



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

EDVALDO COUTINHO PEREIRA

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DA CINEMÁTICA: VELOCIDADE E
ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA E INSTANTÂNEA
(PRODUTO EDUCACIONAL)**

Produto Educacional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof. Dra. Maria do Socorro Leal Lopes

TERESINA

2019

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	3
1ª AULA: GRANDEZA FÍSICA E UNIDADE DE MEDIDA	5
2ª AULA: EXERCÍCIOS: GRANDEZA FÍSICA E UNIDADE DE MEDIDAS	14
3ª AULA: NOÇÃO DE VELOCIDADE	17
4ª AULA: EXERCÍCIOS: VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA E INSTANTÂNEA ...	22
5ª AULA: ACELERAÇÃO	28
6ª AULA: EXERCÍCIOS: ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA E INSTANTÂNEA ..	31
REFERÊNCIAS	36

1. APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Esse material didático é destinados aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, na modalidade de Ensino Jovens e Adultos - EJA, no entanto nada impede que a mesma seja utilizada no ensino regular. É resultado de uma dissertação de mestrado profissional de Ensino de Física, realizada na Universidade Federal do Piauí – UFPI, sob a orientação da Dra. Maria do Socorro Leal Lopes.

Esse material refere-se a uma sequência didática para abordar os conceitos básicos da Cinemática escalar: Velocidade e aceleração média e instantânea, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, que tem como objetivo uma aprendizagem que vai além da mera memorização, mas se baseia no cotidiano do estudante e busca suporte em seus conhecimentos prévios.

Destaca-se que o ensino de Física nas escolas públicas, principalmente na modalidade EJA, tem se fundamentado exhaustivamente na oratória do professor, tendo-se pouco espaço para metodologias que envolvam os estudantes, que não passam de expectadores de informações. Nesse sentido, a justificativa da elaboração dessa proposta surgiu da necessidade de oportunizar uma reflexão sobre a prática docente, de modo a buscar uma aprendizagem mais eficiente, resgatando a motivação dos estudantes em aprender.

Portanto, a elaboração dessa sequência didática buscou utilizar variados recursos tais como: textos complementares, questionamentos, curiosidades, exercício propostas, atividades colaborativas situações relacionadas ao cotidiano do estudante, metodologia ativa, como o QR COLD, etc. Com isso, objetiva-se que as atividades aqui propostas, possam auxiliar os professores no desenvolvimentos dos conteúdos da Cinemática escalar, relativo a velocidade e aceleração média e instantânea e aos estudantes nas confecções das resoluções dos exercícios, e enriquecer as aulas de Física. Por fim, ressalta-se que esse material é de acesso e distribuição gratuita, podendo o professor realizar alterações quando necessário, desde que mencione a autoria do trabalho original.

Bom trabalho e boas aulas!

2 . ESTRUTURAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

ENCONTROS	MOMENTOS	METODOLOGIA	DURAÇÃO
1º	Levantamento dos conhecimentos prévio.	Aplicação do pré-teste.	1 aula (40 min)
2º	Estudo das grandezas Físicas e unidades de medida.	Aula dialogada questionando e exemplificando, fazendo dinâmicas.	1 aula (40 min)
3º	Exercícios sobre grandezas físicas e unidades de medida.	Resolução de Problemas.	1 aula (40 min)
4º	Estudo sobre velocidades	Aula dialogada questionando e exemplificando, fazendo dinâmicas.	1 aula (40 min)
5º	Exercícios sobre velocidade escalar média e instantânea.	Resolução de Problemas.	1 aula (40 min)
6º	Estudo sobre aceleração escalar média e instantânea.	Aula dialogada questionando, exemplificando e fazendo dinâmicas.	1 aula (40 min)
7º	Exercícios sobre aceleração escalar média e instantânea.	Resolução de Problemas.	1 aula (40 min)
8º	Verificação da aprendizagem dos conceitos de cinemática.	Aplicação do pós-teste.	1 aula (40 min)

Fonte: próprio autor.

1ª Aula

GRANDEZA FÍSICA E UNIDADE DE

LEMBRE BEM!!!!!!

*UNIDADE DE
MEDIDA*

=

*VALOR
NUMÉRICO*

+

*GRANDEZA
FÍSICA*

Chamamos de grandeza física tudo aquilo que possamos medir, direta ou indiretamente. O conceito de medir, por sua vez, equivale ao de comparar-se com um padrão. Se dizemos que uma porta tem cinco palmos de largura, estamos fazendo comparação direta da largura da porta com a largura de um palmo. Temos, assim, uma característica de todas as medidas: do número (no caso “6”) acompanhado da respectiva unidade de medida (no caso “palmo”).

Vamos, agora, a um exemplo de uma medida indireta. Determinada cerca é 30 cm mais baixa que você, enquanto um determinado muro é 40 cm mais alto, também em relação a você. Rapidamente, você conclui que o muro é 60 cm mais alto do que a cerca, mesmo sem tê-los comparado diretamente. Por outro lado, se você souber que a sua altura é, por exemplo, 1,80 m, pode a partir daí obter as alturas da cerca e do muro, indiretamente. Tentemos criticar os dois padrões utilizados, palmos e centímetros. A pergunta, palmo de quem? Faz sentido, já que diferentes pessoas podem ter diferentes tamanhos de mão, mas a mesma pergunta em relação ao centímetro estaria pressupondo fitas métricas defeituosas. A discursão mostra o que se espera de um padrão: ele deve ser o mesmo em todos os lugares e todo instante.

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)

A origem do Sistema Internacional de Unidades, hoje adotado como padrão em todos os países do planeta, remonta a 1792, por ocasião da Revolução Francesa, mas a verdade, tanto quanto queríamos retroceder em nossa história, encontraremos indícios da busca de um sistema de unidades prático e universal. As grandezas físicas são de diferentes naturezas. Há grandezas de natureza tempo,



Fonte: LIGIA DIQUE, Conexão com a Física, volume 1.

natureza comprimento, natureza massa etc. Para diferentes naturezas temos diferentes padrões (unidades) no Sistema Internacional. O SI se compõe de sete unidades de base, de duas unidades suplementares, de unidades derivadas e de múltiplos e submúltiplos de todas elas.

Unidade de base

Comprimento: **metro** (m)

Massa: **quilograma** (kg)

Tempo: **segundo** (s)

Corrente elétrica: **ampère** (A)

Temperatura termodinâmica: **kelvin** (K)

Quantidade de matéria: **mol** (mol)

Intensidade luminosa: **candela** (cd)

Unidade suplementares

Ângulo plano: **radiano** (rad)

Ângulo sólido: **esterradiano** (sr)

UNIDADES BÁSICAS DO SISTEMA INTERNACIONAL

Unidades de medidas de comprimento

As primeiras unidades de comprimento tiveram como “molde” o corpo humano – mas especificamente, o comprimento de braços, polegadas, pés, etc. da realeza. Com a troca dos regentes, mudavam também os padrões, e com eles todas as medidas tomadas. Esse costume, claro, mostrou-se impraticável, de modo que se tornou necessário buscar e implantar padrões que pudessem ser considerados invariáveis e reprodutíveis ao longo do tempo e em qualquer ponto do planeta.

O Sistema Internacional de Unidades, SI, adotado no Brasil em 1992 e retificado em 1988, adota o metro como unidade de medida de comprimento. Observe os múltiplos do metro no quadro abaixo:

Unidade	Símbolo	Ralação entre unidades, múltiplo e
---------	---------	------------------------------------

submúltiplos		
metro	m	
quilômetro	km	1 km = 1000 m = 1.10^3 m
hectômetro	hm	1 hm = 100 m = 1.10^2 m
decâmetro	dam	1 dam = 10 m = 1.10 m
decímetro	dm	1 dm = 0,1 m = 1.10^{-1} m
centímetro	cm	1 cm = 0,01 m = 1.10^{-2} m
milímetro	mm	1 mm = 0,001 m = 1.10^{-3} m

Fonte: próprio autor.

Além das unidades do SI, há outras unidades de medida de comprimento bastante usadas. Confira algumas:

Unidade	Símbolo	Ralação entre unidades, com o metros
polegada (<i>inch</i>)	in	0,0254 m
pé (<i>foot</i>)	ft	0,3048 m (12 polegadas)
jarda (<i>yard</i>)	yd	0,9144 m (3 pés)
milha marítima	mi	1853,1 m
mícron	μ	10^{-6} m
angstron	Å	10^{-9} m
ano-luz (<i>light – year</i>)	mm	$9,46.10^{15}$ m ou $9,46.10^{12}$ km

Fonte: próprio autor.

Exemplos de instrumentos usados par medir comprimentos.

A trena, a régua graduada e o esquadro são instrumentos utilizados para medir comprimento.



Fonte: <https://alunosonline.uol.com.br/matematica/metro-linear.html>

Ao efetuarmos uma medida, estamos verificando quantas vezes a quantidade medida é

maior que uma unidade padrão previamente definida. Nesta imagem, uma mulher está efetuando a medida da altura de uma mesa.



Fonte: <http://www.colegiadnmaster.com.br/medidas-de-comprimento-15032018-medindo-os-espacos-do-colegio-turma-301-tia-sonia/>

Exercícios resolvidos

R.1 Faça as seguintes conversões de unidades de comprimento.

- a) 2,5 km em m;
- b) 500 m em km;
- c) 25 m em cm;
- d) 30 cm em

Solução:

- a) $2,5 \text{ km} = 2,5 \times 100 \text{ m} = 250 \text{ m};$
- b) $500 \text{ m} = \frac{500}{1000} = 0,5 \text{ km};$
- c) $25 \text{ m} = 25 \times 100 \text{ cm} = 2500 \text{ cm};$
- d) $30 \text{ cm} = \frac{30}{100} = 0,3 \text{ m}$

R.2 Ao estudar a planta de uma construção, um engenheiro deparou-se com unidades de comprimento dadas em cm. Certo cômodo dessa construção apresentava área 4,0 m de largura e 5,0m de comprimento. Expresse essas medidas em cm.

Solução:

Largura: $4,0 \text{ m} = 4,0 \times 100 \text{ cm} = 400 \text{ cm}$;

Comprimento: $5,0 \text{ m} = 5,0 \times 100 \text{ cm} = 500 \text{ cm}$.

R.3 A distância entre duas cidades é aproximadamente 360 km. Quanto corresponde a distância entre essas cidades, em metro?

Solução:

Distância: $360 \text{ km} = 360 \times 1000 \text{ m} = 360.000 \text{ m}$.

Unidades de medidas de massa

A necessidade do ser humano de trocar produtos vem desde suas comunidades mais primitivas. Mas para trocar é preciso comparar. E para comparar foi necessário confeccionar instrumentos de medida. A balança de dois pratos é um exemplo prático da ideia de comparara quantidade de massa entre os corpos.

O padrão de massa do Sistema Internacional é o quilograma. Ele se baseia em um cilindro de platina, com diâmetro de base 3,9 cm e altura 3,9 cm, cuja massa foi escolhida como padrão e chamada de quilograma (1kg).

Exemplo de instrumento usados par medir massa.

A balança é um instrumento usado para medir a massa de um corpo na superfície da Terra.



Fonte: <https://www.google.com/search?q=imagens+de+pessoa+medindo+sua+massa>

O quilograma também possui múltiplos e submúltiplos. Veja:

Unidade	Símbolo	Ralação entre unidades, múltiplo e submúltiplos
quilograma	kg	
hectograma	hg	1hm = 0,1kg = 1.10^{-1} kg
decagrama	dag	1 dag = 0,01kg = 1.10^{-2} kg
grama	g	1 g = 0,001kg = 1.10^{-3} kg
decigrama	dg	1 dg = 0,0001kg = 1.10^{-4} m
centigrama	cg	1 cg = 0,00001kg = 1.10^{-5} m
miligrama	mg	1 mg = 0,000001kg = 1.10^{-6} kg

Fonte: próprio autor.

Unidades de medidas de massa que não pertence ao SI.

Unidades	Símbolo	Relação entre unidades, múltiplos e submúltiplos
tonelada	t	1t = 1000 kg
unidade de massa atômica	u	1u = $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg

Fonte: próprio autor.

Exercícios resolvidos

R.1 Faça as seguintes conversões na unidades de medida de massa:

- 550 kg em g
- 200 g em kg

Solução:

- $550 \text{ kg} = 550 \times 1000\text{g} = 550.000 \text{ g}.$
- $200 \text{ g} = \frac{200}{1000} = 0,2 \text{ kg}.$

Unidade de medida do tempo

Estamos tão habituados a lidar com horários para trabalhar, estudar e descansar que raramente paramos para pensar como e quando surgiram as medidas do tempo.

O que é tempo? Ele é curto ou longo? Como medi-lo?

Quadro de Salvador Dali – O tempo



Fonte: <http://artepoeticaencontros.blogspot.com/2010/04/salvador-dali-ii-o-tempo-reflexao.html>

O ser humano, ao observar a Natureza – o nascer e o pôr do sol, o dia e a noite, as mudanças nas condições climáticas etc. –, percebeu que alguns ciclos se repetiam. Por isso, durante um período a principal referência de tempo foi o movimento dos astros. O conceito de rotação da Terra em torno do seu eixo imaginário, por exemplo, determina um dia, cujo intervalo de tempo é limitado entre duas posições, idênticas e sucessivas, ocupadas pelo Sol (dia solar médio).

Dividimos o dia em 24 horas, a hora em 60 minutos, e o minuto em 60 segundos. Dessa forma, o segundo foi definido como 86.400 avos do dia solar médio. Na busca de medições mais precisas, verificou-se que a trajetória da Terra ao redor do Sol é elíptica, e não circular como se pensava, havia um erro de 10^{-7} segundos na determinação do dia solar médio.

No SI, a unidade padrão de medida de tempo é o segundo.

Os instrumentos usados para medir o tempo, como o cronômetro e o relógio, já são fabricados a partir desse padrão.

CURIOSIDADE!!

Atualmente, com avanços do conhecimento científico e tecnológico, o padrão de medida do tempo é baseado em uma radiação emitida pelo átomo de césio 133. De acordo com esse padrão, 1 segundo equivale à duração de 9 192 631 770 oscilações da radiação correspondente a transições eletrônicas do césio 133, à temperatura de $-0\ 273,15^\circ\text{C}$ (zero absoluto).

Exercícios resolvidos

R.1 Faça as seguintes conversões nas unidades de medida de tempo:

- a) 2h em segundos;
- b) 15min em segundos;
- c) 180 min em horas;
- d) 300 s em minutos;

Solução:

- a) $2\text{h} = 2 \times 60\text{ min} \times 60\text{ s} = 7.200\text{ s}$
- b) $15\text{ min} = 15 \times 60\text{ s} = 900\text{ s}$
- c) $180\text{ min} = \frac{180}{60} = 3\text{ h}$
- d) $300\text{ min} = \frac{300}{60} = 5\text{ min.}$

R.2 Uma revista esportiva fez uso dos seguintes registros de intervalo de tempo, colhidos durante uma corrida de automóveis: duração de uma volta = 2,5 min; duração da prova = 1,4 h. Como esses intervalos de tempo podem ser expressos no SI?

Solução:

No SI teremos os intervalos de tempo expressos em segundos:

O tempo de um volta: $2,5\text{ min} = 2,5 \times 60\text{ s} = 150\text{ s}$

O tempo da prova: $1,4\text{ h} = 3600\text{ s} = 5.040\text{ s.}$

REGRAS PARA SE ESCREVER UNIDADES DO SI

As Unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI) podem ser escritas por seus nomes ou representadas por seus símbolos. Exemplos:

Grandeza	Nome	símbolo
comprimento	metro	m
tempo	segundo	s

Fonte: próprio autor.

- Os nomes das unidades do SI devem ser escritos em letras minúsculas, mesmo sendo nomes de pessoas.
Exemplos: quilograma, newton, kelvin, etc
- Em geral os símbolos das unidades são escritos em minúsculas, mas se o nome da unidade deriva de um nome próprio, a primeira letra do símbolo é maiúscula.
Exemplos: m, para metro; N, para newton; J, para joules, A, para ampère, etc
- Não devemos misturar unidades por extenso com símbolos
Exemplos: “metro/s” é errado, e m/s ou metros por segundo é correto.
- O plural das unidades é obtido pelo acréscimo da letra “s”. Portanto escrevemos metros, segundos, newtons, pascals. Exceções: hertz, lux, siemens.
- O símbolo das unidades do SI é invariável e, no plural não deve ser seguido de “s”.
Exemplos:
12 horas (12h e não 12hs);
5 minutos (5min e não 5mins);
6 metros (6m e não 6ms)

2ª Aula

EXERCÍCIOS: GRANDEZA FÍSICA E UNIDADE DE MEDIDAS

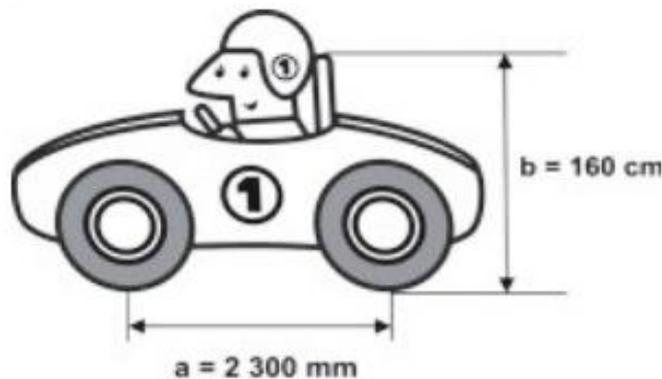
01



Um mecânico de uma equipe de corrida necessita que as seguintes medidas realizadas em um carro sejam obtidas em metros:

I - Distância a entre os eixos dianteiro e traseiro é 2.300 mm

II - Altura entre o solo e o encosto do piloto é 160 cm.



Fonte: Questão 138 da prova do Enem 2011

Ao optar pelas medidas a e b em metros, obtém-se, respectivamente,

- A) 0,23 e 0,13
- B) 2,3 e 1,6
- C) 23 e 16
- D) 230 e 160
- E) 2300 e 1600

02



Preciso colocar arame farpado em volta de um terreno retangular que mede 0,2 km de largura e 0,3 km de comprimento. Quantos metros de arame farpado se deve usar em todo terreno?

- A) 500 m
- B) 600 m
- C) 1000 m
- D) 6000 m
- E) 50 m

03



Nos concursos das forças armadas acontecem em etapas, uma delas é o teste de aptidão física, o candidato deve percorrer uma distância de 2400 metros em um tempo de 12 minutos. Qual alternativa indica os valores da distância em km e tempo em hora, respectivamente?

- A) 2,4 km e 2 h
- B) 4,2 km e 0,2 h
- C) 0,24 km e 0,2 h
- D) 4,2 km e 2 h
- E) 2,4 km e 0,2 h

04



Você chega ao estacionamento de um supermercado e se depara com uma placa com indicação de velocidade máxima.



Fonte: próprio autor.

Em qual das alternativas abaixo a unidade da grandeza velocidade está de acordo com as regras oficiais e internacionais para grafia das unidades de medida?

- A) $v = 20 \text{ KM/H}$
- B) $v = 20 \text{ km/H}$
- C) $v = 20 \text{ Quilômetro/h}$
- D) $v = 20 \text{ km/h}$
- E) $v = 20 \text{ km/hora}$

05



Um estudante mandou o seguinte e-mail a um colega “No último final de semana fui com minha família à praia. Depois de 1,5 hrs de viagem, tínhamos viajado 100km e paramos durante 20 MIN para descansar e fazer compras em um shopping. Depois de viajarmos mais 2h, com uma velocidade média de 80 KM/horas, chegamos ao destino.” O número de erros referentes à grafia de unidades, nesse e-mail, é?

- A) 2
- B) 3.
- C) 4.
- D) 5.
- E) 6.

Atividade

Após adquirir conhecimentos de alguns padrões do Sistema Internacional de Unidades - SI, A turma vai criar um grupo de WhatsApp, cada estudante deve fotografar placas de trânsito, recortar revistas, jornais e informes com anúncios em geral que mostrem erros quanto á grafia das unidades de medidas do SI. Depois, faça uma legenda com essas fotos com a grafia correta, de acordo com SI, depois poste no grupo. Posteriormente, ordenaremos equipes na sala de aula para discutirmos sobre essas postagens.

3ª Aula

NOÇÃO DE VELOCIDADE

Para avaliarmos o quão rápido um móvel está se movimentando precisamos saber qual o seu deslocamento dentro de certo intervalo de tempo. Por exemplo, para responder à questão: “quem é mais rápido para chegar à escola, você ou seu colega?”, talvez você considere quem mora mais longe ou perto da escola e qual o tempo que demora para percorrer esse percurso. Se você mora a uma distância menor que seu colega e chega antes, não significa que seja mais rápido que ele. Para responder a essa questão com mais propriedade, precisamos saber quem percorre uma dada distância em menos tempo.

Digamos que seu colega saia de casa às 7 h da manhã e chegue à escola às 8h, a distância da casa à escola é de 4 km. Então, ele percorre 4 km em cada uma hora. Você mora mais perto (a 1,5 km da escola e faz esse trajeto em 30 minutos. Logo, ainda 1,5 km em $\frac{1}{2}$ hora. Em uma hora percorreria 3 km, certo? Se seu colega percorre 4 km por hora e você 3 km por hora, ele é mais rápido que você (mesmo morando mais longe). Essa grandeza que acabamos de avaliar por meio de um exemplo é chamada de velocidade.

Velocidade escalar média

Percorrendo as ruas de uma cidade ou mesmo uma rodovia, um motorista dificilmente conseguirá deslocar-se com velocidade constante. Mesmo na estrada, curvas sucederão retas e veículos terão que ser ultrapassados durante o trajeto.

Exemplo: Se um motorista souber qual a distância percorrida e medir o intervalo de tempo gasto para percorrê-la, ele pode calcular a razão entre essas grandezas e obter a velocidade escalar média do automóvel nesse intervalo de tempo. Se fosse possível manter a velocidade escalar constante durante todo o tempo utilizado para a distância percorrida (o que raramente acontece), ela teria o mesmo valor da velocidade escalar média.

De toda maneira, qualquer que tenha sido o deslocamento, um intervalo de tempo foi despendido para cumpri-lo, o que dá uma ideia de rapidez do movimento.

A velocidade é a medida da variação das posições no intervalo de tempo.

Velocidade escalar média (V_m) de um corpo de determinado percurso é a relação entre o deslocamento escalar realizado pelo corpo (ΔS) e o tempo despendido da ação (Δt).

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_f - S_i}{t_f - t_i}$$

S_f = posição final e S_i = posição inicial.
 t_f = tempo final e t_i = tempo inicial

Como decorrência da equação da anterior, podemos deduzir que a unidade de medida da velocidade corresponde à razão entre a unidade de medida da posição e a unidade de medida do tempo. Uma unidade muito comum para a medida da velocidade é o km/h, usada nos veículos dos automóveis. No Sistema Internacional (SI), a posição é medido em metros (m) e o tempo em segundos (s).

Unidade de medida da velocidade é o m/s.

Exercícios resolvidos

- R.1 Eram 11h da manhã quando você passou pelo quilômetro 80 (Km 80) da estrada e 12h e 30 min quando parou para almoçar no restaurante do quilômetro 230 (Km 230).

Trajeto de um automóvel entre 11h e 12 30 min



Fonte: LIGIA DIQUE, Conexão com a Física, volume 1

Solução:

O deslocamento do seu automóvel entre as 11h e 12h e 30min foi de:

$$\Delta S = 230\text{km} - 80\text{km} = 150\text{km}$$

Em um intervalo de tempo igual a 1 hora e meia, que indicamos desta forma:

$$\Delta t = 12\text{h e } 30\text{min} - 11\text{h } 00\text{ min} = 1\text{h } 30\text{min (ou } 1,5\text{h)}$$

Então você se deslocou 150km em 1,5h, o que dá uma média de 100km por hora (150:1,5 = 100). Portanto, sua velocidade escalar média foi, nesse trecho da viagem, igual a 100 km/h.

R.2 Um automóvel de passeio percorre 45 km em 30 min. Determine sua velocidade escalar média desse automóvel nesse percurso.

Solução:

O deslocamento do automóvel foi $\Delta S = 45$ km;

O intervalo de tempo foi $\Delta t = 30\text{min}$. $\frac{1}{60}\text{h} = \frac{1}{2}\text{h} = 0,5\text{h}$.

$$V_m = \frac{45}{0,5} = 90 \text{ km/h.} =$$

É importante salientar que o velocímetro de um automóvel não indica a sua velocidade média, mas sim aquela que se verifica no momento em que é efetuada a leitura. Essa é a chamada **velocidade escalar instantânea (v)**.

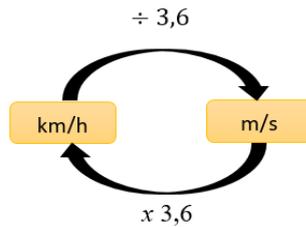
Velocidade escalar instantânea (V) é a velocidade escalar média tomada em um intervalo de tempo muito pequeno, quase zero; é o valor da velocidade em determinado instante, ou seja, quando intervalo de tempo é um instante ($\Delta t \rightarrow 0$)

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Como decorrência da equação da anterior, podemos deduzir que a unidade de medida da velocidade corresponde à razão entre a unidade de medida da posição e a unidade de medida do tempo. Uma unidade muito comum para a medida da velocidade é o km/h, usada nos veículos dos automóveis. No Sistema Internacional (SI), a posição é medido em metros (m) e o tempo em segundos (s).

Unidade de medida da velocidade é o m/s.

A regra prática de conversão entre Km/h e m/s está representada abaixo.



$$1 \frac{km}{h} = 1 \frac{1000 m}{3600 s} \rightarrow 1 \frac{km}{h} = \frac{1}{3,6} \frac{m}{s} \rightarrow 1 \frac{m}{s} = 3,6 \frac{km}{h}$$

Atenção!

Qual é a duração de um instante?

Note que a palavra “instante” possui significado físico diferente do seu significado na vida cotidiana. Você poderia usar a frase “durou um breve instante” para designar um fato ocorrido em um curto intervalo de tempo. Contudo, em física, um instante não possui nenhuma duração; ele se refere a um único valor definido de tempo

Exercícios resolvidos

R.1 Faça as seguintes convenções de velocidades abaixo:

Solução

$$15 m/s = (15 \times 3,6) km/h = 54 km/h.$$

$$72 km/h = (72 : 3,6) m/s = 20 m/s.$$

R.2 Se um atleta que correr 100 m em 10 s, terá uma velocidade escalar média:

Solução

$$V_m = \frac{100m}{10 s} = 10 m/s$$

Essa velocidade em quilômetro por horas, vale: $V_m = 10 \cdot 3,6 km/h \rightarrow V_m = 36 km/h$.

Portanto, uma velocidade baixa para um automóvel (36 km/h) representa para o homem uma velocidade extremamente alta, que somente atletas olímpicos conseguem alcançar. Por outro lado, um carro que desenvolve numa estrada a velocidade de 108 km/h fará, em metros por segundo:

$$V_m = 108 km/h = \frac{108}{3,6} m/s \rightarrow V_m = 30 m/s$$

Por dentro do conceito de velocidade!

Para melhor compreendermos o que é a velocidade, é interessante conhecer alguns valores que estão presentes em situações cotidianas.

- A velocidade média de uma pessoa em passo normal é aproximadamente 1,5 m/s, o que equivale a 5,4 km/h.
- Os atletas olímpicos nas provas de 100 m rasos desenvolvem velocidades médias de 10 m/s, ou seja, 36 km/h.
- A lesma desloca-se com velocidade média de 1,5 mm/s, o bicho preguiça com velocidade de 2 m/min no solo, enquanto o Guepardo, um dos animais mais velozes, atinge velocidades superiores a 100 km/h.
- O avestruz é a ave terrestre mais rápida, podendo atingir a velocidade 72 km/h, ou seja, 20 m/s.
- A velocidade do som no ar é de 340 km/h ou 1.224 km/h. os aviões supersônicos superam 2.000 km/h em voo comerciais.

Texto complementar & curiosidades

A velocidade da luz é infinita?

Por volta do século XVII tinha-se a noção de que a velocidade da luz era infinita, ou seja, era transmitida instantaneamente de um ponto para outro. Galileu Galilei, físico e matemático italiano que teve o papel muito importante na revolução científica, criticou essa crença, pois ele julgava falhos os argumentos apresentados pelas pessoas que defendiam essa ideia. Querendo esclarecer essa questão, Galileu realizou inúmeras experiências na tentativa de obter o valor da velocidade da luz. Em umas dessas tentativas, Galileu subiu em uma colina e seu assistente, em outra e, separados por uma distância de aproximadamente 2,0 km, o físico tentou medir o tempo gasto pela luz ao fazer o percurso de ida e volta entre as duas colinas. É evidente que se conhecendo a distância entre as mesmas e o tempo gasto pela luz para percorrer a distância entre as duas colinas, era possível determinar o valor da velocidade da luz. O princípio que Galileu empregara está correto, no entanto sua experiência não teve sucesso. Hoje sabemos que a luz possui velocidade muito grande, cujo valor é aproximadamente igual a $3,0 \times 10^8$ m/s. No experimento realizado, a luz gastava 10^{-5} s para realizar o trajeto de ida e volta entre as duas colinas. Esse tempo, muito pequeno, era impossível de ser medido com os aparelhos existentes na época, é esse o grande motivo pelo fracasso do experimento de Galileu.

Após a morte de Galileu vários cientistas deram continuidade à busca pelo valor da velocidade de propagação da luz. Michelson, um dos vários cientistas que buscavam essa resposta, baseado nos trabalhos de Foucault, conseguiu realizar experiências mais precisas que o levou a um valor igual a $c = 2,9977 \times 10^8$ m/s, valor esse que foi publicado em 1932, mostrando a precisão das experiências realizadas por Michelson. Esse é um dos valores com maior precisão no campo da física em razão da grande dedicação e empenho dos dois inúmeros cientistas que buscavam esse resultado. Esse número é mostrado somente para ilustração, pois na maioria das situações usa-se $c = 3 \times 10^8$ m/s, que é, por aproximação, a velocidade da luz.

Marco Aurélio da Silva

Disponível em: www.alunosonline.com.br/fisica/a-velocidade-da-luz-e-infinita-.html.

4ª Aula

EXERCÍCIOS: VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA E INSTANTÂNEA

01



A velocidade máxima permitida nessa via é de 50 km/h. O motorista desse carro ilustrado na imagem abaixo, passou pela lombada eletrônica e nesse instante foi registrado:



Fonte: <http://pioneiro.clicrbs.com.br/rs/geral/cidades/noticia/2015/08/lombadas-eletronicas-entram-em-operacao-nesta-quinta-feira-na-br-116-em-caxias-4827504.html>

- A) a velocidade média do motorista de 61 km/h e o motorista não é multado.
- B) a velocidade média do carro de 61 km/h e o motorista é multado.
- C) a velocidade instantânea do carro de 61 km/h e o motorista não é multado.
- D) a velocidade instantânea do carro de 61 km/h e o motorista é multado.
- E) o tempo da passagem pela lombada eletrônica.

02



A falta de sincronismo entre os semáforos nas principais avenidas das grandes cidades tem causada transtornos aos motoristas e provocando lentidão no trânsito. A chamada "onda verde" permite ao motorista encontrar todos os semáforos da via abertos à medida que trafega. A fotografia abaixo mostra que a onda verde em uma determinada via é de 40 km/h. Do ponto de vista da Física, a onda verde representa a:



Fonte: https://www.prisma.edu.br/admin/imagens/layout/1534269942-1%C2%BA_ANO_-1-.pdf

- A) velocidade escalar média que os carros devem apresentar nessa via.
- B) velocidade instantânea que os carros devem apresentar nessa via.
- C) aceleração média que os carros devem apresentar nessa via.
- D) aceleração instantânea que os carros devem apresentar nessa via.
- E) velocidade vetorial que os carros devem apresentar nessa via.

03



Um ônibus partiu da cidade de São Paulo com destino a cidade de Campinas e demorou 2 h horas para cumprir seu trajeto. A distância entre as cidades, é de 90 km. Determine a velocidade escalar média do ônibus.

- A) 180 km/h
- B) 45 km/h
- C) 50 km/h
- D) 40 km/h
- E) 55 km/h

04



A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo testou em 2013 novos radares que permitem o cálculo da velocidade média desenvolvida por um veículo em um trecho da via.



Fonte: Questão 161 da prova do Enem 2014

As medições de velocidade deixariam de ocorrer de maneira instantânea, ao se passar pelo radar, e seriam feitas a partir da velocidade média no trecho, considerando o tempo gasto no percurso entre um radar e outro. Sabe-se que a velocidade média é calculada como sendo a razão entre a distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la. O teste realizado mostrou que o tempo que permite uma condução segura de deslocamento no percurso entre os dois radares deveria ser de, no mínimo, 1 minuto e 24 segundos. Com isso, a CET precisa instalar uma placa antes do primeiro radar informando a velocidade média máxima permitida nesse trecho da via. O valor a ser exibido na placa deve ser o maior possível, entre os que atendem às condições de condução segura observadas.

Fonte: Disponível em: www1.folha.uol.com.br. Acesso em: 11 jan. 2014.

- A) 25 km/h
- B) 69 km/h
- C) 90 km/h
- D) 102 km/h
- E) 110 km/h

05



Uma família que viaja pela rodovia dos Bandeirantes passa pelo marco “km 200”, e o motorista vê um anúncio na placa com a inscrição: ABASTECIMENTO E RESTAURANTE A 30 MINUTOS”.



Fonte: www.fisicaevestibular.com.br

Considerando que esse posto de serviço se encontra junto ao marco “km 260” dessa rodovia, pode-se concluir que o anunciante prevê, para os carros que trafegam nesse trecho, uma velocidade média, em km/h, de:

- A) 80
- B) 90
- C) 100
- D) 110

E) 120

06



Entre um trecho de uma rodovia, a velocidade escalar média máxima permitida é de 100 km/h, a distância entre dois radares, detectam o tempo gasto por um veículo para atravessá-lo, é de 25 km. Qual será o menor intervalo de tempo para um motorista de um carro percorrer essa distância sem ultrapassar a velocidade média permitida?

A) $\frac{1}{4}$ h

B) 4,0 h

C) $\frac{1}{2}$ h

D) 0,4 h

E) 2,0 h

07



Até as pessoas que não se interessam por atletismo já ouviram falar do jamaicano Usain Bolt, um fenômeno da velocidade. Em uma das suas competições de 100 m rasos, conseguiu completar a prova num intervalo de tempo 9,58 s e vencendo a competição. Qual foi a velocidade média de Usain Bolt nessa prova?



Fonte: <https://www.vix.com/pt/noticias/536122/por-que-usain-bolt-e-tao-rapido-ciencia-da-explicacao-fascinante-para-ele-ser-insuperavel>

A) 10,4 m/s.

B) 10,9 m/s.

C) 10,1 m/s

D) 10,7 m/s

E) 10,8 m/s

08



Um garoto saindo de sua casa de automóvel, para encontrar-se com sua namorada em um shopping center, deve ter a noção da velocidade média a desenvolver a fim de chegar no horário combinado. Por exemplo, se sair às 20 h 15 min para chegar às 21:00 h, deslocando-se 45 km, sua velocidade escalar média deve ser de:

- A) 40 km/h
- B) 50 km/h
- C) 60 km/h
- D) 70 km/h
- E) 80 km/h

Um almoço em família

09



Em um feriado pai e filho resolveram almoçar juntos num restaurante à beira da estrada, que fica no km 130. Eles moram na mesma estrada: o pai no km 90 e o filho no km 210. Sabe-se que a máxima velocidade permitida nessa estrada é de 80 km/h. Logo, para que o encontro aconteça às 12:30 h, a que horas, no máximo cada um deles deve sair de casa?

- A) pai às 12 h e filho às 12:30 min
- B) pai às 12 h e filho às 12:00 h
- C) pai às 12:10 min e filho às 12:30min
- D) pai às 12:00 h e filho às 11:30 min
- E) pai às 11: 30 min e filho às 12:00 h

10



O edifício Taipei 101 é um ícone de Taiwan e combina tradição e modernidade. Suas características de segurança permitem-lhe suportar tufões e terremotos, que são frequentes nessa região. O edifício possui 61 elevadores, sendo dois de ultra velocidade.



Fonte: WILSON, JOSÉ, OSVALDO; Física Ensino Médio, vol 1, 2014

Sabendo que um desses elevadores de ultra velocidade sobe, do térreo até o 89º andar percorrendo 380 metros em 40 segundos, conclui-se que a sua velocidade média vale, em m/s:

- A) 4,7
- B) 7,2
- C) 9,5
- D) 12,2
- E) 15,5

Atividade colaborativa.

Fotografe placas de trânsito ou anúncios em geral que não estejam representados por unidades do SI. Depois, faça uma legenda, embaixo das fotos, que mostre a conversão para as unidades do SI. Poste em nosso grupo WhatsApp para possíveis discussões.

5ª Aula

ACELERAÇÃO

No nosso dia a dia o conceito de aceleração é bastante conhecido. Quando dizemos a expressão “acelerar” entendemos que significa aumentar a velocidade e quando precisamos diminuir a velocidade significa “frear” (desacelerar). Em ambos os casos a velocidade sofreu variação, isso quer dizer que quando falamos em aceleração implica dizer que a velocidade pode sofrer aumento ou diminuição.

Em certos casos, se a velocidade escalar instantânea permanecer constante, significa dizer que não há variação de velocidade, logo a grandeza aceleração será nula, caracterizando o movimento como uniforme. Já os casos onde a velocidade escalar instantânea varia, que em sua totalidade é o que mais acontece, o movimento é classificado como variado, portanto a grandeza aceleração será não nula.

Como exemplo podemos citar algumas situações: o movimento de um carro, o movimento de uma motocicleta ou mesmo o deslocamento de uma pessoa que caminha por uma calçada, dificilmente será executado com velocidade constante. Nesses casos, a velocidade variável é a situação mais comum, já que esta pode aumentar ou diminuir dependendo das condições momentâneas do movimento. Um carro aumenta ou diminui a velocidade frequentemente em um congestionamento, uma motocicleta aumenta ou diminui a velocidade enquanto trafega pelo trânsito e uma pessoa aumenta ou diminui a velocidade enquanto anda por uma calçada.

Variar a velocidade implica acelerar o corpo. O valor da aceleração escalar média é encontrado medindo-se o valor que a velocidade diminui ou aumenta com o tempo. Então:

Aceleração escalar média (a_m) é a taxa de variação de velocidade escalar em uma unidade de tempo.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

V_f = Velocidade final e t_f = tempo final

V_i = Velocidade inicial e t_i = tempo inicial

$a_m > 0$; $V_f > V_i$

$a_m < 0$; $V_f < V_i$

$a_m = 0$; $V_f = V_i$

Quando os intervalos de tempo considerados são muito pequenos, a aceleração média vai ficando muito próxima daquela que age em cada instante; neste caso, a aceleração escalar média passa a ser chamada de **aceleração escalar instantânea (a)**.

Aceleração escalar instantânea (a) é a aceleração escalar média tomada num tempo muito pequeno, tendendo a zero ($\Delta t \rightarrow 0$) é o valor da aceleração em determinado instante.

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Como decorrência da definição, é possível deduzir que a unidade de medida da aceleração corresponde à razão entre a medida da velocidade e a unidade de medida do tempo.

No Sistema Internacional (SI), a unidade de medida da aceleração é:

$$\frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2}$$

METRO POR SEGUNDO AO QUADRADO

A unidade de aceleração no **SI** é o **metro por segundo por segundo**. No entanto, a Matemática permite que essa unidade seja expressa de uma forma mais sintética: **metro por segundo ao quadrado**. Esta última expressão, embora seja a unidade adotada pelo SI, não contribui para a compreensão do conceito de aceleração, e isso ocorre porque a ideia de que há uma velocidade variando (metro por segundo) em um intervalo de tempo (por segundo) se perde.

Quando se usa uma unidade mista, que não pertence ao SI, como km/s, essa ideia é mais facilmente resgatada. Se alguém diz que um automóvel tem aceleração de 2 km/h/s, é fácil perceber que a velocidade desse automóvel varia 2 km/h **por segundo**. Por isso é interessante lembrar sempre que m/s² é apenas uma forma compacta de representar m/s/s.

Exercícios resolvidos

R.1 Um carro está parado num farol fechado. Quando o farol abre, o motorista pisa no acelerador e, depois de 5,0 segundos, atinge uma velocidade de 20 m/s. Qual o valor da aceleração escalar média nesse intervalo de tempo?

Solução:

A variação da velocidade: $\Delta V = V_f - V_i \rightarrow \Delta V = 20 - 0 \rightarrow \Delta V = 20 \text{ m/s}$, o intervalo de tempo: $\Delta t = t_f - t_i \rightarrow \Delta t = 5,0 \text{ s}$.

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{20}{5,0} \rightarrow a_m = 4,0 \text{ m/s}^2$$

R.2 Uma lancha de salvamento, patrulhando a costa marítima com velocidade de 30 km/h, recebe um chamado de socorro. Verifica-se que, em 10 s, a lancha atinge uma velocidade 138 km/h. A aceleração escalar média utilizada pela lancha foi:

Solução:

A variação da velocidade: $\Delta V = V_f - V_i \rightarrow \Delta V = 138 - 30 \rightarrow \Delta V = 108 \text{ km/h} : 3,6 = 30 \text{ m/s}$, o intervalo de tempo: $\Delta t = t_f - t_i \rightarrow \Delta t = 10 \text{ s}$.

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{30}{10} \rightarrow a_m = 3,0 \text{ m/s}^2$$

CURIOSIDADE

Você já percebeu que o nosso corpo reage a acelerações e não a velocidades. Como assim? Se estamos em um carro a 90 km/h ou em um avião a 900 km/h, podemos saber que estamos em movimento, mas não sentimos o movimento! Já quando um carro freia (varia a velocidade) bruscamente, ou quando o avião está aterrissando (ou decolando), sentimos, muitas vezes, através daquele “frioquinho” na barriga, o movimento. Em uma montanha russa, por exemplo, pagamos pela aceleração e não pela velocidade! (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2014). Cite outras situações que evidenciam a reação do nosso corpo a acelerações.

6ª Aula

EXERCÍCIOS: ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA E INSTANTÂNEA

01



O carro da fotografia abaixo, é o dragster, foi construído especialmente para competições curtas em que o fator predominante é a aceleração. Ele consegue atingir uma velocidade de 540 km/h em apenas 4,5 segundos, a partir do repouso. Nesse caso, qual é o módulo, em m/s^2 , aproximadamente da sua aceleração escalar média?



Fonte: <http://www.bankspower.com/News/show/39-banks-dragster-development-continues>

- A) 30
- B) 25
- C) 34
- D) 35
- E) 39

02



Na fotografia vemos um dos modelos de veículos expostos no Salão do Automóvel de Genebra realizado em 2015. Segundo o fabricante, o motor desse carro possibilita a aceleração de 0 a 200 km/h em apenas 8,3s. Com base nos dados fornecidos, determine a aceleração escalar média desse carro.



Fonte: Alberto Gaspar, Física 1, 3ª edição, SP 2016.

- A) 3,8
- B) 5,5
- C) 6,7
- D) 8,5
- E) 4,9

03



Uma revista especializada em automóveis anuncia que, no teste de um determinado modelo de carro, a velocidade deste foi de 0 a 100 km/h em 5 segundos. Se esse resultado estiver correto, o valor aproximado de sua aceleração média nesse intervalo de tempo de 5 segundos foi, em

m/s^2

- A) 4,5
- B) 5,6
- C) 7,0
- D) 9,0
- E) 4,3

04



Um pássaro que, em 2s, altera sua velocidade escalar de 2m/s para 12m/s, tem sua aceleração escalar média igual a 5m/s^2 . O que esse resultado expressa?

- A) a cada 5m sua velocidade aumenta 1 s.
- B) a cada 1s a distância aumenta 5m/s.
- C) a cada 2s sua velocidade aumenta 5m/s
- D) a cada 1s sua aceleração aumenta 5m/s^2
- E) a cada 1s sua velocidade aumenta 5m/s.

05



Um motorista, dirigindo em uma estrada a 108 km/h, avista uma placa de pare e então aciona os freios do seu veículo, parando totalmente 6 s após o início da frenagem. Calcule o módulo da aceleração média, em

m/s^2 , sofrida pelo veículo a partir da frenagem.

- A) 5
- B) 3
- C) 6
- D) 9
- E) 10

06



Leia a charge na figura e responda a questão.



Fonte: WILSON, JOSÉ, OSVALDO; Física Ensino Médio, vol 1, 2014.

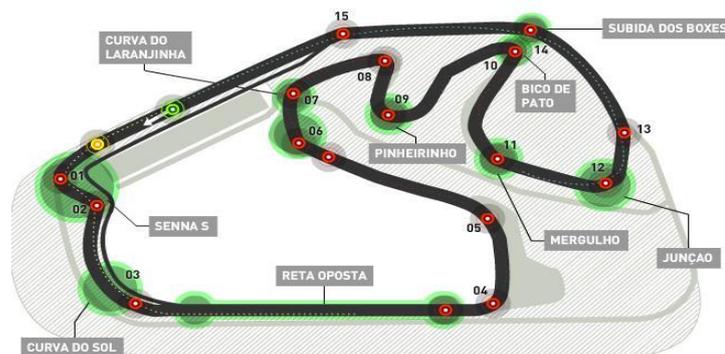
Coitado do Cascão! Por ser tão desatento quase foi atropelado. Por sorte o carro estava a uma velocidade de 36 km/h e foi possível frear por intervalo de tempo de 5,0 segundos até o carro parar. Nesse instante a aceleração escalar do carro, é:

- A) - 2,0 m/s²
- B) 2,0 m/s²
- C) -7,2 m/s²
- D) 0,0 m/s²
- E) 7,2 m/s²

07



As pistas usadas para corridas de fórmula 1 possuem traçados variados, em circuitos misto, com curvas, e retas, criando condições para que os pilotos mais habilidosos se destaquem. No caso da pista de Interlagos, inaugurada em maio de 1940, a média de velocidade é de aproximadamente 230 km/h. O seu traçado atual apresenta duas grandes retas e algumas curvas de alta e baixa velocidade. A curva mais fraca dessa pista é a curva do S ou Senna, por apresentar um desafio para os pilotos.



Fonte: <http://jornalismojunior.com.br/a-arte-dos-tracados>

Em determinado treino oficial, um dos carros se aproximou do trecho final da reta das arquibancadas, com velocidade de 248 km/h e, próximo à curva do Sena, teve a sua velocidade reduzida para 140 km/h, num intervalo de tempo de 2,5 s. Determine a aceleração escalar média nesse intervalo de tempo.

- A) 11m/s^2
- B) 12 m/s^2
- C) -10m/s^2
- D) -11m/s^2
- E) -12m/s^2

08



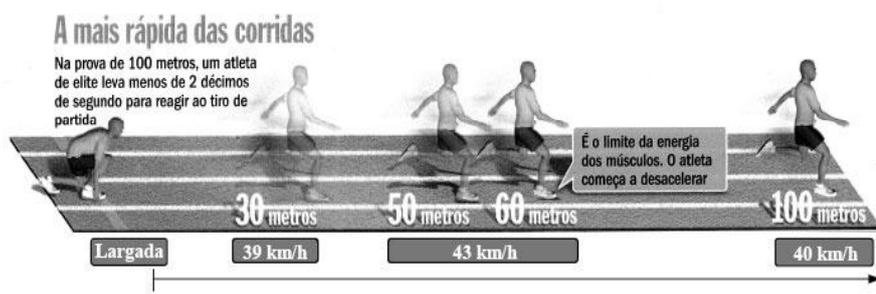
Num jogo de futebol, um atacante chuta a bola ao gol do time adversário. O goleiro pega a bola que está com a velocidade de 20 m/s e o consegue imobilizá-lo em 0,1 s, com um movimento de recurso dos braços. Determine a aceleração média da bola durante a ação do goleiro.

- A) 2m/s^2
- B) 20 m/s^2
- C) -2 m/s^2
- D) -200 m/s^2
- E) -20 m/s^2

09



Considere o texto a seguir e a figura mostrada abaixo. “Na semana passada, foram exatos 3 centésimos de segundo que permitiram ao jamaicano Asafa Powell, de 24 anos, bater o novo recorde mundial na corrida de 100 m rasos e se confirmar no posto de corredor mais veloz do planeta. Powell percorreu a pista do estádio de Rieti, na Itália, em 9,74 s, atingindo a velocidade média de 37 km/h. Anteriormente, Powell dividia o recorde mundial, de 9,77 s, com o americano Justin Gatlin, afastado das pistas por suspeita de doping”.



Fonte: Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, Projeto VOAZ, 2012

Baseado no texto e na figura, julgue as afirmações a seguir:

- I Durante toda corrida a aceleração do atleta é positiva.
- II A aceleração do atleta é negativa no trecho entre 60 m e 100 m.
- III No trecho entre 30 e 50 metros o atleta possui aceleração positiva.
- IV No trecho entre 50 m e 60 m, a velocidade do atleta não varia.

Estão corretas somente

- A) I e II
- B) II e III e IV
- C) I e IV
- D) I, II e IV
- E) II, III e IV

10



Dois automóveis, A e B, inicialmente trafegam lado a lado em uma estrada reta. Em algum instante, o carro A aumenta sua velocidade e, simultaneamente, o carro B começa uma frenagem.

Assim, pode-se afirmar **corretamente** que:

- A) a aceleração do carro **A** é diferente de zero e a do carro **B** é zero.
- B) a aceleração do carro **A** é zero e a do carro **B** é diferente de zero.
- C) as acelerações dos dois carros são diferentes de zero.
- D) as acelerações dos dois carros são iguais a zero.
- E) a aceleração do carro **A** é negativa e a do carro **B** é positiva.

REFERÊNCIAS

COMPONENTE CURRICULAR. **Física: mecânica**. 1º ano. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson. **Projeto Múltiplo: Física**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2014.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRANO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRANO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os fundamentos da física: mecânica** (Suplemento para o professor). 9ª ed. São Paulo: Moderna, s/d.

SAE, Extensivo: **Física**: livro 1: livro do professor. 1. ed. Curitiba, PR: SAE DIGITAL S/A, 2019.

SANT'ANNA, Blaidi; REIS, H. C.; MARTINI, G.; SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

SER PROTAGONISTA: **física, 1º ano: ensino médio**. 2ª ed. São Paulo: Edições SM, 2014.

SILVA, Claudio Xavier da; BARRETO FILHO, Benigno. **Física aula por aula: mecânica**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. – (Coleção física aula por aula; v. 1)

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio**. Vol. 1: mecânica. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.