matematicamente, podemos descrever a velocidade média da seguinte forma:

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

Sendo:

$V_m =$ Velocidade média

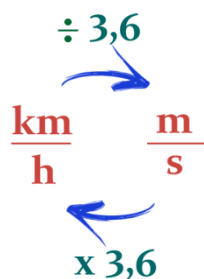
$\Delta S =$ deslocamento

$\Delta t =$ intervalo de tempo

Fique atento que a função do delta (Δ) é a mesma para o tempo, logo:

$$\Delta t = t - t_0$$

O tempo seria medido na unidade segundos (s) de acordo com o S.I. Isso faz com que a velocidade seja medida em m/s no S.I. Mas no carro a unidade de medida de velocidade está em km/h. Vou usar qual?! Quem diz qual você vai usar é o comando da questão, mas fique calmo que essa conversão é comum e pode ser feita da seguinte forma:



Mas como o corpo x está localizado no ponto -2 ?! Para entender isso, vamos definir o conceito de referencial. O referencial será o observador do movimento, ou seja, será o lugar a partir do qual as observações do movimento serão feitas. Esse referencial será o ponto de partida de tudo, nosso ponto zero. Por conta disso, quando falamos que um corpo está a na posição -2m não significa que ele está em uma posição negativa, isso significa que o corpo está na posição 2m "atras" do referencial. Vetorialmente falando, vamos dizer que esse corpo está em uma posição contrária a trajetória.

Trajétórias

Não é só do corpo que se estuda o movimento, a trajetória também faz parte do conjunto de fatores que determinam que tipo de movimento estudando. A trajetória corresponde ao caminho utilizado pelo corpo no seu movimento. Dentro do tema Cinemática, vamos estudar a trajetória Retilínea e Curvilínea. A trajetória Retilínea constitui de um movimento em linha reta, onde as grandezas vão apresentar apenas uma direção e dois sentidos de movimento. A trajetória Curvilínea ou Circular é uma trajetória em forma de círculo, montando curvas para o movimento, gerando inúmeras direções e sentidos. Além dessas, também podemos ver trajetórias parabólicas, helicoidais e cicloidalas, mas com menos impacto do que as duas primeiras.

Exercícios

1. Converta as seguintes unidades:

- a) 36 km/h
- b) 72 km/h
- c) 108 km/h
- d) 140 km/h
- e) 1 km/s
- f) 7200 m/h

2. Podemos considerar que a velocidade de crescimento do cabelo humano é, em média, de 1 milímetro a cada três dias.

Esta velocidade pode variar de pessoa para pessoa, mas é constante para cada um de nós, não havendo qualquer base científica que venha comprovar que podemos acelerar o crescimento capilar cortando o cabelo em determinada fase da Lua ou aparando as pontas para dar força ao fio. O que se pode afirmar é que os hábitos de alimentação e o metabolismo de cada indivíduo influenciam diretamente no crescimento dos fios.

Se os cabelos de uma jovem têm velocidade de crescimento que acompanha a média, em quanto tempo seu cabelo crescerá 9 cm?

- a) 9 horas.
- b) 9 dias.
- c) 9 meses.
- d) 9 anos.

3. A velocidade dos navios em relação ao solo é medida por uma unidade denominada nó que equivale aproximadamente a 1,85 km/h.

Considere um navio que partiu às 02:00 h em direção a um porto situado a 74.000 m, com uma velocidade de 10 nós em relação à água.

Supondo que não existam correntes marítimas e que a velocidade do navio permaneça constante, o navio chegará ao porto às

- a) 18:00 h.
- b) 09:40 h.
- c) 06:00 h.
- d) 04:00 h.

4. O morcego é um animal que possui um sistema de orientação por meio da emissão de ondas sonoras. Quando esse animal emite um som e recebe o eco 0,3 segundos após, significa que o obstáculo está a que distância dele? (Considere a velocidade do som no ar de 340 m/s).
- a) 102 m.
 - b) 51 m.
 - c) 340 m.
 - d) 1.133 m.
5. Um escritório utiliza uma fragmentadora de papéis, que corta em tiras muito finas documentos cujo conteúdo não se deseja tornar público.

Suponha que a fragmentadora desse escritório só aceite uma folha por vez, sendo capaz de fazer sua função a uma velocidade de 3 metros por minuto. Sendo assim, para que um documento com 25 folhas seja fragmentado, levando em consideração que cada folha desse documento tem comprimento de 30 cm, o tempo mínimo para realizar a completa fragmentação desse documento é de

- a) 1 min 40 s.
- b) 2 min 20 s.
- c) 2 min 30 s.
- d) 3 min 50 s.
- e) 3 min 40 s.

Texto para a próxima questão:

Três teses sobre o avanço da febre amarela

Como a febre amarela rompeu os limites da Floresta Amazônica e alcançou o Sudeste, atingindo os grandes centros urbanos? A partir do ano passado, o número de casos da doença alcançou níveis sem precedentes nos últimos cinquenta anos. ¹Desde o início de 2017, foram confirmados 779 casos, 262 deles resultando em mortes. Trata-se do maior surto da forma silvestre da doença já registrado no país. Outros 435 registros ainda estão sob investigação.

Como tudo começou? Os navios portugueses vindos da África nos séculos XVII e XVIII não trouxeram ao Brasil somente escravos e mercadorias. ²Dois inimigos silenciosos vieram junto: o vírus da febre amarela e o mosquito *Aedes aegypti*. A consequência foi uma série de surtos de febre amarela urbana no Brasil, com milhares de mortos. Por volta de 1940, a febre amarela urbana foi erradicada. Mas o vírus migrou, pelo trânsito de pessoas infectadas, para zonas de floresta na região Amazônica. No início dos anos 2000, a febre amarela ressurgiu em áreas da Mata Atlântica. Três teses tentam explicar o fenômeno.

Segundo o professor Aloísio Falqueto, da Universidade Federal do Espírito Santo, "uma pessoa pegou o vírus na Amazônia e entrou na Mata Atlântica depois, possivelmente na altura de Montes Claros, em Minas Gerais, onde surgiram casos de macacos e pessoas infectadas". O vírus teria se espalhado porque os primatas da mata eram vulneráveis: como o vírus desaparece da região na década de 1940, não desenvolveram anticorpos. Logo os macacos passaram a ser mortos por seres humanos que temem contrair a doença. ³O massacre desses bichos, porém, é um "tiro no pé", o que faz crescer a chance de contaminação de pessoas. Sem primatas para picar na copa das árvores, os mosquitos procuram sangue humano.

De acordo com o pesquisador Ricardo Lourenço, do Instituto Oswaldo Cruz, os mosquitos transmissores da doença se deslocaram do Norte para o Sudeste, voando ao longo de rios e corredores de mata. Estima-se que um mosquito seja capaz de voar 3 km por dia. ⁴Tanto o homem quanto o macaco, quando picados, só carregam o vírus da febre amarela por cerca de três dias. Depois disso, o organismo produz anticorpos. Em cerca de dez dias, primatas e humanos ou morrem ou se curam, tornando-se imunes à doença.

Para o infectologista Eduardo Massad, professor da Universidade de São Paulo, o rompimento da barragem da Samarco, em Mariana (MG), em 2015, teve papel relevante na disseminação acelerada da doença no Sudeste. A destruição do habitat natural de diferentes espécies teria reduzido significativamente os predadores naturais dos mosquitos. A tragédia ambiental ainda teria afetado o sistema imunológico dos macacos, tornando-os mais suscetíveis ao vírus.

Por que é importante determinar a "viagem" do vírus? Basicamente, para orientar as campanhas de vacinação. Em 2014, Eduardo Massad elaborou um plano de imunização depois que 11 pessoas morreram vítimas de febre amarela em Botucatu (SP): "Eu fiz cálculos matemáticos para determinar qual seria a proporção da população nas áreas não vacinadas que deveria ser imunizada, considerando os riscos de efeitos adversos da vacina. Infelizmente, a Secretaria de Saúde não adotou essa estratégia. Os casos acontecem exatamente nas áreas onde eu havia recomendado a vacinação. A Secretaria está correndo atrás do prejuízo". Desde julho de 2017, mais de 100 pessoas foram contaminadas em São Paulo e mais de 40 morreram.

O Ministério da Saúde afirmou em nota que, desde 2016, os estados e municípios vêm sendo orientados para a necessidade de intensificar as medidas de prevenção. A orientação é que pessoas em áreas de risco se vacinem.

NATHALIA PASSARINHO Adaptado de
bbc.com, 06/02/2018.

6. Estima-se que um mosquito seja capaz de voar 3,0 km por dia, como informa o texto. Nessas condições, a velocidade média do mosquito corresponde, em km/h, a:

- a) 0,125
- b) 0,250
- c) 0,600
- d) 0,800

Texto para a próxima questão:

Física para poetas

O ensino da física sempre foi um grande desafio. Nos últimos anos, muitos esforços foram feitos com o objetivo de ensiná-la desde as séries iniciais do ensino fundamental, no contexto do ensino de ciências. Porém, como disciplina regular, a física aparece no ensino médio, quando se torna “um terror” para muitos estudantes.

¹Várias pesquisas vêm tentando identificar quais são as principais dificuldades do ensino de física e das ciências em geral. Em particular, a queixa que sempre se detecta é que ²os estudantes não conseguem compreender a linguagem matemática na qual, muitas vezes, os conceitos físicos são expressos. Outro ponto importante é que as questões que envolvem a física são apresentadas fora de uma contextualização do cotidiano das pessoas, o que dificulta seu aprendizado. Por fim, existe uma enorme carência de professores formados em física para ministrar as aulas da disciplina.

As pessoas que vão para o ensino superior e que não são da área de ciências exatas praticamente nunca mais têm contato com a física, da mesma maneira que os estudantes de física, engenharia e química poucas vezes voltam a ter contato com a literatura, a história e a sociologia. É triste notar que ³a especialização na formação dos indivíduos costuma deixá-los distantes de partes importantes da nossa cultura, da qual as ciências físicas e as humanidades fazem parte.

Mas vamos pensar em soluções. Há alguns anos, ⁴ofereço um curso chamado “Física para poetas”. A ideia não é original – ao contrário, é muito utilizada em diversos países e aqui mesmo no Brasil. Seu objetivo é apresentar a física sem o uso da linguagem matemática e tentar mostrá-la próxima ao cotidiano das pessoas. Procuro destacar a beleza dessa ciência, associando-a, por exemplo, à poesia e à música.

Alguns dos temas que trabalho em “Física para poetas” são inspirados nos artigos que publico. Por exemplo, ⁵“A busca pela compreensão cósmica” é uma das aulas, na qual apresento a evolução dos modelos que temos do universo. Começando pelas visões místicas e mitológicas e chegando até as modernas teorias cosmológicas, falo sobre a busca por responder a questões sobre a origem do universo e, conseqüentemente, a nossa origem, para compreendermos o nosso lugar no mundo e na história.

Na aula "Memórias de um carbono", faço uma narrativa de um átomo de carbono contando sua história, em primeira pessoa, desde seu nascimento, em uma distante estrela que morreu há bilhões de anos, até o momento em que sai pelo nariz de uma pessoa respirando. Temas como astronomia, biologia, evolução e química surgem ao longo dessa aula, bem como as músicas "Átimo de pó" e "Estrela", de Gilberto Gil, além da poesia "Psicologia de um vencido", de Augusto dos Anjos.

Em "O tempo em nossas vidas", apresento esse fascinante conceito que, na verdade, vai muito além da física: está presente em áreas como a filosofia, a biologia e a psicologia. Algumas músicas de Chico Buarque e Caetano Veloso, além de poesias de Vinicius de Moraes e Carlos Drummond de Andrade, ajudaram nessa abordagem. Não faltou também "Tempo Rei", de Gil.

A arte é uma forma importante do conhecimento humano. Se músicas e poesias inspiram as mentes e os corações, podemos mostrar que a ciência, em particular a física, também é algo inspirador e belo, capaz de criar certa poesia e encantar não somente aos físicos, mas a todos os poetas da natureza.

ADILSON DE OLIVEIRA

Adaptado de cienciahoje.org.br, 08/08/2016.

7. O Sol é a estrela mais próxima da Terra e dista cerca de 150.000.000 km do nosso planeta. Admitindo que a luz percorre 300.000 km por segundo, o tempo, em minutos, para a luz que sai do Sol chegar à Terra é, aproximadamente, igual a:
- a) 7,3
 - b) 7,8
 - c) 8,3
 - d) 8,8

Texto para a próxima questão:

Leia a notícia, divulgada em maio 2017, para responder à(s) questão(ões).

Navio autônomo e elétrico

O primeiro navio autônomo – e, além disso, totalmente elétrico – já tem data marcada para começar a navegar. O Yara Birkeland (homenagem ao cientista norueguês Kristian Birkeland) deverá começar a operar na segunda metade de 2018, levando produtos da fábrica de fertilizantes da Yara, em Porsgrunn, até as cidades de Brevik e Larvik – todas na Noruega.

O navio elétrico e autônomo deverá substituir 100 caminhões que fazem 40.000 viagens por ano. Ele operará exclusivamente nessa rota, um trajeto de 12 milhas náuticas, pouco mais de 22 km. Com 70 metros de calado¹ e 4.500 toneladas de porte bruto, o navio autônomo poderá atingir até 18,5 km/h (10 nós), mas deverá operar em velocidade de cruzeiro de 11 km/h (6 nós).

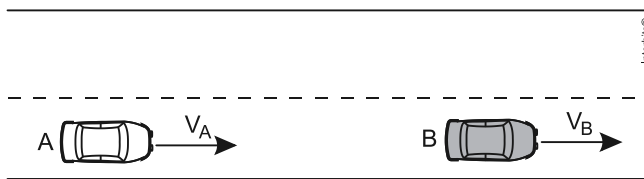
Ele será impulsionado por dois mecanismos azimutais, em que o motor inteiro se movimenta para fazer o navio virar. Seu conjunto de baterias pode prover até 4 MWh.

A navegação autônoma se baseará em um extenso conjunto de sensores redundantes, incluindo câmeras no visível e no infravermelho, RADAR (*Radio Detection And Ranging*), LIDAR (*Light Detection And Ranging*) e AIS (*Automatic Identification System*), um sistema de monitoramento de curto alcance já utilizado em navios e serviços de tráfego de embarcações.

<<https://tinyurl.com/yapk5b5f>> Acesso em: 10.10.2018. Adaptado.

¹Calado – distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa do navio naquele ponto.

8. Desconsiderando as acelerações de saída e de chegada do navio nos portos de Brevik e Larvik, é correto afirmar que
- a) 1 nó é igual a aproximadamente 1,85 km.
 - b) milha náutica é também unidade de medida pertencente ao SI.
 - c) a velocidade média do navio nessa rota seria, obrigatoriamente, 8 nós.
 - d) o menor tempo possível da viagem nesse percurso seria exatamente 1 h.
 - e) o navio, mantendo a velocidade de cruzeiro, levaria aproximadamente 2 h no percurso.
9. Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a distância a ser percorrida é de 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km/h. Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?
- a) 0,7
 - b) 1,4
 - c) 1,5
 - d) 2,0
 - e) 3,0
10. Em um trecho retilíneo de estrada, dois veículos, A e B, mantêm velocidades constantes $V_A = 14$ m/s e $V_B = 54$ km/h.



Sobre os movimentos desses veículos, pode-se afirmar que

- a) ambos apresentam a mesma velocidade escalar.
- b) mantidas essas velocidades, A não conseguirá ultrapassar B.
- c) A está mais rápido do que B.
- d) a cada segundo que passa, A fica dois metros mais distante de B.
- e) depois de 40 s A terá ultrapassado B.

Gabarito

1.

- a) 10 m/s
- b) 20 m/s
- c) 30 m/s
- d) 40 m/s
- e) 1000 m/s
- f) 2 m/s

2. C

Usando regra de três simples e direta:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mm} \text{ ————— } 3 \text{ dias} \\ 90 \text{ mm} \text{ ————— } t \end{array} \right\} t = 270 \text{ dias} \Rightarrow \boxed{t = 9 \text{ meses.}}$$

3. C

Passando a distância para quilômetros e aplicando na expressão da velocidade com a devida transformação de nós para quilômetros por hora, temos:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{74 \text{ km}}{10 \text{ nós} \cdot \frac{1,85 \text{ km/h}}{1 \text{ nó}}} \therefore \Delta t = 4 \text{ h}$$

Assim, como o navio partiu às 02:00 h e demora 04:00 h na travessia, ele deve chegar às 06:00 h no seu destino.

4. B

O ultrassom emitido pelo morcego deve percorrer o dobro da distância entre os dois objetos. Neste caso, consideramos que ambos estão parados ou com o mesmo movimento uniforme, ou seja, a velocidade relativa entre ambos é nula. Assim, usando a definição de velocidade média:

$$v = \frac{2d}{t} \Rightarrow d = \frac{v \cdot t}{2}$$

$$d = \frac{340 \text{ m/s} \cdot 0,3 \text{ s}}{2} \therefore d = 51 \text{ m}$$

5. C

- Usando movimento uniforme:

O espaço percorrido é:

$$\Delta S = 25 \cdot 30 = 750 \text{ cm} = 7,5 \text{ m.}$$

Calculando o tempo:

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{7,5}{3} = 2,5 \text{ min} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 2 \text{ min e } 30 \text{ s.}}$$

- Usando análise dimensional:

$$\Delta t = \frac{1 \text{ min}}{3 \cancel{\text{ m}}} \times \frac{0,3 \cancel{\text{ m}}}{1 \cancel{\text{ folha}}} \times 25 \cancel{\text{ folhas}} = 2,5 \text{ min} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 2 \text{ min e } 30 \text{ s.}}$$

6. A

$$3 \frac{\text{km}}{\text{dia}} = \frac{3}{24} \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0,125 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

7. C

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{150.000.000}{300.000} = 500 \text{ s} \Rightarrow \boxed{\Delta t \cong 8,3 \text{ s.}}$$

8. E

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{22}{11} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 2 \text{ h.}}$$

9. C

Dados: $\Delta S_1 = 80 \text{ km}$; $v_1 = 80 \text{ km/h}$; $\Delta S_2 = 60 \text{ km}$; $v_2 = 120 \text{ km/h}$.

O tempo total é soma dos dois tempos parciais:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S_1}{v_1} + \frac{\Delta S_2}{v_2} = \frac{80}{80} + \frac{60}{120} = 1 + 0,5 \Rightarrow$$

$$\Delta t = 1,5 \text{ h.}$$

10. B

Dados: $V_A = 14 \text{ m/s}$; $V_B = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$.

Como a velocidade de A é menor que a de B, A não conseguirá ultrapassar B.