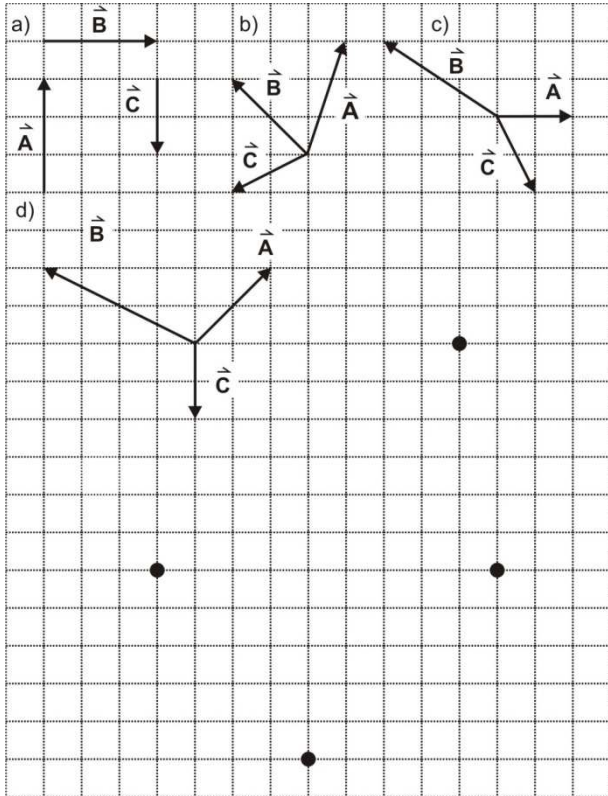


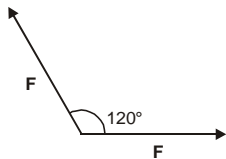
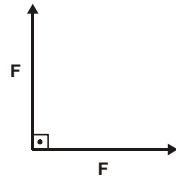
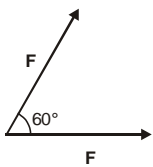
**Vetores**

1. Determine o vetor resultante em cada caso. Confira os resultados analiticamente. Considere o lado de cada quadrícula como **1u**.



2. Duas forças de mesma intensidade (**F**) agem num mesmo corpo. Trace a resultante dessas forças e calcule seu módulo (use os dados da tabela da questão anterior), considerando que o ângulo formado entre elas seja:

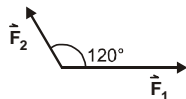
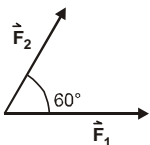
- a)  $\alpha = 0^\circ$ ;      b)  $\alpha = 60^\circ$ ;      c)  $\alpha = 90^\circ$ ;
- d)  $\alpha = 120^\circ$ ;      e)  $\alpha = 180^\circ$ .



3. Duas forças de intensidades **F<sub>1</sub>** e **F<sub>2</sub>** têm resultante de intensidade igual a 21 N, quando aplicadas no mesmo sentido e, 3 N, quando aplicadas em sentidos opostos. Sendo **F<sub>1</sub>** > **F<sub>2</sub>**, determine essas intensidades.

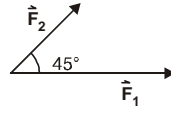
4. Em cada um dos casos abaixo, trace a força resultante e calcule sua intensidade.

- a) **F<sub>1</sub>** = 16 N, **F<sub>2</sub>** = 14 N;      b) **F<sub>1</sub>** = 20 N, **F<sub>2</sub>** = 10 N;
- $\cos 60^\circ = 0,5$ .       $\cos 120^\circ = -0,5$ .



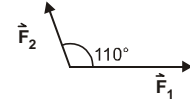
c) **F<sub>1</sub>** = 20 N, **F<sub>2</sub>** = 10 N;

$\cos 45^\circ = 0,71$ .

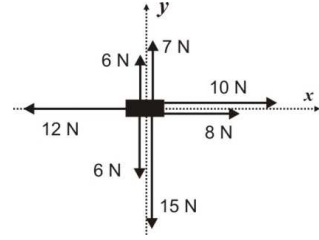


d) **F<sub>1</sub>** = 30 N, **F<sub>2</sub>** = 20 N;

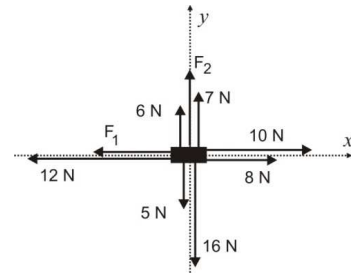
$\cos 110^\circ = -1/3$ .



5. A figura abaixo mostra um sistema de forças coplanares agindo sobre um bloco. Caracterize a resultante dessas forças.



6. O bloco da figura encontra-se em repouso, portanto a força resultante sobre ele é nula. Determine as intensidades **F<sub>1</sub>** e **F<sub>2</sub>** das forças mostradas.



7. Os sistemas de forças dados são co-planares. Descreva a resultante das forças, módulo, direção (com o eixo **x**) e sentido, em cada caso.

a)

$F_1 = 10 \text{ N}$   
 $F_2 = 20 \text{ N}$   
 $F_3 = 11 \text{ N}$   
 $F_4 = 30 \text{ N}$   
 $\sin 45^\circ = 0,7$   
 $\cos 45^\circ = 0,7$   
 $\sin 53^\circ = 0,8$   
 $\cos 53^\circ = 0,6$

b)

$F_1 = 19 \text{ N}; F_2 = 50 \text{ N}$   
 $F_3 = 40 \text{ N}; F_4 = 50 \text{ N}$   
 $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,70$   
 $\sin 53^\circ = 0,80; \cos 53^\circ = 0,60$   
 $\sin 70^\circ = 0,94; \cos 70^\circ = 0,34$

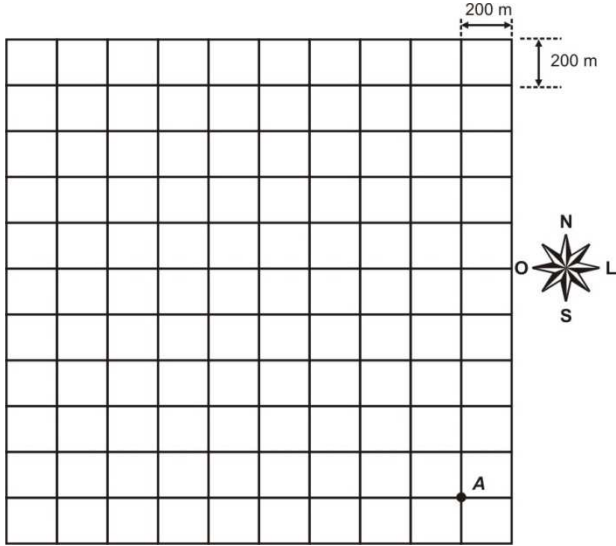
c)

$F_1 = 10\sqrt{2} \text{ N}$   
 $F_2 = 10 \text{ N}$   
 $F_3 = 20 \text{ N}$   
 $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$   
 $\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$   
 $\sin 37^\circ = 0,60$   
 $\cos 37^\circ = 0,80$

8. Num bairro em que os quarteirões têm todos 200 m de lado, foi realizada uma prova de atletismo. Os atletas iniciaram a corrida partindo do ponto **A**, conforme figura abaixo, realizando os seguintes deslocamentos:

- $\vec{d}_1$ : 8 quarteirões para o oeste;  $\vec{d}_2$ : 9 quarteirões para o norte;  $\vec{d}_3$ : 4 quarteirões para o leste e, finalmente,  $\vec{d}_4$ : 6 quarteirões para o sul.

- a) No quadriculado abaixo, indique cada um desses deslocamentos.
- b) Calcule o módulo do deslocamento vetorial total ( $\vec{d}$ ).
- c) Qual a distância percorrida por cada atleta que completou a prova?
- d) Se o primeiro colocado completou a prova em 20 minutos cravados, calcule os módulos das velocidades médias escalar e vetorial, em km/h.

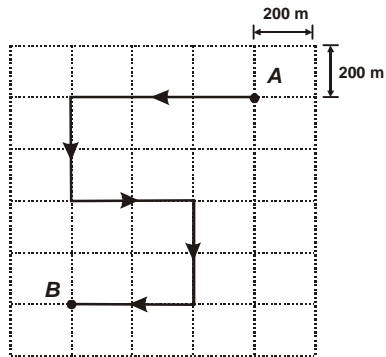


9. Partindo de um ponto O, um avião efetua três deslocamentos sucessivos:

- $\vec{d}_1$  : 100 km para o norte;
- $\vec{d}_2$  : 80 km para o leste e, finalmente,
- $\vec{d}_3$  : 40 km para o sul.

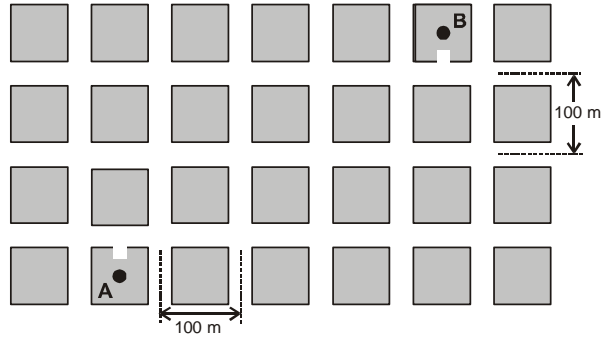
- a) Numa figura, usando a escala 1 cm : 20 km, represente esses deslocamentos;
- b) Na mesma figura, trace o deslocamento resultante ( $\vec{d}$ ) e calcule seu módulo.
- c) Se o tempo total de viagem é 2,50 h, calcule os módulos da velocidade escalar média e da velocidade vetorial média.

10. A figura abaixo mostra a trajetória seguida por Zezinho de sua casa (ponto A) até a escola onde estuda (ponto B), num dia que ele estava com tempo sobrando e aproveitou para pedalar um pouco mais.



Se os quarteirões têm todos 200 m de lado e ele gastou 8 min de A até B, calcule, em km/h, os módulos das velocidades escalar média e vetorial média entre esses pontos.

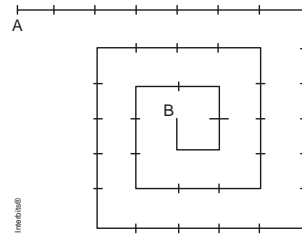
11. Os carros em uma cidade grande desenvolvem uma velocidade média de 18 km/h, em horários de pico, enquanto que a velocidade média do trem metropolitano (metrô) é de 36 km/h. O mapa abaixo representa os quarteirões (quadrados idênticos) de uma cidade e duas estações subterrâneas do metrô (A e B). As aberturas assinaladas indicam as saídas (ou entradas) das estações, cada uma delas no ponto médio entre as travessas laterais. As estações situam-se no centro do quarteirão.



Sabe-se que as ruas possuem duplo sentido de movimento e que a linha do metrô é subterrânea.

- a) Determine a menor distância que um carro pode percorrer para ir da frente da saída da estação A até a frente da entrada da estação B.
- b) Supondo horário de pico, quantos minutos o carro gastaria no trajeto do item anterior?
- c) Na figura dada, trace o deslocamento vetorial do metrô de A a B e calcule seu módulo.

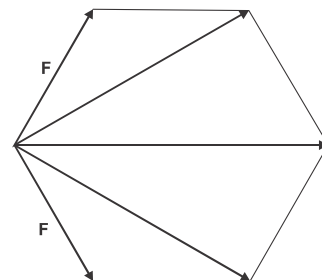
12. Uma partícula se move de A para B segundo a trajetória da figura abaixo.



Sabendo-se que cada divisão da trajetória corresponde a 1 m, o deslocamento resultante da partícula foi de

- A) 43 m.
- B) 10 m.
- C) 7 m.
- D) 5 m.
- E) 4 m.

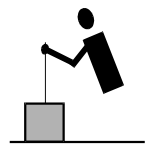
13. A figura mostra cinco vetores da mesma grandeza que têm origem no mesmo vértice de um hexágono regular de lado F e extremidades nos outros vértices.



Dê a intensidade do vetor resultante em função de F.

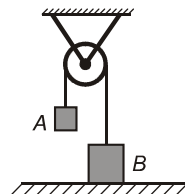
**Princípio da Inércia**

14. (Fuvest) Um homem tenta levantar uma caixa de massa 5 kg aplicando sobre ela uma força vertical de módulo 10 N. Determine a intensidade de força normal que a superfície exerce na caixa.



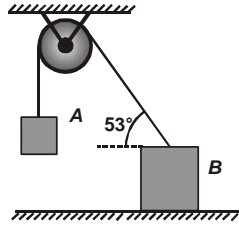
Determine as intensidades do peso da caixa e da força normal que a superfície aplica na caixa.

15. A figura mostra um bloco A de massa 4 kg suspenso por um fio inextensível e de peso desprezível preso a um outro bloco B, de massa 6 kg, sobre uma superfície horizontal lisa.



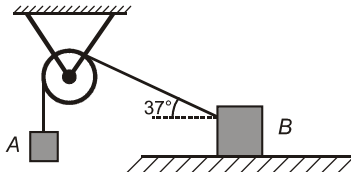
- a) Determine a intensidade da força de tração no fio que liga os corpos.  
b) Calcule a intensidade da normal que a superfície exerce no bloco B.

16. A figura mostra um bloco A de massa 5 kg suspenso por um fio inextensível e de peso desprezível, preso a um outro bloco B, de 10 kg, em repouso sobre uma superfície horizontal.



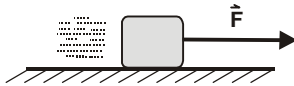
Copie a figura dada na folha de respostas, marque as forças atuantes nos blocos e usando  $\sin 53^\circ = 4/5$ , determine as intensidades:

- a) da força de tração no fio que liga os blocos;  
b) das componentes normal e de atrito da força que a superfície de apoio exerce no bloco B;
17. A figura mostra um bloco A de massa 4 kg suspenso por um fio inextensível e de peso desprezível, preso a um outro bloco B, de massa 10 kg, em repouso sobre uma superfície horizontal.



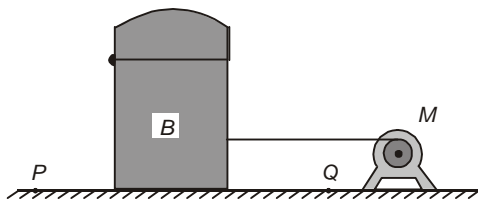
Use  $\sin 37^\circ = 0,6$  e determine as intensidades:

- a) de tração no fio que liga os corpos;  
b) das componentes normal e de atrito da força que a superfície horizontal exerce no bloco B;
18. O corpo da figura tem massa 2 kg e é arrastado com **velocidade constante** de 4 m/s ao longo da superfície horizontal áspera pela ação da força, paralela à superfície e de módulo 10 N.

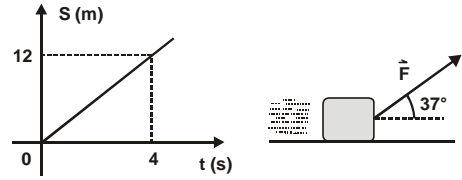


Determine:

- a) os módulos das componentes normal e de atrito da força de contato trocada entre o bloco e a superfície.  
b) a distância que o corpo percorre em 10 s de movimento.
19. O cofre B da figura tem massa 100 kg e está sendo lentamente arrastado com **velocidade constante** de 0,2 m/s pelo motor M, indo do ponto P ao ponto Q. O cabo ligado ao motor e ao cofre está disposto paralelamente à superfície horizontal, sujeito a uma tração de intensidade  $T = 200$  N.



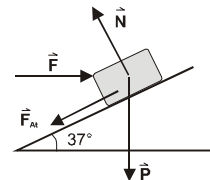
- a) Se o cofre é deslocado durante 10 s, que distância ele percorre?  
b) Calcule as intensidades: do peso do cofre, da resultante das forças que agem nele; das componentes **Normal** e de **Atrito** das forças de contato entre ele e a superfície.
20. O gráfico abaixo representa o deslocamento do bloco de massa 5 kg que é puxado em trajetória retilínea sobre a superfície horizontal pela ação da força  $\vec{F}$ , de intensidade  $F = 30$  N. Dados:  $\sin 37^\circ = 0,6$  e  $\cos 37^\circ = 0,8$ .



- a) Classifique o movimento desse bloco (progressivo ou regressivo; acelerado, retardado ou uniforme). Se é uniforme, calcule a velocidade escalar; se é variado, calcule a aceleração escalar.  
b) Qual o tempo gasto no deslocamento de 0 a 3 m?  
c) Calcule as intensidades da Resultante das forças atuantes e das componentes Normal e de Atrito.  
d) Calcule a intensidade da força de contato que a superfície aplica no bloco.
21. O guindaste da figura está resgatando um veículo de massa 1.500 kg que caiu na ribanceira. Se a retirada é feita vagarosamente, com **velocidade constante** de 2 m/s, qual a intensidade da força de tração no cabo?



22. O bloco de peso  $P = 50$  N está subindo o plano inclinado de  $37^\circ$  com a horizontal, com velocidade constante, sujeito a força  $\vec{F}$  de módulo igual a 100 N e direção horizontal, e à força de contato com o plano inclinado, cujas componentes são também mostradas na figura. Determine a intensidade de cada uma dessas componentes.



#### Massa e Peso.

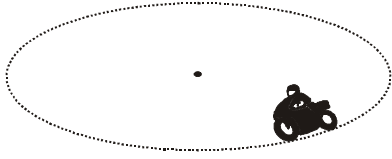
23. O valores dos campos gravitacionais nas superfícies da Terra e da Lua são, aproximada e respectivamente,  $g_T = 10$  N/kg e  $g_L = \frac{g_T}{6}$ . Um astronauta que tem na Terra massa de 72 kg, vai à Lua. Com base no enunciado, determine para ele:
- a) seu peso na Terra;                      b) sua massa na Lua;  
c) seu peso na Lua.
24. O planeta Marte é menor que a Terra e seu campo gravitacional é mais fraco que o dela, tendo intensidade aproximada de 40% do campo gravitacional terrestre ( $10 \text{ m/s}^2$ ), quando comparados nas superfícies. Para um homem de 70 kg, determine:
- a) sua massa na Terra;                      b) sua massa em Marte;  
c) seu peso na Terra;                        d) seu peso em Marte.
25. Considere uma esfera de peso igual a 5 kgf, aqui na Terra ( $g = 9,8$  N/kg). Calcule para essa esfera:
- a) sua massa e seu peso, aqui na Terra, em unidades do SI.  
b) sua massa e seu peso (em kgf e em N) na Lua ( $g = 1,6$  N/kg).  
c) sua massa e seu peso num local onde a gravidade é desprezível ( $g \cong 0$ ).

#### Acerações: Escalar, Tangencial, Centrípeta e Total

26. Um veículo está se deslocando numa pista circular e horizontal de raio 125 m, com velocidade constante de 90 km/h. Calcule as intensidades:
- a) da aceleração escalar;  
b) da componente tangencial da aceleração;  
c) da componente centrípeta da aceleração;

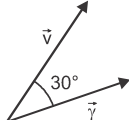
d) da aceleração.

27. Partindo do repouso no instante  $t = 0$ , um motociclista, inicia testes na pista circular de raio 225 m, acelerando uniformemente até  $t = 15$  s. A partir desse instante, ele segue com velocidade escalar constante, dando várias voltas na pista.



- a) Se em  $t = 10$  s o módulo de sua velocidade é 30 m/s, calcule o módulo de sua aceleração tangencial.  
 b) Calcule o módulo da aceleração no instante em  $t = 10$  s.  
 c) Calcule o módulo da aceleração no instante em  $t = 20$  s.

28. Um corpo de massa 3 kg descreve uma trajetória circular de raio  $R$ . No instante mostrado, o módulo de sua aceleração é  $\gamma = 8$  N/kg e o da velocidade é  $v = 6$  m/s e angulo formado entre elas é de  $30^\circ$ . Calcule



- a) os módulos das componentes tangencial e centrípeta da aceleração;  
 b) o raio da trajetória.

#### Princípio Fundamental e MRUV.

29. Nas tabelas abaixo, os valores de velocidade representam movimentos uniformemente variados. Em cada caso, dê as funções horárias da velocidade e do espaço (suponha  $S_0 = 0$ ) e trace o gráfico da velocidade em função do tempo para o intervalo mostrado.

a)

t (s)	0	1	2	3	4
v (m/s)	4	7	10	13	16

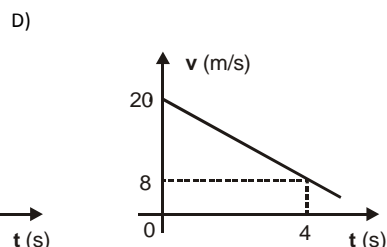
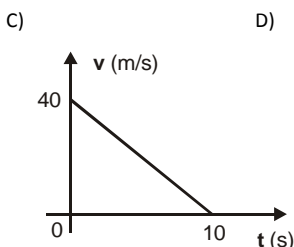
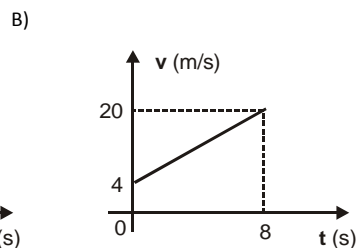
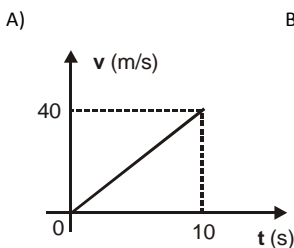
b)

t (s)	0	1	4	8	10
v (m/s)	-6	-4	2	10	14

c)

t (s)	0	2	4	6	8
v (m/s)	16	12	8	4	0

30. Os gráficos abaixo representam a velocidade em função do tempo para um móvel de massa 6 kg que se desloca em trajetória retilínea.



Em cada caso:

- a) classifique o movimento (acelerado/retardado);  
 b) determine a aceleração escalar;

c) dê a função horária da velocidade;

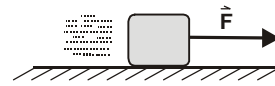
d) calcule a intensidade da força resultante sobre o móvel.

e) calcule o espaço percorrido de  $t = 0$  até o instante mostrado.

31. O bloco de massa 2 kg é arrastado a partir do repouso ( $t = 0$ ) pela ação da força  $\vec{F}$  constante, paralela ao plano horizontal e de intensidade 10 N.

Se esse plano é **perfeitamente liso**, pedem-se:

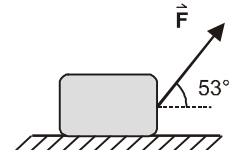
- a) o módulo da aceleração adquirida pelo bloco;  
 b) o gráfico velocidade  $\times$  tempo, até  $t = 10$  s.  
 b) a distância percorrida nos 10 primeiros segundos de movimento;  
 c) a intensidade da força normal que o plano aplica no bloco.



32. Partindo do repouso em  $t = 0$ , o bloco de massa 3 kg desloca-se em linha reta ao longo da superfície horizontal lisa, puxado pela força  $\vec{F}$  cuja intensidade é 20 N.

Use  $\sin 53^\circ = 0,8$  e  $\cos 53^\circ = 0,6$ .

a) Qual o módulo da aceleração adquirida pelo bloco.



b) Em que instante sua velocidade atinge o valor 16 m/s? Quantos metros ele deve percorrer até que atinja essa velocidade?

c) Dê as intensidades das componentes **normal** e de **atrito** das forças de contato do bloco com a superfície.

33. O bloco da figura tem massa 2 kg e parte do repouso no instante  $t = 0$  e desloca 48 m até  $t = 4$  s sobre a superfície horizontal áspera, em trajetória retilínea.

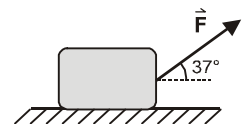
Como mostrado, a força  $\vec{F}$  é inclinada de  $37^\circ$  com a superfície, sendo  $F = 20$  N.

Considere  $\sin 37^\circ = 0,6$  e determine os módulos:

a) da velocidade em  $t = 4$  s;

b) da aceleração do bloco;

c) das componentes **normal** e de **atrito** das forças de contato do bloco com a superfície.



34. Um veículo de massa 200 kg parte de repouso ( $t = 0$ ) e após percorrer 200 m, sua velocidade atinge o valor de 40 m/s, com aceleração escalar constante e em trajetória retilínea.

a) Quanto tempo durou esse processo de aceleração?

b) Qual a intensidade da força resultante sobre o veículo?

35. A velocidade de um móvel de massa 500 kg passa de 10 m/s em para 20 m/s, com aceleração escalar constante de  $2$  m/s<sup>2</sup>, sobre trajetória retilínea.

a) Quanto tempo levou esse processo de aceleração?

b) Qual o espaço percorrido nesse intervalo?

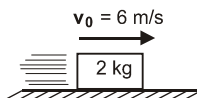
b) Calcule o módulo da força resultante que provocou esse deslocamento.

36. Partindo do repouso em  $t = 0$  e seguindo trajetória retilínea, um móvel de massa 1.200 kg percorre 40 m nos primeiros 4 segundos de movimento.

a) Se a aceleração escalar é constante, calcule o seu valor.

b) Qual a intensidade da força resultante sobre o móvel?

37. Um bloco de massa 2 kg é lançado sobre uma superfície horizontal áspera, com velocidade inicial de 6 m/s e desliza em linha reta 9 m até parar.



Determine:

- a aceleração de retardamento desse bloco.
  - o tempo gasto até parar.
  - a intensidade da força de atrito sobre o bloco.
38. Deslocando-se a 90 km/h, o motorista de um veículo percebe um obstáculo 125 m à sua frente. Imediatamente, ele aplica os freios e pára rente ao obstáculo. Suponha que o movimento seja uniformemente retardado.

- Qual o módulo da aceleração de retardamento imposta ao veículo?
- Calcule o tempo gasto na frenagem.

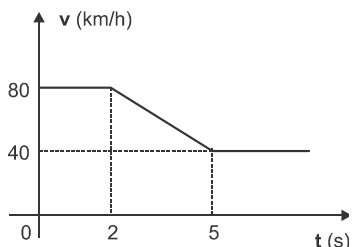
39. Numa prova de moto velocidade (corrida de motos) um dos pilotos sai de uma curva entrando assim na reta principal do autódromo à velocidade de 180 km/h quando avista, 260 m adiante, um acidente e aciona os freios imediatamente, transferindo ao veículo aceleração máxima durante a frenagem de módulo  $5 \text{ m/s}^2$ .

Conseguirá o piloto evitar a colisão com os acidentados? Se conseguir, a que distância do local do acidente ele pára? Se não conseguir, qual deveria ser o módulo mínimo da aceleração para evitar a colisão?

40. Um automóvel desenvolve uma velocidade de 108 km/h, quando o motorista percebe um obstáculo, 150 m à sua frente. A partir daí, para evitar a colisão, o módulo mínimo da aceleração de retardamento média e o tempo máximo de frenagem deverão ser, respectivamente,

- $5 \text{ m/s}^2$  e 12 s.
  - $6 \text{ m/s}^2$  e 15 s.
  - $4 \text{ m/s}^2$  e 20 s.
  - $6 \text{ m/s}^2$  e 5 s.
- D)  $3 \text{ m/s}^2$  e 10 s.

41. Transitando por uma avenida em que a velocidade máxima permitida é de 40 km/h, um motorista irresponsável mantém velocidade de 80 km/h, até passar por uma placa alertando para a existência de uma "lombada" eletrônica. Nesse instante, ele aplica os freios retardando uniformemente o veículo e atinge a velocidade máxima permitida no exato momento em que passa pela "lombada". O gráfico a seguir ilustra a situação.



Calcule a distância da placa até a lombada.

42. A função horária do espaço,  $s = 32 + 12t - 2t^2$ , refere-se ao movimento de um móvel que se desloca sobre trajetória retilínea.

Esse móvel inverte o sentido do movimento na posição ..... m e passa pela origem com velocidade de ..... m/s.

Preenchem corretamente as lacunas:

- 90 e 16.
  - 32 e -12.
  - 50 e -20.
  - 50 e -20.
  - 32 e -12.
43. Uma pessoa de 20 anos, dirigindo um automóvel a 72 km/h por uma estrada retilínea, avistou um obstáculo situado 110 m à sua frente. Acionou os freios, produzindo um retardamento médio igual a  $2 \text{ m/s}^2$ , parando bem junto ao obstáculo. O tempo de reação de um motorista é definido como sendo o intervalo de tempo entre a percepção de um sinal para frear e a efetiva aplicação dos freios. Suponha que, após os vinte anos, esse tempo aumente de 0,05 s a cada 5 anos.

- Qual o tempo de reação da pessoa aos vinte anos?
- Se o motorista tivesse 60 anos, a que distância do obstáculo ele deveria estar quando o avistasse para que, com o mesmo retardamento médio, também parasse junto a ele?

44. Partindo do repouso em  $t = 0$  e seguindo trajetória retilínea, um automóvel percorre 150 m nos primeiros 10 segundos de movimento.

Supondo que o movimento seja uniformemente acelerado, calcule para esse intervalo de tempo:

- o módulo da aceleração escalar;
- a velocidade ao final.

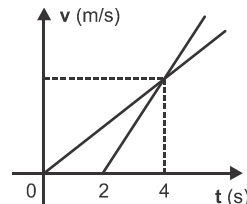
45. No instante em que um móvel A passa por um ponto O, com velocidade constante de 16 m/s, aciona-se um cronômetro ( $t = 0$ ). Passados 5 s, parte do repouso, do mesmo ponto, um móvel B com aceleração escalar constante de  $2 \text{ m/s}^2$ , em perseguição ao primeiro.

- Em que instante o móvel B alcança o móvel A?
- A que distância do ponto O acontece o alcance?
- Durante a perseguição, qual foi a máxima distância entre eles?

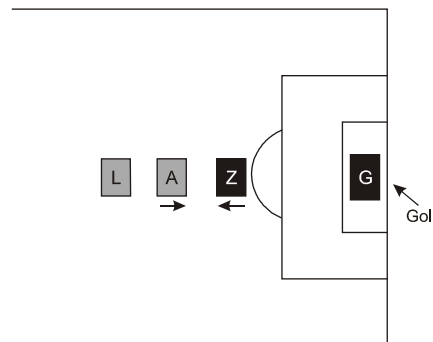
46. No instante em que um cronômetro é acionado, parte do repouso, do ponto P, um primeiro móvel, seguindo com aceleração escalar constante  $a = 1 \text{ m/s}^2$ . Passados 4 s, passa pelo mesmo ponto, com velocidade constante  $v$ , deslocando-se no mesmo sentido do primeiro, um segundo móvel.

- Se  $v = 9 \text{ m/s}$ , em que instante(s) e a que distância de P ocorre(m) o(s) alcance(s)?
- Qual o menor valor de  $v$  para o qual ocorre alcance?
- Se  $v = 6 \text{ m/s}$ , qual a menor distância entre eles durante a perseguição?

47. O gráfico a seguir, mostra a velocidade em função do tempo para dois móveis que se deslocam sobre a mesma trajetória e que partem do mesmo ponto. Em que instante eles estarão emparelhados?



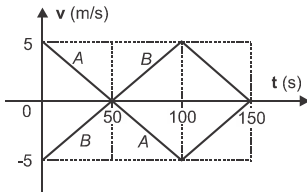
48. (Unicamp) A Copa do Mundo é o segundo maior evento desportivo do mundo, ficando atrás apenas dos Jogos Olímpicos. Uma das regras do futebol que gera polêmica com certa frequência é a do impedimento. Para que o atacante A não esteja em impedimento, deve haver ao menos dois jogadores adversários a sua frente, G e Z, no exato instante em que o jogador L lança a bola para A (ver figura). Considere que somente os jogadores G e Z estejam à frente de A e que somente A e Z se desloquem nas situações descritas a seguir.



- Suponha que a distância entre A e Z seja de 12 m. Se A parte do repouso em direção ao gol com aceleração de  $3,0 \text{ m/s}^2$  e Z também parte do repouso com a mesma aceleração no sentido oposto, quanto tempo o jogador L tem para lançar a bola depois da partida de A antes que A encontre Z?
- O árbitro demora 0,1 s entre o momento em que vê o lançamento de L e o momento em que determina as posições dos jogadores A e Z. Considere agora que A e Z movem-se a velocidades constantes de 6,0 m/s, como indica

a figura. Qual é a distância mínima entre A e Z no momento do lançamento para que o árbitro decida de forma inequívoca que A não está impedido?

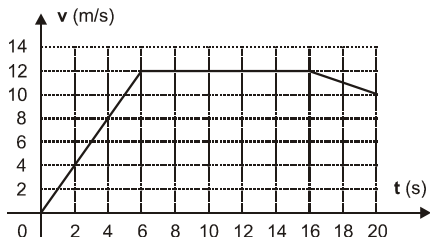
49. Dois trens, A e B, fazem manobra em uma estação ferroviária deslocando-se paralelamente sobre trilhos retílineos. No instante  $t = 0$ , eles estão lado a lado. O gráfico representa as velocidades dos dois trens a partir do instante  $t = 0$ s até  $t = 150$  s, quando termina a manobra.



A distância entre os trens no final da manobra é:

- A) 0 m.                      B) 50 m.                      C) 100 m.  
D) 250 m.                    D) 500 m.
50. (Unicamp) Um automóvel trafega com velocidade constante de 12 m/s por uma avenida e se aproxima de um cruzamento onde há um semáforo com fiscalização eletrônica. Quando o automóvel se encontra a uma distância de 30 m do cruzamento, o sinal muda de verde para amarelo. O motorista deve decidir entre para o carro antes de chegar ao cruzamento ou acelerar o carro e passar pelo cruzamento antes de o sinal mudar para vermelho. Este sinal permanece amarelo por 2,2 s. Se o tempo de reação do motorista é de 0,5 s, calcule:
- a) a mínima aceleração (em módulo) constante que o carro deve ter para parar antes de atingir o cruzamento e não ser multado.  
b) a menor aceleração constante que o carro deve ter para passar pelo cruzamento sem ser multado. ( $1,7^2 \cong 3$ ).
51. (Fuvest) A velocidade máxima permitida em uma autoestrada é de 110 km/h ( $\cong 30$  m/s) e um carro nessa velocidade leva 6 s para parar completamente. Diante de um posto rodoviário, os veículos devem trafegar no máximo a 36 km/h (10 m/s). Assim, para que os carros em velocidade máxima consigam obedecer ao limite permitido, ao passar em frente do posto, a placa referente à redução de velocidade deverá ser colocada antes do posto, a uma distância, pelo menos, de
- A) 40 m.                      B) 60 m.                      C) 80 m.  
D) 90 m.                      E) 100 m.
52. (Unesp) Uma norma de segurança sugerida pela concessionária de uma autoestrada recomenda que os motoristas que nela trafegam mantenham seus veículos separados por uma "distância" de 2 segundos.
- a) Qual é essa distância, expressa adequadamente em metros, para veículos que percorrem essa estrada com a velocidade constante de 90 km/h?  
b) Suponha que, nessas condições, um motorista freie bruscamente seu veículo até parar, com aceleração constante de  $5 \text{ m/s}^2$ , e o motorista de trás só reaja freando seu veículo, depois de 0,5 s. Qual deve ser o módulo mínimo da aceleração do veículo de trás para não colidir com o da frente?

53. (Fuvest - modificada) Nas provas de atletismo de curta distância, observa-se um aumento muito rápido da velocidade nos primeiros segundos da prova e depois um intervalo de tempo, relativamente longo, em que a velocidade do atleta permanece praticamente constante, para em seguida diminuir lentamente. Para simplificar, suponha que a velocidade do velocista, em função do tempo, seja dada pelo gráfico ao lado, numa prova que ele cumpriu em 20 segundos.

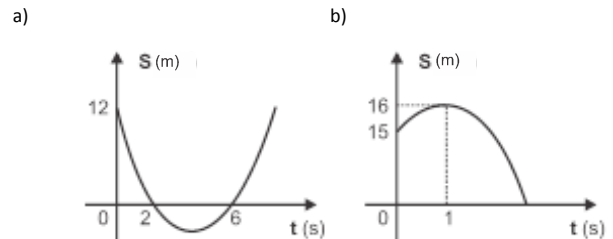


- a) De quantos metros foi essa prova?  
b) Calcule a velocidade média do velocista.
54. Um veículo, partindo do repouso, acelera durante 3 s a  $4 \text{ m/s}^2$ , seguindo, a partir daí em movimento uniforme durante 12 s, freando a seguir com desacele-

ração constante de  $2,4 \text{ m/s}^2$  até parar. Qual a velocidade escalar média do movimento?

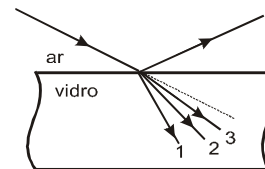
55. (Mack) Um automóvel parte do repouso com M.R.U.V. e, após percorrer a distância  $d$ , sua velocidade é  $v$ . A distância que esse automóvel deverá ainda percorrer para que sua velocidade seja  $2v$  será
- A)  $d/2$ .                      B)  $d$ .                              C)  $2d$ .  
D)  $3d$ .                      E)  $4d$ .
56. Um veículo parte de repouso nota-se que depois de um certo tempo ele percorre 22 m em 1 segundo e 26 m no segundo seguinte. Calcule a aceleração escalar do veículo, suposta constante.

57. Os arcos de parábola abaixo referem-se a movimentos Uniformemente variados. Encontre as respectivas funções horárias do espaço e da velocidade.



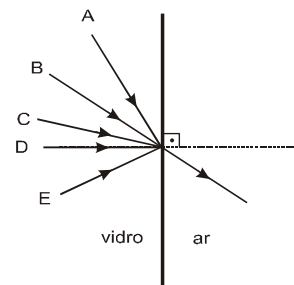
### Refração, Ângulo Limite e Reflexão Total

58. Depois do Sol, a estrela mais próxima da Terra é *Alfa-Centaurio*, que se encontra a uma distância aproximada de 4,3 anos-luz da Terra. Sabendo que, aproximadamente,  $1 \text{ ano} = 3,2 \times 10^7$  segundos e considerando a velocidade da luz igual a  $3,0 \times 10^8$  m/s, a distância, em metros, dessa estrela à Terra é cerca de
- A)  $4 \times 10^{12}$ .                      B)  $4 \times 10^{16}$ .                      C)  $8,3 \times 10^{15}$ .  
D)  $4 \times 10^{14}$ .                      E)  $4 \times 10^{13}$ .
59. No vácuo, todas as radiações propagam-se com velocidade de  $3,00 \times 10^5$  km/s.
- a) Se, para uma dada radiação, o índice de refração da água é igual a  $4/3$ , calcule a velocidade dessa radiação na água.  
b) Num tipo vidro, a velocidade dessa radiação é  $1,8 \times 10^5$  km/s. Qual o índice de refração da água em relação a esse vidro?
60. Três finos pincéis de luz coincidentes, de cores verde, vermelho e violeta, incidem num bloco de vidro e se separam, como nos mostra a figura a seguir.



Faça a correspondência entre essas cores e os pincéis 1, 2 e 3.

61. (Unesp) Um pincel de luz emerge de um bloco de vidro comum para o ar na direção e sentido indicados na figura a seguir.



Assinale a alternativa que melhor representa o percurso da luz no interior do vidro.

- A) A.                      B) B.                      C) C.  
D) D.                      E) E.

62. Uma bandeira brasileira é iluminada com luz monocromática azul fica com as cores

- A) verde, amarela e azul.                      B) azul e branca.  
C) preta, azul e branca.                      D) verde e preta.  
E) azul e preta.

63. Os versos a seguir lembram uma época em que a cidade de São Paulo tinha iluminação a gás:

"Lampião de gás! Lampião de gás!

Quanta saudade você me traz.

Da sua luzinha verde azulada que iluminava a minha janela,

Do almofadinha, lá na calçada, palheta branca, calça apertada."

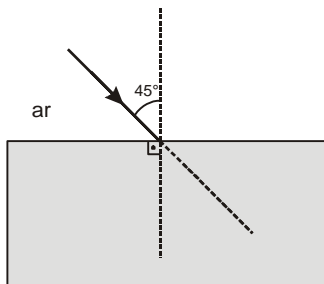
(Zica Bergami)

Quando uma "luzinha cor verde azulada" incide sobre um cartão vermelho, a cor da luz absorvida é

- A) verde e a refletida é azul.  
B) azul e a refletida é verde.  
C) verde e a refletida é vermelha.  
D) verde azulada e nenhuma é refletida.  
E) azul e a refletida é vermelha.

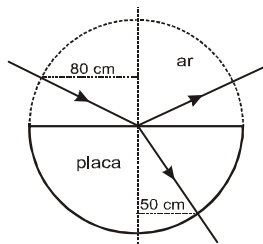
64. Um raio luminoso monocromático passando do meio A para o meio B forma com a normal à superfície de separação desses meios ângulos iguais a  $30^\circ$  e  $60^\circ$ , respectivamente. Calcule o índice de refração do meio A em relação ao meio B.

65. Um raio de luz monocromática propaga-se no ar e atinge a superfície de um sólido transparente de índice de refração igual a  $\sqrt{2}$ , com ângulo de incidência igual a  $45^\circ$ .



- a) o ângulo de refração ao penetrar no sólido;  
b) o desvio angular sofrido pelo raio refratado.

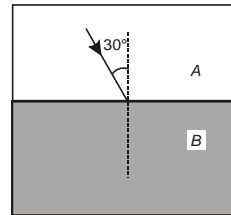
66. A figura seguinte indica a trajetória da luz que passa do ar para uma amostra semicircular de uma placa sólida transparente, de raio R.



Calcule o índice de refração do material que constitui a placa.

67. Dois blocos A e B são colocados um sobre o outro como indicado na figura.

Ele são de materiais transparentes de índices de refração  $n_A = 2$  e  $n_B = \sqrt{2}$ , respectivamente, para a luz monocromática azul.



Para essa radiação:

- a) determine o ângulo limite para esses dois meios;  
b) após efetuar os devidos cálculos, continue o traçado da trajetória do raio luminoso indicado na figura;  
c) represente também a trajetória de um raio que incidisse na superfície de separação dos blocos formando com a normal ângulo de  $60^\circ$ .

68. Um raio de luz monocromática, proveniente de um líquido de índice de refração  $\frac{\sqrt{6}}{2}$ , atinge a fronteira com o ar.

Faça duas figuras mostrando a trajetória desse raio antes e após atingir a fronteira, considerando que ele o faça com ângulo de incidência igual a

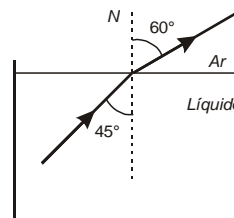
- a)  $45^\circ$ .                      b)  $60^\circ$ .

69. (MACK) Através de um meio A de índice de refração igual a 2, propaga-se um raio de luz monocromática que atinge a superfície plana de separação com outro meio B, de índice de refração igual a  $\sqrt{2}$ .

Se o ângulo de incidência vale

- a)  $30^\circ$ , esse raio sofre reflexão total.  
b)  $45^\circ$ , esse raio refrata formando  $30^\circ$  com a normal à superfície.  
c)  $90^\circ$ , esse raio refrata com ângulo de refração igual ao ângulo limite.  
d)  $65^\circ$ , esse raio sofre reflexão total.  
e)  $45^\circ$ , esse raio refrata formando  $60^\circ$  com a normal à superfície.

70. Na figura dada, um raio de luz monocromática proveniente de um líquido atinge a fronteira com o ar através de um ângulo de incidência igual a  $45^\circ$ , refratando com  $60^\circ$ .

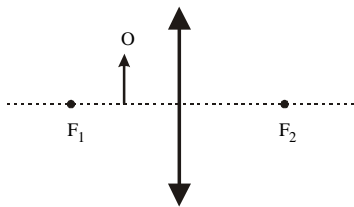


- a) Sendo o índice de refração absoluto do ar igual a 1, qual o índice de refração absoluto do líquido?  
b) Mostre a trajetória de um raio que incide na superfície com ângulo de  $60^\circ$ .

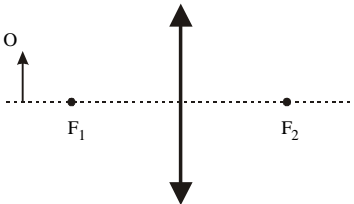
#### Lentes – Estudo Analítico

71. A figura abaixo mostra uma lente convergente de focos  $F_1$  e  $F_2$  e um objeto luminoso (O) colocado frontalmente a ela.

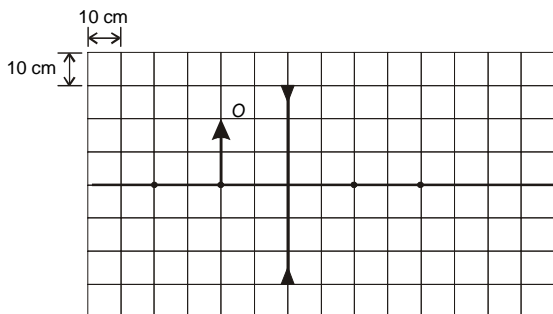
- a) Encontre a imagem desse objeto e dê as suas características (natureza, localização, tamanho e orientação).  
b) Cite uma aplicação prática relativa a essa situação.



72. A figura abaixo mostra uma lente convergente de focos  $F_1$  e  $F_2$  e um objeto luminoso (O) colocado frontalmente a ela.



- a) Encontre a imagem desse objeto e dê as suas características (natureza, localização, tamanho e orientação).  
b) Cite uma aplicação prática relativa a essa situação.
73. Na figura a seguir está representada uma lente esférica delgada e seus quatro pontos principais. Nela também comparece um objeto luminoso linear (O) de comprimento 20 cm disposto perpendicularmente ao eixo óptico da lente. Como indicado, o lado de cada quadrícula representa 10 cm.



- a) Encontre através de cálculos as características da imagem formada [natureza, localização (cm), tamanho (cm) e orientação]  
b) Encontre graficamente a imagem.
74. Um objeto real de comprimento 12 cm é colocado perpendicularmente ao eixo principal de uma lente esférica, a 24 cm de seu centro óptico. A imagem conjugada desse objeto é direita e três vezes menor. Identifique o comportamento óptico da lente usada e determine sua distância focal.
75. Um objeto luminoso linear de comprimento 10 cm encontra-se disposto perpendicularmente ao eixo principal de uma lente esférica convergente de distância focal 30 cm, distante 90 cm de seu centro óptico.
- a) A que distância do centro óptico se forma a imagem desse objeto? Classifique essa imagem (real/virtual/imprópria).  
b) Qual o comprimento da imagem? Direita ou invertida?  
c) Determine o aumento linear transversal.
76. Um projetor de slides deve conjugar sobre uma tela situada a 3,8 m do aparelho uma imagem 19 vezes maior. Determine:
- a) a distância do slide à lente;  
b) a vergência da lente do projetor.
77. Uma lente esférica delgada tem distância focal igual a 20 cm e está sendo usada para projetar a imagem de um objeto luminoso sobre uma tela. Se a imagem é ampliada 5 vezes determine:
- a) o comportamento óptico da lente usada;  
b) o aumento linear transversal;  
c) a distância do objeto à lente;

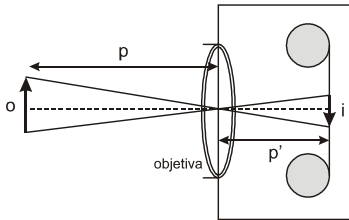
d) a distância da lente à tela.

78. A distância entre um objeto e uma tela é de 80 cm. O objeto é iluminado e, por meio de uma lente delgada posicionada adequadamente entre o objeto e a tela, uma imagem do objeto, nítida e ampliada 3 vezes, é obtida sobre a tela.
- a) Qual o comportamento óptico da lente usada?  
b) Qual a distância do objeto à lente?
79. A distância entre um objeto e uma tela é de 144 cm. O objeto é iluminado e, por meio de uma lente delgada posicionada adequadamente entre o objeto e a tela, uma imagem do objeto, nítida e ampliada 5 vezes, é obtida sobre a tela. Identifique o tipo de lente e determine a sua vergência.
80. Em uma aula sobre Óptica, um jovem professor, usando uma das lentes de seus óculos (de 1,5 "grau"), projeta sobre uma folha de papel branca colada na lousa a imagem da janela que fica no fundo da sala, na parede oposta à do quadro. Para isso, ele coloca a lente a 75 cm da folha. Com base nesses dados, qual a distância entre a janela e a lousa? Que tipo de ametropia esse professor apresenta?
81. Um objeto real é disposto perpendicularmente ao eixo principal de uma lente convergente, de distância focal 30 cm. A imagem obtida é direita e duas vezes maior que o objeto. Qual a distância entre o objeto e a imagem?
82. Uma lente é utilizada para projetar em uma parede a imagem de um slide, ampliada 4 vezes em relação ao tamanho original do slide. A distância entre a lente e a parede é de 2 m. Determine o tipo de lente utilizada e sua vergência.
83. Uma câmera fotográfica artesanal possui uma única lente delgada convergente de distância focal 20 cm. Você vai usá-la para fotografar uma estudante que está em pé a 1 m da câmera.
- Qual deve ser a distância, em centímetros, da lente ao filme, para que a imagem completa da estudante seja focalizada sobre o filme?
84. A imagem direita de um objeto real é 4 vezes menor que o objeto, que se encontra a 30 cm de uma lente esférica delgada.
- a) Identifique o comportamento óptico da lente e calcule sua vergência;  
b) Faça um esquema ilustrando a situação descrita.
85. Um projetor de slides deve projetar sobre uma tela situada a 7 m da lente do aparelho uma imagem 20 vezes maior. Determine:
- a) a distância do slide à lente;  
b) a vergência da lente do projetor.
86. Um detetive está analisando uma minúscula peça que pode ser a chave para desvendar o intrincado mistério. Ele está usando sua lupa de distância focal igual a 15 cm e obtendo uma imagem ampliada 5 vezes. Determine:
- a) o comportamento óptico dessa lente e a sua vergência, em di;  
b) a distância da peça à lupa?
87. A imagem nítida de um slide está projetada sobre uma tela situada a 2,2 m da lente do projetor e ampliada 10 vezes.
- Determine:
- a) o comportamento óptico (convergente/divergente) da lente desse aparelho;  
b) o aumento linear transversal;  
c) a distância do slide à lente;  
d) a vergência dessa lente, em dioptrias.

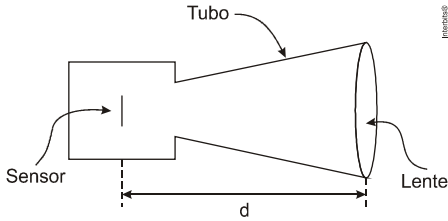


88. (Unicamp) O sistema de imagens *street view* disponível na internet permite a visualização de vários lugares do mundo através de fotografias de alta definição, tomadas em 360 graus, no nível da rua.

Em uma câmera fotográfica tradicional, como a representada na figura abaixo, a imagem é gravada em um filme fotográfico para posterior revelação. A posição da lente é ajustada de modo a produzir a imagem no filme colocado na parte posterior da câmera. Considere uma câmera para a qual um objeto muito distante fornece uma imagem pontual no filme em uma posição  $p' = 5$  cm. O objeto é então colocado mais perto da câmera, em uma posição  $p = 100$  cm, e a distância entre a lente e o filme é ajustada até que uma imagem nítida real invertida se forme no filme, conforme mostra a figura. Obtenha a variação da posição da imagem  $p'$  decorrente da troca de posição do objeto.



89. (Fuvest) Um estudante construiu um microscópio óptico digital usando uma *webcam*, da qual ele removeu a lente original. Ele preparou um tubo adaptador e fixou uma lente convergente, de distância focal  $f = 50$  mm, a uma distância  $d = 175$  mm do sensor de imagem da *webcam*, como visto na figura abaixo.



No manual da *webcam*, ele descobriu que seu sensor de imagem tem dimensão total útil de  $6 \times 6$  mm<sup>2</sup> com  $500 \times 500$  pixels. Com estas informações, determine

- a) as dimensões do espaço ocupado por cada *pixel*;
- b) a distância  $L$  entre a lente e um objeto, para que este fique focalizado no sensor;
- c) o diâmetro máximo  $D$  que uma pequena esfera pode ter, para que esteja integralmente dentro do campo visual do microscópio, quando focalizada.

Note e adote:  
*Pixel* é a menor componente de uma imagem digital.  
 Para todos os cálculos, desconsidere a espessura da lente.

90. Teixeira e Piu, jovens professores, apresentam ametropias visuais. Estando ambos sem óculos, Teixeira só consegue ler a apostila se a afastar, no mínimo, a 40 cm de seus olhos, enquanto que, Piu somente a lê, se a trazer a 20 cm de seus olhos.

PLúcio nunca apresentou problemas de visão, enxergando com nitidez objetos desde a 25 cm de seus olhos até o infinito. Pelo menos, até os quarenta anos! Mas o tempo é inexorável! Hoje, já com cinquenta e uns, “o braço ficou curto” e, para ler a apostila, tem que fazer como Teixeira, afastá-la, só que, a 80 cm de seus olhos. Por isso também usa óculos.

Considerando, nessa ordem, Teixeira, Piu e PLúcio, pedem-se:

- a) o tipo de ametropia apresentada por cada um deles e o comportamento óptico das respectivas lentes corretivas;
- b) as vergências dessas lentes.

91. Dois jovens amigos, Paulo e José, foram revalidar as carteiras de habilitação. No exame de vista, o oftalmologista constatou que Paulo só enxerga com nitidez objetos colocados a mais de 50 cm de seus olhos; para José, a distância máxima de visão nítida é 2 m.

Identifique o tipo de deficiência visual está apresentando cada uma deles e calcule as vergências das lentes que o oftalmologista deverá receitar a cada um deles, indicando o comportamento óptico das lentes corretivas. Considere a distância mínima de visão nítida como 25 cm.

92. “Seu” João percebeu que seu filho caçula, o Toninho, estava apresentando dificuldades de leitura, tendo que estudar com o rosto muito próximo ao caderno. Como “Seu” João sentiu que também já estava com problemas de leitura devido à sua idade, convidou seu filho para juntos consultarem um oftalmologista. Na consulta, o médico constatou que “Seu João” só estava enxergando com nitidez objetos a mais de 40 cm de seus olhos, e seu filho, objetos a menos de 40 cm.

- a) Qual a deficiência visual apresentada por cada um deles e quais os respectivos tipos de lentes corretivas prescritas?
- b) Considerando que uma pessoa de visão normal pode enxergar com nitidez objetos colocados desde a 25 cm de seus olhos até o infinito, quais as vergências das respectivas lentes para “Seu” João e Toninho?

**Respostas**

01]

	Módulo	Direção (c/ a horizontal)	Sentido
a)	$\sqrt{10}$ u	$\text{tg } \theta = 1/3$	1º Quadrante
b)	5 u	$\text{tg } \theta = 4/3$	2º Quadrante
c)	0 u	–	–
d)	$2\sqrt{2}$ u	$45^\circ$	2º Quadrante

02] a) 7u; b)  $\cong 6,1$  u; c) 5 u; d)  $\cong 3,6$  u; e) 1 u.

03] 12 N e 9 N.

04] a) 26 N; b)  $10\sqrt{3}$  N; c) 28 N; d) 30 N.

05] R = 10 N;  $\text{tg } \theta = 4/3$  (com a horizontal); 4º Quadrante.

06]  $F_1 = 6$  N;  $F_2 = 8$  N.

07] a) R = 25 N;  $\text{tg } \theta = 0,75$ ; 4º Q; b) R = 13 N;  $\text{tg } \theta = 2,4$ ; 1º Q;  
 c) R = 10 N;  $\text{tg } \theta = 4/3$ ; 3º Q.

08] a) Fig.1; b)  $d = 100$  km; c)  $v_m = 88$  km/h; = 40 km/h.

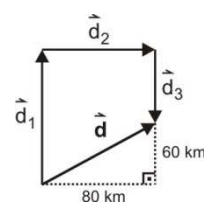


Fig. 1

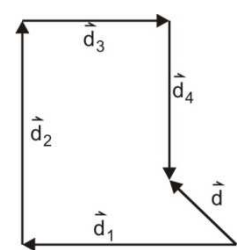


Fig. 2

09] a) Fig.2; b)  $|\vec{d}| = 1.000$  m; c) 5.400 m; d)  $v_m = 16,2$  km/h;  $|\vec{v}_m| = 3$  km/h.

10]  $v_m = 16,5$  km/h;  $|\vec{v}_m| = 7,5$  km/h. 11] a) 600 m; b) 2 min; c) 500 m.

12] D. 13] 6 F.

14] P = 50 N e N = 40 N.

15] a) 40 N, b) 20 N.

16] a) 50 N; b) N = 60 N e A = 30 N.

17] a) 40 N; b) N = 60 N e A = 32 N.

18] a) N = 20 N e A = 10 N; b) 40 m.

19] a) 2 m; b) P = 1000 N, R = 0; N = 1000 N e A = 200 N.

20] a) uniforme; v = 3 m/s; b) 1 s; c) R = 0, N = 32 N e A = 24 N; d) 40 N.

21] 15.000 N.

22]  $F_{at} = 50$  N e N = 90 N.

23] a) 720 N; b) 72 kg; c) 120 N. 24] a) 70 kg; b) 70 kg; c) 700 N; d) 280 N.

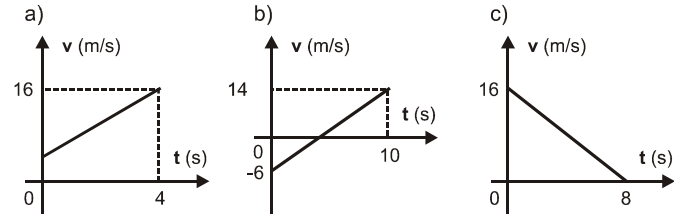
25] a) 5 kg e 49 N; b) 5 kg e 8 N; c) 5 kg e 0 N.

26] a) 0; b) 0; c) 5 N/kg; d) 5 N/kg; 27] a) 3 N/kg; b) 5 N/kg; c) 9 N/kg.

28] a)  $4\sqrt{3}$  N/kg e 4 N/kg; b) 9 m.

29] a)  $v = 4 + 3t$ ;  $S = 4t + 1,5 t^2$ . b)  $v = -6 + 2t$ ;  $S = -6t + t^2$ ;

c)  $v = 16 - 4t$ ;  $S = 16t - 2 t^2$ .



30] A) a) acelerado; b)  $4 \text{ m/s}^2$ ; c)  $v = 4t$ ; d) 24 N; e) 200 m.

B) a) acelerado; b)  $2 \text{ m/s}^2$ ; c)  $v = 4 + 2t$ ; d) 12 N; e) 96 m.

C) a) retardado; b)  $-4 \text{ m/s}^2$ ; c)  $v = 40 - 4t$ ; d) 24 N; e) 200 m.

A) a) retardado; b)  $-3 \text{ m/s}^2$ ; c)  $v = 20 - 3t$ ; d) 18 N; e) 56 m.

31] a)  $5 \text{ m/s}^2$ ; b) c) 250 m; d) 20 N.

32] a)  $4 \text{ m/s}^2$ ; b) 4 s e 32 m; c)  $\mathbf{N} = 14 \text{ N}$  e  $\mathbf{A} = 0$ .

33] a) 24 m/s; b)  $6 \text{ m/s}^2$ ; b) 4 N e 4 N; c)  $\mathbf{N} = 8 \text{ N}$  e  $\mathbf{A} = 4 \text{ N}$ .

34] a) 20 s; b) 800 N. 35] a) 5 s; b) 75 m; c) 1.000 N.

36] a)  $5 \text{ m/s}^2$ ; b) 6.000 N. 37] a)  $2 \text{ m/s}^2$ ; b) 3 s; c) 4 N.

38] a)  $2,5 \text{ m/s}^2$ ; b) 10 s. 39] Conseguirá; 10 m.

40] E. 06] 50 m.

07] C. 41] a) 0,5 s; b) 118 m.

42] a)  $3 \text{ m/s}^2$ ; b) 30 m/s. 43] a) 25 s; b) 400 m; c) 144 m.

44] a) 6 s e 12 s; b) 18 m e 72 m. 45]  $\cong 6,8 \text{ s}$ .

46] a) 2 s; b) 1,2 m. 47] D.

48] a)  $3 \text{ m/s}^2$ ; b)  $2,4 \text{ m/s}^2$ . 49] C.

50] a) 25 m/s; b) 100 m. 51] a) 200 m; b) 10 m/s.

52] 10,5 m/s. 53] D.

54] a) 3 s; b) 30 m/s. 55] a) 80 m; b) 40 m/s.

56]  $4 \text{ m/s}^2$ . 57] a)  $S = 12 - 8t + t^2$ ; b)  $S = 15 + 2t - 2t^2$ .

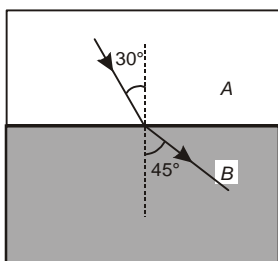
58] B. 59] a)  $2,25 \times 10^5 \text{ km/s}$ ; b) 0,8.

60] 1- Viol;2- verd;3- verm. 61] C. 62] E.

63] D. 64]  $\sqrt{3}$ . 65] a)  $30^\circ$ ; b)  $15^\circ$ .

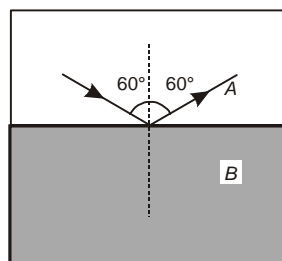
66] 1,6. 67] a)  $45^\circ$ ;

b)

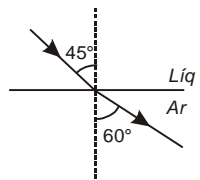


68] a)

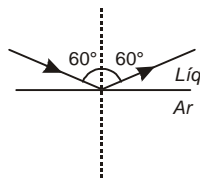
c)  $i > 45^\circ \Rightarrow$  Reflexão total



b)  $\text{sen } i > \text{sen } L \Rightarrow$  Reflexão total



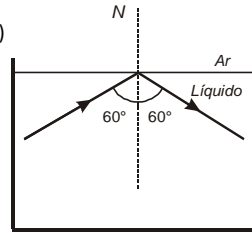
69] D.



$$\sqrt{6}$$

70] a) 2

b)



71] a) virtual, antes de  $F_1$ , maior e direita; b) lupa; correção de hipermetropia.

72] a) real, depois de  $F_2$ , maior e invertida; b) projetores.

73] a) Virtual, 10 cm antes da lente; 5 cm e direita.

74] Divergente;  $-12 \text{ cm}$ .

75] a) 45 cm, real; b) 5 cm, invertida; c)  $-0,5$ .

76] a) 20 cm; b) 5,2 di.

77] a) convergente; b)  $-5$ ; c) 24 cm; d) 120 cm.

78] a) convergente; b) 20 cm.

79] a) convergente; b) 5 di.

80] 6,75 m, hipermetropia

81] 15 cm.

82] convergente; 2,5 di.

83] 25 cm.

84] Divergente;  $-10 \text{ di}$ .

85] a) 35 cm; b) 3 di.

86] a) convergente; 6,7 di; b) 12 cm.

87] a) convergente; b)  $-10$ ; c) 22 cm; d) 5 di.

88]  $5/19 \text{ cm}$ .

89] a)  $1,44 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$ ; b) 70 mm; c) 2,4 mm.

90] a) hipermetropia, miopia e presbiopia; convergente, divergente e convergente; b)  $+1,5 \text{ di}$ ,  $-5 \text{ di}$ ;  $+2,75 \text{ di}$ .

91] Paulo: hipermetropia; convergente; 2 di; José: miopia; divergente;  $-0,5 \text{ di}$ .

92] a) João: presbiopia; diovergente; Toninho: miopia; divergente;

b) João: 1,5 di; Toninho:  $-2,5 \text{ di}$ .