



CONCEITOS FUNDAMENTAIS

• PONTO MATERIAL

Um corpo pode ser considerado um ponto material se suas dimensões forem desprezíveis em face de outras medidas envolvidas.

• REFERENCIAL

É a região onde se encontra o observador na qual podemos fazer medidas como do tempo e das posições. No nosso nível, a Terra é o referencial mais usado no estudo dos movimentos, mas nada impede que se estabeleça outro referencial.

• MOVIMENTO X REPOUSO

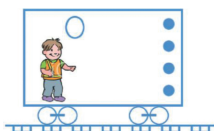
Quando a posição de um móvel não varia dizemos que ele está em repouso. Os conceitos de movimento e repouso dependem do referencial. Lembrando que um corpo pode estar em repouso a um referencial e em movimento a outro, ao mesmo tempo.

• TRAJETÓRIA

Ao ligarmos todos os pontos por onde um móvel passa, obteremos uma linha geométrica. Essa linha recebe o nome de trajetória. A forma da trajetória também depende do referencial.

Exemplo:

Penduramos uma pedra ao teto de um trem por meio de um barbante. Corta-se o barbante e a pedra cai. Um observador dentro do trem veria a pedra realizar a trajetória descrita na figura abaixo.



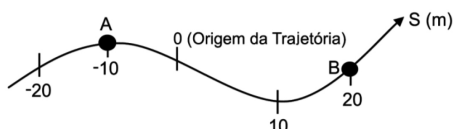
Porém, um observador à beira dos trilhos veria a pedra realizando a trajetória da figura abaixo.



POSIÇÃO

A Cinemática é o estudo dos movimentos dos corpos, mas para que possamos estudar o movimento de um corpo precisamos conhecer sua posição escalar (S). A posição escalar (também chamada de espaço) é um número que localiza o móvel dentro de sua trajetória, no referencial escolhido.

Observe a figura a seguir, veja que foi dada uma orientação e uma graduação à trajetória.



A posição do móvel A é -10 m ($S_A = -10\text{ m}$) e a posição do móvel B é 20 m ($S_B = 20\text{ m}$). Observe que não sabemos se os corpos estão parados ou em movimento, se em movimento não sabemos em que sentido, nem o quanto cada móvel já percorreu. A posição apenas localiza o móvel dentro da sua trajetória.

• DESLOCAMENTO ESCALAR ΔS

Deslocamento escalar é a variação de posição que o móvel sofre.

$$\Delta S = S_{\text{final}} - S_{\text{inicial}}$$

PROEXPLICA

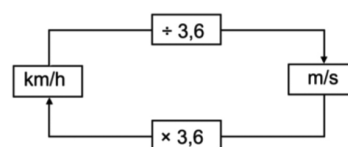
- Deslocamento escalar ou variação de posição ou variação de espaço.
- Não confunda deslocamento escalar com distância efetivamente percorrida, os dois só serão iguais se o móvel se deslocar em um único sentido da trajetória.

• VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA (V_m)

A velocidade escalar média é dada pela razão entre o deslocamento e a variação do tempo:

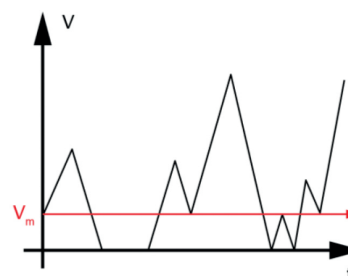
$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

No SI a unidade de velocidade é $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ enquanto que no Brasil a unidade usual é km/h. Como fazer a transformação?



• INTERPRETAÇÃO DA VELOCIDADE MÉDIA

A velocidade escalar média de um móvel nada informa sobre o comportamento do móvel no seu deslocamento, ela deve ser entendida como sendo a velocidade constante que um segundo móvel deve ter para sofrer o mesmo deslocamento no mesmo intervalo de tempo, ou seja, a velocidade que em média o móvel percorreu seu trajeto.



- VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA (v)

Como o próprio nome afirma, a velocidade instantânea (v) é a velocidade do móvel em um dado instante.

Exemplo:

Velocidade (m/s)	Tempo(s)
10	0
15	1
20	2
25	3
30	4

A tabela acima mostra o valor da velocidade em cada instante observado.

PROEXPLICA

O velocímetro é o instrumento que nos fornece a velocidade instantânea.

A velocidade instantânea pode ser calculada com a fórmula da velocidade média, desde que se tome intervalos de tempo muito pequenos.

- ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA (a_m)

Considere um ponto material em movimento, que, num intervalo de tempo Δt , sua velocidade tenha sofrido uma variação de velocidade Δv .

Define-se aceleração escalar média como sendo a razão entre a variação de velocidade e o respectivo intervalo de tempo.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- No SI a unidade de aceleração é $\frac{m}{s^2}$. Uma aceleração igual a $5m/s^2$ nos diz que a velocidade do móvel varia de $5m/s$ a cada segundo.
- Uma unidade prática é $\frac{km}{h \cdot s}$. Se um carro tem aceleração de $10km/h \cdot s$ significa que sua velocidade varia de $10km/h$ a cada segundo.

- ACELERAÇÃO ESCALAR INSTANTÂNEA (a)

Assim como a velocidade escalar instantânea, a aceleração instantânea é a aceleração que o móvel possui naquele exato momento.

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS

- QUANTO AO SENTIDO

Em relação ao sentido, um movimento pode ser classificado como:

Progressivo - quando o móvel se desloca no sentido da trajetória, neste caso o valor da sua posição aumenta, seu deslocamento e sua velocidade são positivos.



Retrógrado - quando o móvel se desloca em sentido contrário ao da trajetória, neste caso o valor de sua posição diminui e o deslocamento e a velocidade serão negativos.



- QUANTO À VELOCIDADE E À ACELERAÇÃO

Acelerado - aqueles movimentos nos quais o módulo da velocidade aumenta. Nos movimentos acelerados, a velocidade e a aceleração possuem sempre o mesmo sinal.

Retardado - todos os movimentos nos quais o módulo da velocidade diminui é um movimento retardado. Nos movimentos retardados, a velocidade e a aceleração possuem sinais opostos.

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

Recebe o nome de Movimento Uniforme todo movimento nos quais a velocidade escalar é constante, ou seja, a velocidade não varia, possui sempre o mesmo valor. Os movimentos uniformes de trajetórias retilíneas recebem o nome específico de Movimento Retilíneo Uniforme.

Nesses movimentos, a aceleração total do móvel é igual a zero ($a = 0$). Como a velocidade no MRU é constante, o valor da velocidade instantânea, em todos os pontos, é igual ao valor da velocidade escalar média.

- EQUAÇÃO HORÁRIA

Denomina-se equação ou função horária a expressão pela qual podemos saber a posição do móvel em qualquer instante. A equação horária do MRU é obtida através da expressão da velocidade média:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{S - S_0}{t - 0} \rightarrow S - S_0 = v \cdot t$$

$$\boxed{S = S_0 + v \cdot t}$$

Velocidade relativa

Para entendermos melhor o conceito de velocidade relativa, utilizaremos um exemplo do cotidiano.

Você está em seu carro em uma estrada a $80km/h$, quando passa por você um outro em sentido contrário, bem rapidamente. O outro carro parece estar a $160km/h$, mas o referencial do chão o carro não possui essa velocidade. A velocidade daquele carro em

relação a você é 160km/h, mas, em relação ao solo, o velocímetro daquele carro e o seu velocímetro marcam apenas 80km/h.

A velocidade relativa é dada pela fórmula:

$$v_{rel} = |v_2 - v_1|$$

Não esqueça de adotar um sentido como positivo e de colocar os sinais corretos.

EXERCÍCIO RESOLVIDO

Um móvel percorre uma estrada da esquerda para a direita (sendo este o sentido positivo da estrada) com velocidade de 20 m/s. Um outro móvel percorre a mesma estrada com velocidade de 30 m/s e sentido contrário.

Determine a velocidade relativa entre eles.



Resolução:

$$v_{rel} = |v_2 - v_1| \quad |20 - (-30)| \quad v_{rel} = 50 \text{ m/s}$$

Veja os esquemas 2, 3 e 4 e em cada situação a velocidade relativa entre as esferas.



$$v_{rel} = |-20 - 30| = 50 \text{ m/s}$$

(velocidade relativa de afastamento)



$$v_{rel} = |30 - 20| = 10 \text{ m/s}$$

(velocidade relativa de afastamento)



$$v_{rel} = |20 - 30| = |-10| = 10 \text{ m/s}$$

(velocidade relativa de aproximação)

Observe que nos exemplos 3 e 4 o valor da velocidade relativa foi de 10 m/s, porém, a situação envolvida não é idêntica. No exemplo 3 a esfera à direita se afasta 10 metros a cada segundo da esfera à esquerda. No exemplo 4 a esfera à esquerda se aproxima 10 metros a cada segundo da esfera à direita.

Encontro e ultrapassagem

O encontro entre dois corpos só pode ser obtido quando ambos ocuparem a mesma posição simultaneamente. Então para determinar o instante e a posição de encontro entre dois móveis, devemos igualar a posição final dos dois através de suas funções horárias.

Exemplo:

O carro A avança por uma estrada retilínea, partindo da posição 30m com velocidade constante de 20m/s. Um outro carro B se encontra nessa mesma estrada, mas inicia seu movimento da posição 240m com velocidade constante de 15m/s, no mesmo sentido de A. Qual será a posição do encontro e em que instante ele vai acontecer?

$$S_A = 30 + 20t$$

$$S_B = 240 + 15t$$

$$S_A = S_B$$

$$30 + 20t = 240 + 15t$$

$$20t - 15t = 240 - 30$$

$$5t = 210$$

$$t = \frac{210}{5} = 42\text{s} \rightarrow \text{instante do encontro}$$

Substituindo em qualquer função

$$S_A = 30 + 20(42)$$

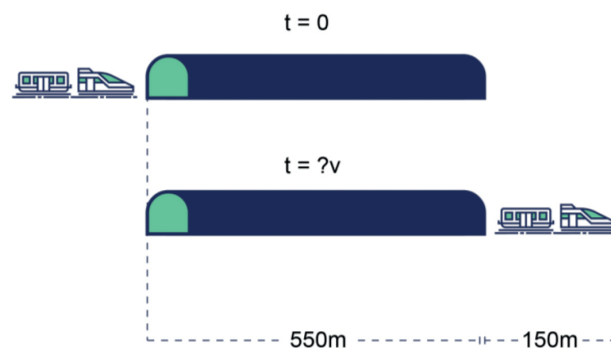
$$S_A = 30 + 840$$

$$S_A = 870\text{m} \rightarrow \text{posição do encontro}$$

A ultrapassagem é vista quando um determinado móvel possui uma extensão que não pode ser desprezada, ou seja, ele não será encarado como um ponto material. Para que esse móvel possa ultrapassar alguma coisa ele deverá percorrer além do corpo a ser ultrapassado o seu próprio comprimento.

Exemplo:

Um trem com 150m de comprimento avança com velocidade constante de 25m/s a fim de ultrapassar um túnel com 550m de extensão. No instante em que o trem inicia sua entrada no túnel, um observador parado no solo dispara um cronômetro. Em quanto tempo o trem realizará sua ultrapassagem completa?



$$\Delta s = 550 + 150 = 700\text{m}$$

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$

$$700 = 25 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{700}{25} = 28\text{s}$$

Portanto em 28s o trem percorre o túnel e consegue sair por inteiro de dentro dele, concluindo assim sua ultrapassagem.



EXERCÍCIOS PROTREINO

01. O personagem conhecido como Flash consegue correr a velocidades sobre-humanas. Ao perseguir um vilão, Flash percorreu uma distância de aproximadamente 300 Km em apenas 6 segundos. Calcule a velocidade média, aproximada, do herói nesse trecho, em m/s:

02. Um móvel se descola com função horário da posição $s = 5 + 20t$, unidades no Sistema Internacional. Identifique a posição inicial e a velocidade do móvel no referencial adotado.

03. Dois veículos A e B passam por um mesmo ponto P de uma estrada na mesma direção e sentido. No instante inicial os carros estão emparelhados e suas velocidades escalares são constantes e valem respectivamente 30 m/s e 45 m/s.

Calcule a velocidade relativa entre os veículos.

04. No instante $t=0$ um automóvel se encontra a +100 metros do marco zero de referência em movimento retilíneo e uniforme com velocidade escalar de 30 m/s em valor absoluto. Expresse a função horário do movimento admitindo-o retrógrado.

05. Um corredor corre 4,0 km a uma velocidade de 8,0 km/h e depois corre mais 4,0 km em 60 min.

Calcule a velocidade média do corredor, em km/h, no percurso total.



EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. (ENEM PPL) Conta-se que um curioso incidente aconteceu durante a Primeira Guerra Mundial. Quando voava a uma altitude de dois mil metros, um piloto francês viu o que acreditava ser uma mosca parada perto de sua face. Apanhando-a rapidamente, ficou surpreso ao verificar que se tratava de um projétil alemão.

PERELMAN, J. *Aprenda física brincando*. São Paulo: Hemus, 1970.

O piloto consegue apanhar o projétil, pois

- ele foi disparado em direção ao avião francês, freado pelo ar e parou justamente na frente do piloto.
- o avião se movia no mesmo sentido que o dele, com velocidade visivelmente superior.
- ele foi disparado para cima com velocidade constante, no instante em que o avião francês passou.
- o avião se movia no sentido oposto ao dele, com velocidade de mesmo valor.
- o avião se movia no mesmo sentido que o dele, com velocidade de mesmo valor.

02. (UERJ) Um avião sobrevoa, com velocidade constante, uma área devastada, no sentido sul-norte, em relação a um determinado observador.

A figura a seguir ilustra como esse observador, em repouso, no solo, vê o avião.



Quatro pequenas caixas idênticas de remédios são largadas de um

compartimento da base do avião, uma a uma, a pequenos intervalos regulares. Nessas circunstâncias, os efeitos do ar praticamente não interferem no movimento das caixas.

O observador tira uma fotografia, logo após o início da queda da quarta caixa e antes de a primeira atingir o solo.

A ilustração mais adequada dessa fotografia é apresentada em:

a)



b)



c)



d)



03. (UNESP) A fotografia mostra um avião bombardeiro norte-americano B52 despejando bombas sobre determinada cidade no Vietnã do Norte, em dezembro de 1972.



(www.nationalmuseum.af.mil. Adaptado.)

Durante essa operação, o avião bombardeiro sobrevoou, horizontalmente e com velocidade vetorial constante, a região atacada, enquanto abandonava as bombas que, na fotografia tirada de outro avião em repouso em relação ao bombardeiro, aparecem

alinhadas verticalmente sob ele, durante a queda. Desprezando a resistência do ar e a atuação de forças horizontais sobre as bombas, é correto afirmar que:

- no referencial em repouso sobre a superfície da Terra, cada bomba percorreu uma trajetória parabólica diferente.
- no referencial em repouso sobre a superfície da Terra, as bombas estavam em movimento retilíneo acelerado.
- no referencial do avião bombardeiro, a trajetória de cada bomba é representada por um arco de parábola.
- enquanto caíam, as bombas estavam todas em repouso, uma em relação às outras.
- as bombas atingiram um mesmo ponto sobre a superfície da Terra, uma vez que caíram verticalmente.

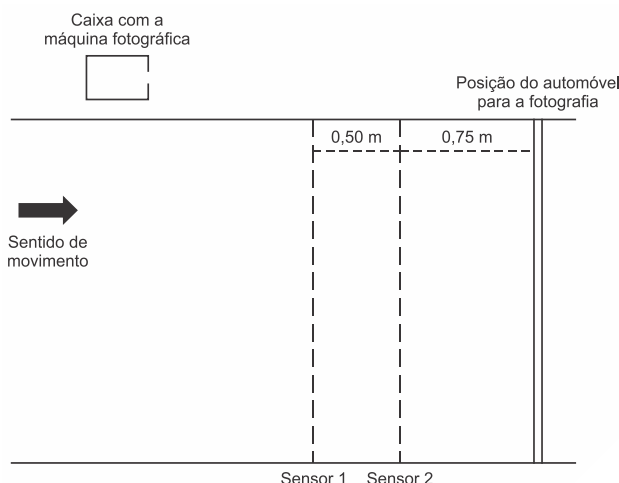
04. (ENEM PPL) Antes das lombadas eletrônicas, eram pintadas faixas nas ruas para controle da velocidade dos automóveis. A velocidade era estimada com o uso de binóculos e cronômetros. O policial utilizava a relação entre a distância percorrida e o tempo gasto, para determinar a velocidade de um veículo. Cronometrava-se o tempo que um veículo levava para percorrer a distância entre duas faixas fixas, cuja distância era conhecida. A lombada eletrônica é um sistema muito preciso, porque a tecnologia elimina erros do operador. A distância entre os sensores é de 2 metros, e o tempo é medido por um circuito eletrônico.

O tempo mínimo, em segundos, que o motorista deve gastar para passar pela lombada eletrônica, cujo limite é de 40 km/h, sem receber uma multa, é de

- 0,05.
- 11,1.
- 0,18.
- 22,2.
- 0,50.

05. (ENEM (LIBRAS)) No Brasil, a quantidade de mortes decorrentes de acidentes por excesso de velocidade já é tratada como uma epidemia. Uma forma de profilaxia é a instalação de aparelhos que medem a velocidade dos automóveis e registram, por meio de fotografias, os veículos que trafegam acima do limite de velocidade permitido. O princípio de funcionamento desses aparelhos consiste na instalação de dois sensores no solo, de forma a registrar os instantes em que o veículo passa e, em caso de excesso de velocidade, fotografar o veículo quando ele passar sobre uma marca no solo, após o segundo sensor.

Considere que o dispositivo representado na figura esteja instalado em uma via com velocidade máxima permitida de 60 km/h.



No caso de um automóvel que trafega na velocidade máxima permitida, o tempo, em milissegundos, medido pelo dispositivo, é

- 8,3.
- 12,5.
- 30,0.
- 45,0.
- 75,0.

06. (CPS) Para exemplificar uma aplicação do conceito de velocidade média, um professor de Ciências explica aos seus alunos como é medida a velocidade de um veículo quando passa por um radar.

Os radares usam a tecnologia dos sensores magnéticos. Geralmente são três sensores instalados no asfalto alguns metros antes do radar. Esse equipamento mede quanto tempo o veículo demora para ir de um sensor ao outro, calculando a partir daí, a velocidade média do veículo.



<<http://tinyurl.com/9pdgk7>> Acesso em: 12.11.2017.

Considere um veículo trafegando numa pista cuja velocidade máxima permitida seja de 40 km/h (aproximadamente 11 m/s) e a distância média entre os sensores consecutivos seja de 2 metros.

O mínimo intervalo de tempo que o veículo leva para percorrer a distância entre um sensor e outro consecutivo, a fim de não ultrapassar o limite de velocidade é, aproximadamente, de

- 0,10 s.
- 0,18 s.
- 0,20 s.
- 0,22 s.
- 1,00 s.

07. (UNICAMP) Em 2016 foi batido o recorde de voo ininterrupto mais longo da história. O avião Solar Impulse 2, movido a energia solar, percorreu quase 6.480 km em aproximadamente 5 dias, partindo de Nagoya no Japão até o Havaí nos Estados Unidos da América.

A velocidade escalar média desenvolvida pelo avião foi de aproximadamente

- 54 km/h.
- 15 km/h.
- 1.296 km/h.
- 198 km/h.

08. (UERJ) Utilize as informações abaixo para responder à(s) questão(ões) a seguir.

O rompimento da barragem de contenção de uma mineradora em Mariana (MG) acarretou o derramamento de lama contendo resíduos poluentes no rio Doce. Esses resíduos foram gerados na obtenção de um minério composto pelo metal de menor raio atômico do grupo 8 da tabela de classificação periódica. A lama levou 16 dias para atingir o mar, situado a 600 km do local do acidente, deixando um rastro de destruição nesse percurso. Caso alcance o arquipélago de Abrolhos, os recifes de coral dessa região ficarão ameaçados.

Com base nas informações apresentadas no texto, a velocidade média de deslocamento da lama, do local onde ocorreu o rompimento da barragem até atingir o mar, em km/h, corresponde a:

- 1,6
- 2,1
- 3,8
- 4,6

09. (UNESP) João mora em São Paulo e tem um compromisso às 16 h em São José dos Campos, distante 90 km de São Paulo. Pretendendo fazer uma viagem tranquila, saiu, no dia do compromisso, de São Paulo às 14 h, planejando chegar ao local pontualmente no horário marcado. Durante o trajeto, depois de ter percorrido um terço do percurso com velocidade média de 45 km/h, João recebeu uma ligação em seu celular pedindo que ele chegasse meia hora antes do horário combinado.



(www.google.com.br. Adaptado.)

Para chegar ao local do compromisso no novo horário, desprezando-se o tempo parado para atender a ligação, João deverá desenvolver, no restante do percurso, uma velocidade média, em km/h, no mínimo, igual a

- a) 120
- b) 60
- c) 108
- d) 72
- e) 90

10. (ENEM) 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

11. (FUVEST) Um estímulo nervoso em um dos dedos do pé de um indivíduo demora cerca de 30 ms para chegar ao cérebro. Nos membros inferiores, o pulso elétrico, que conduz a informação do estímulo, é transmitido pelo nervo ciático, chegando à base do tronco em 20 ms. Da base do tronco ao cérebro, o pulso é conduzido na medula espinhal. Considerando que a altura média do brasileiro é de 1,70 m e supondo uma razão média de 0,6 entre o comprimento dos membros inferiores e a altura de uma pessoa, pode-se concluir que as velocidades médias de propagação do pulso nervoso desde os dedos do pé até o cérebro e da base do tronco até o cérebro são, respectivamente:

- a) 51 m/s e 51 m/s
- b) 51 m/s e 57 m/s
- c) 57 m/s e 57 m/s
- d) 57 m/s e 68 m/s
- e) 68 m/s e 68 m/s

12. (UNESP) Juliana pratica corridas e consegue correr 5,0 km em meia hora. Seu próximo desafio é participar da corrida de São Silvestre, cujo percurso é de 15 km. Como é uma distância maior do que a que está acostumada a correr, seu instrutor orientou que diminuísse sua velocidade média habitual em 40% durante a nova prova. Se seguir a orientação de seu instrutor, Juliana completará a corrida de São Silvestre em

- a) 2h 40 min.
- b) 3h 00 min.
- c) 2h 15 min.
- d) 2h 30 min.
- e) 1h 52 min.

13. (UNICAMP) O físico inglês Stephen Hawking (1942-2018), além de suas contribuições importantes para a cosmologia, a física teórica e sobre a origem do universo, nos últimos anos de sua vida passou a sugerir estratégias para salvar a raça humana de uma possível extinção, entre elas, a mudança para outro planeta. Em abril de 2018, uma empresa americana, em colaboração com a Nasa, lançou o satélite TESS, que analisará cerca de vinte mil planetas fora do sistema solar. Esses planetas orbitam estrelas situadas a menos de trezentos anos-luz da Terra, sendo que um ano-luz é a distância que a luz percorre no vácuo em um ano. Considere um ônibus espacial atual que viaja a uma velocidade média $v = 2,0 \times 10^4$ km/s.

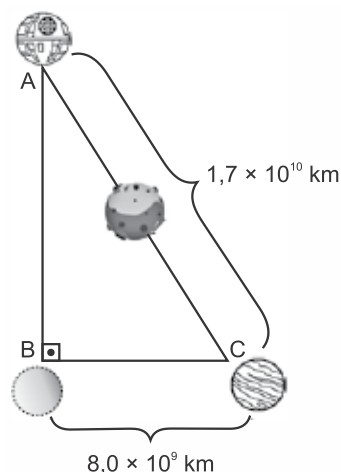
O tempo que esse ônibus levaria para chegar a um planeta a uma distância de 100 anos – luz é igual a

Dado: A velocidade da luz no vácuo é igual a $c = 3,0 \times 10^8$ m/s. Se necessário, use aceleração da gravidade $g = 10$ m/s², aproxime $\pi = 3,0$ e $1 \text{ atm} = 10^5$ Pa.

- a) 66 anos.
- b) 100 anos.
- c) 600 anos.
- d) 1.500 anos.

14. (CPS) A Estrela da Morte é uma arma ícone da série cinematográfica *Star Wars*. De formato esférico ela era considerada similar a uma Lua. Essa arma/estação espacial podia se locomover pelo espaço na velocidade da luz, ou seja, $3,0 \times 10^5$ km/s.

Admita que a Estrela da Morte precisasse se posicionar de maneira a realizar um ataque de máxima eficiência ao Planeta C. Inicialmente, a estação espacial encontrava-se no ponto A e, entre ela e o Planeta C, havia um grande asteroide, por isso necessitou ir para o ponto B, de modo a poder visualizar perfeitamente o Planeta C, conforme a figura.



Assinale a alternativa que contém o tempo que a Estrela da Morte demorou para se locomover do ponto A para o B.

- a) $5,0 \times 10^4$ s
- b) $15,0 \times 10^4$ s
- c) $45,0 \times 10^4$ s
- d) $\sqrt{353} \times 10^4$ s
- e) $\frac{\sqrt{353}}{3} \times 10^4$ s

15. (FAMEMA) De dentro do ônibus, que ainda fazia manobras para estacionar no ponto de parada, o rapaz, atrasado para o encontro com a namorada, a vê indo embora pela calçada. Quando finalmente o ônibus para e o rapaz desce, a distância que o separa da namorada é de 180 m.

Sabendo que a namorada do rapaz se movimenta com velocidade constante de 0,5 m/s e que o rapaz pode correr com velocidade constante de 5 m/s, o tempo mínimo para que ele consiga alcançá-la é de

- a) 10 s. b) 45 s. c) 25 s. d) 50 s. e) 40 s.

16. (UERJ) Em um longo trecho retilíneo de uma estrada, um automóvel se desloca a 80 km/h e um caminhão a 60 km/h, ambos no mesmo sentido e em movimento uniforme. Em determinado instante, o automóvel encontra-se 60 km atrás do caminhão.

O intervalo de tempo, em horas, necessário para que o automóvel alcance o caminhão é cerca de:

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

17. (FUVEST) Marta e Pedro combinaram encontrar-se em certo ponto de uma autoestrada plana, para seguirem viagem juntos. Marta, ao passar pelo marco zero da estrada, constatou que, mantendo uma velocidade média de 80 km/h, chegaria na hora certa ao ponto de encontro combinado. No entanto, quando ela já estava no marco do quilômetro 10, ficou sabendo que Pedro tinha se atrasado e, só então, estava passando pelo marco zero, pretendendo continuar sua viagem a uma velocidade média de 100 km/h. Mantendo essas velocidades, seria previsível que os dois amigos se encontrassem próximos a um marco da estrada com indicação de

- a)

km
20

b)

km
30

c)

km
40

d)

km
50

e)

km
60

18. (UERJ) Dois automóveis, M e N, inicialmente a 50 km de distância um do outro, deslocam-se com velocidades constantes na mesma direção e em sentidos opostos. O valor da velocidade de M, em relação a um ponto fixo da estrada, é igual a 60 km/h. Após 30 minutos, os automóveis cruzam uma mesma linha da estrada.

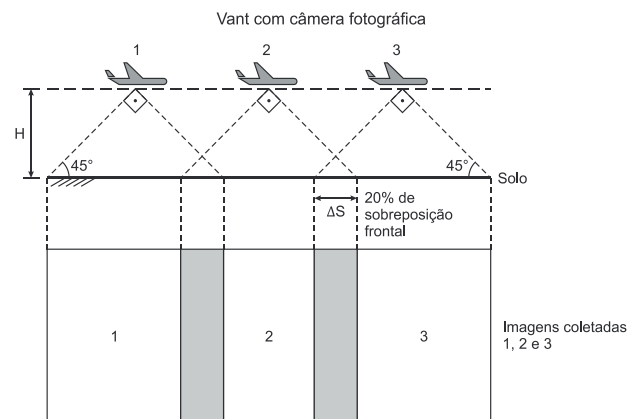
Em relação a um ponto fixo da estrada, a velocidade de N tem o seguinte valor, em quilômetros por hora:

- a) 40
b) 50
c) 60
d) 70

19. (ESPCEX (AMAN)) Um trem de 150 m de comprimento se desloca com velocidade escalar constante de 16 m/s. Esse trem atravessa um túnel e leva 50 s desde a entrada até a saída completa de dentro dele. O comprimento do túnel é de:

- a) 500 m d) 950 m
b) 650 m e) 1.100 m
c) 800 m

20. (ENEM) A agricultura de precisão reúne técnicas agrícolas que consideram particularidades locais do solo ou lavoura a fim de otimizar o uso de recursos. Uma das formas de adquirir informações sobre essas particularidades é a fotografia aérea de baixa altitude realizada por um veículo aéreo não tripulado (vant). Na fase de aquisição é importante determinar o nível de sobreposição entre as fotografias. A figura ilustra como uma sequência de imagens é coletada por um vant e como são formadas as sobreposições frontais.



O operador do vant recebe uma encomenda na qual as imagens devem ter uma sobreposição frontal de 20% em um terreno plano. Para realizar a aquisição das imagens, seleciona uma altitude H fixa de voo de 1.000 m, a uma velocidade constante de 50 m s^{-1} . A abertura da câmera fotográfica do vant é de 90° . Considere $\text{tg}(45^\circ)=1$.

Natural Resources Canada. Concepts of Aerial Photography. Disponível em: www.nrcan.gc.ca. Acesso em: 26 abr. 2019 (adaptado).

Com que intervalo de tempo o operador deve adquirir duas imagens consecutivas?

- a) 40 segundos d) 16 segundos
b) 32 segundos e) 8 segundos
c) 28 segundos



EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

01. (UNICAMP) Correr uma maratona requer preparo físico e determinação. A uma pessoa comum se recomenda, para o treino de um dia, repetir 8 vezes a seguinte sequência: correr a distância de 1 km à velocidade de 10,8 km/h e, posteriormente, andar rápido a 7,2 km/h durante dois minutos.

- a) Qual será a distância total percorrida pelo atleta ao terminar o treino?
b) Para atingir a velocidade de 10,8 km/h, partindo do repouso, o atleta percorre 3 m com aceleração constante. Calcule o módulo da aceleração a do corredor neste trecho.

02. (UERJ) Um motorista dirige um automóvel em um trecho plano de um viaduto. O movimento é retilíneo e uniforme.

A intervalos regulares de 9 segundos, o motorista percebe a passagem do automóvel sobre cada uma das juntas de dilatação do viaduto.

Sabendo que a velocidade do carro é 80 km/h, determine a distância entre duas juntas consecutivas.

03. (UFRJ) Em uma recente partida de futebol entre Brasil e Argentina, o jogador Kaká marcou o terceiro gol ao final de uma arrancada de 60 metros.

Supondo que ele tenha gastado 8,0 segundos para percorrer essa distância, determine a velocidade escalar média do jogador nessa arrancada.

04. (UFRJ) Numa competição, Fernanda nadou 6,0 km e, em seguida, correu outros 6,0 km. Na etapa de natação, conseguiu uma velocidade escalar média de 4,0 km/h; na corrida, sua velocidade escalar média foi de 12 km/h.

- Calcule o tempo gasto por Fernanda para nadar os 6,0 km.
- Calcule a velocidade escalar média de Fernanda no percurso total da prova.

05. (UERJ) Uma partícula se afasta de um ponto de referência O, a partir de uma posição inicial A, no instante $t = 0$ s, deslocando-se em movimento retilíneo e uniforme, sempre no mesmo sentido.

A distância da partícula em relação ao ponto O, no instante $t = 3,0$ s, é igual a 28,0 m e, no instante $t = 8,0$ s, é igual a 58,0 m.

Determine a distância, em metros, da posição inicial A em relação ao ponto de referência O.

GABARITO

▶ EXERCÍCIOS PROPOSTOS

01. E	05. C	09. D	13. D	17. D
02. A	06. B	10. C	14. A	18. A
03. A	07. A	11. D	15. E	19. B
04. C	08. A	12. D	16. C	20. B

★ EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO

- $d = 9.920\text{m}$
 - $a = 1,5\text{ m/s}^2$
- $D_s = 200\text{ m}$
- $V = 7,5\text{ m/s}$
- $\Delta t_1 = 1,5\text{ h}$
 - $6,0\text{ Km/h}$
- $S_A = 10\text{ m}$

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES