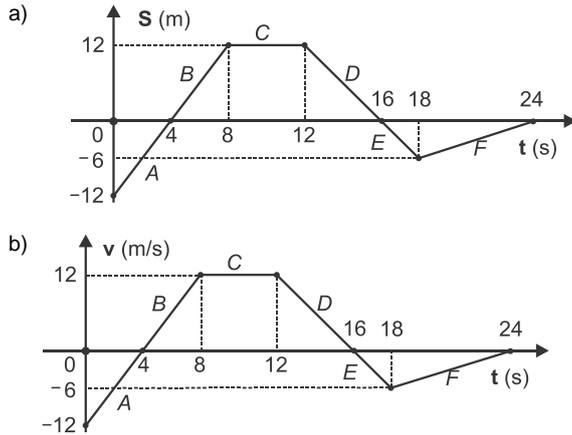


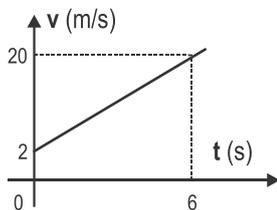
**Aceleração Escalar Média**

1. A propaganda de um veículo em lançamento garante que o modelo acelera de 0 a 100 km/h em 5 s. Calcule a aceleração escalar média
  - a) em (km/h)/s;
  - b) em unidades do SI.
2. Um jato F-100 tem velocidade de decolagem igual a 360 km/h depois de um tempo de aceleração de 36 s. Calcule a sua aceleração escalar média.
3. Os gráficos abaixo referem-se a movimentos sobre trajetórias retilíneas. Classifique o movimento em cada um dos trechos, A, B, C, D, E e F e calcule a velocidade escalar média em todo o intervalo de tempo mostrado.

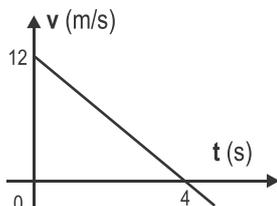


**Movimento Uniformemente Variado**

4. No instante  $t = 0$ , um móvel tem velocidade escalar de 3 m/s, quando começa a acelerar a  $2 \text{ m/s}^2$ , constante, até  $t = 10 \text{ s}$ .
  - a) Dê a função horária da velocidade para esse intervalo de tempo.
  - b) Classifique o movimento.
  - c) Esboce o gráfico da velocidade em função do tempo até  $t = 10 \text{ s}$ .
  - d) Usando a propriedade da área, calcule o espaço percorrido.
  - e) Calcule a velocidade escalar no instante  $t = 6 \text{ s}$ .
5. O gráfico abaixo representa a velocidade em função do tempo.
  - a) Encontre a função horária da velocidade.
  - b) Classifique o movimento.
  - c) Dê a velocidade escalar média no intervalo de tempo mostrado.

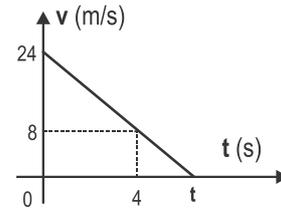


6. A velocidade de um veículo varia de acordo com o gráfico abaixo.



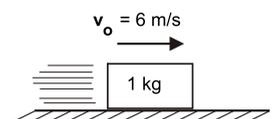
- a) Encontre a função horária da velocidade.
- b) Classifique o movimento.
- c) Dê a velocidade escalar média no intervalo de tempo mostrado.

7. A velocidade escalar de um móvel obedece ao gráfico abaixo.



- a) Encontre a função horária da velocidade.
  - b) Calcule o instante  $t$  em que o móvel para e a velocidade escalar média até esse instante.
8. Partindo do marco zero de uma trajetória orientada, um móvel inicia movimento no instante  $t = 0$ , acelerando a  $3 \text{ m/s}^2$ .
    - a) Dê a funções horárias do espaço e da velocidade.
    - b) Calcule a posição e a velocidade escalar no instante  $t = 6 \text{ s}$ .
  9. A função horária do espaço para o movimento retilíneo de um veículo é:  $S = -10 + 12t - 2t^2$  (SI). Para esse movimento:
    - a) dê o espaço inicial, a velocidade inicial e a aceleração escalar;
    - b) dê a função horária da velocidade;
    - c) calcule o instante e a posição em que ocorre inversão;
    - d) calcule o(s) instante(s) em que o móvel passa pela origem;
    - e) calcule o módulo da velocidade ao passar pela origem.
  10. No instante  $t = 0$  um móvel está passando pela posição 20 m, deslocando-se em sentido oposto ao da orientação da trajetória, com velocidade de módulo 8 m/s em movimento retardado com aceleração escalar de módulo  $2 \text{ m/s}^2$ .
    - a) Em que instante o móvel inverte o sentido do movimento?
    - b) Em que instante(s) ele passa pela origem?
  11. 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:
 

A) 90 e 16.	B) -32 e -12.
C) 50 e -20.	D) -50 e -20.
E) 32 e -12.	
  12. Um veículo 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. Quanto tempo durou esse processo de aceleração?
  13. A velocidade de um móvel de 10 m/s para 20 m/s, com aceleração escalar constante de  $2 \text{ m/s}^2$ , sobre trajetória retilínea. Qual o espaço percorrido nesse intervalo?
  14. Partindo do repouso em  $t = 0$  e seguindo trajetória retilínea, um móvel percorre 40 m nos primeiros 4 segundos de movimento.
    - a) Se a aceleração escalar é constante, calcule o seu valor.
    - b) Qual a a velocidade escalar ao final do processo?
  15. Um bloco de massa 1 kg é lançado sobre uma superfície horizontal áspera, com velocidade inicial de 6 m/s e desliza em linha reta 9 m até parar.



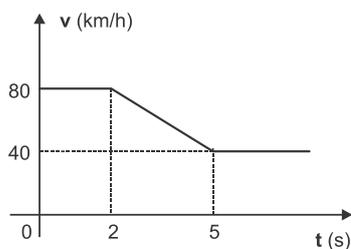
Determine:

- a) a aceleração escalar de retardamento desse bloco?  
b) o tempo gasto até parar ?
16. 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.
- a) Qual o módulo da aceleração de retardamento imposta ao veículo?  
b) Calcule o tempo gasto na frenagem.
17. 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?

18. 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,
- A)  $5 \text{ m/s}^2$  e 12 s.                      B)  $6 \text{ m/s}^2$  e 15 s.  
C)  $4 \text{ m/s}^2$  e 20 s.                      D)  $6 \text{ m/s}^2$  e 5 s.  
D)  $3 \text{ m/s}^2$  e 10 s.

19. 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.

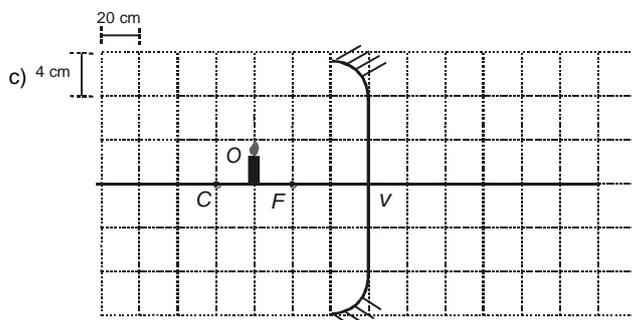
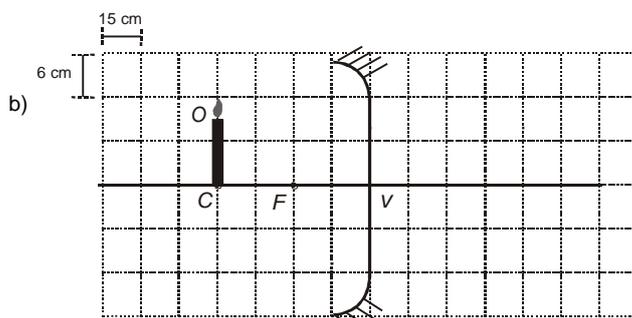
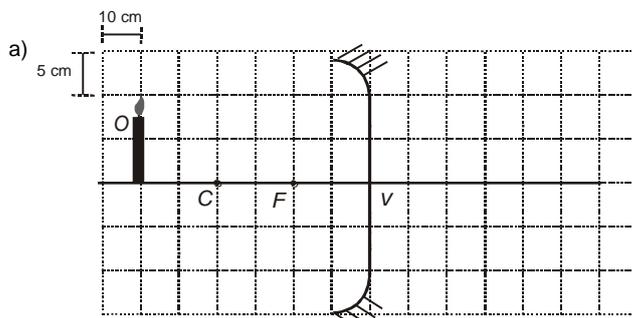
20. Uma pessoa de 20 anos, dirigindo um automóvel a 72 km/h por uma estrada retilínea, avistou um obstáculo situado 110 m à sua frente. Acionou os freios, produzindo um retardamento médio igual a  $2 \text{ m/s}^2$ , parando bem junto ao obstáculo. O tempo de reação de um motorista é definido como sendo o intervalo de tempo entre a percepção de um sinal para frear e a efetiva aplicação dos freios.
- a) Qual o tempo de reação da pessoa aos vinte anos?  
b) Suponha que, após os vinte anos, esse tempo aumente de 0,05 s a cada 5 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?
21. 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:

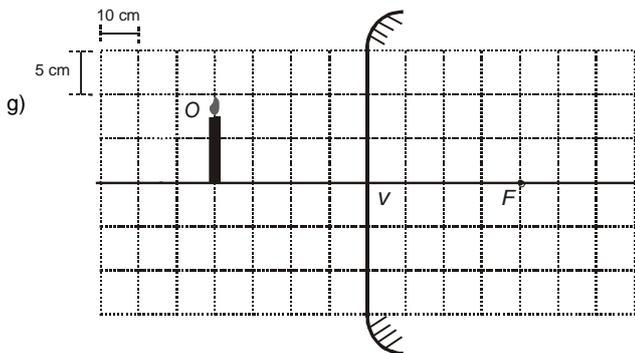
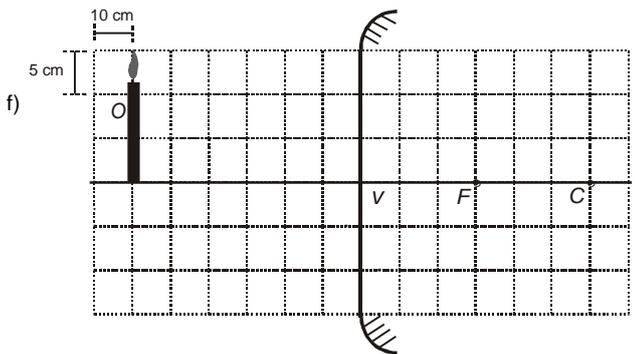
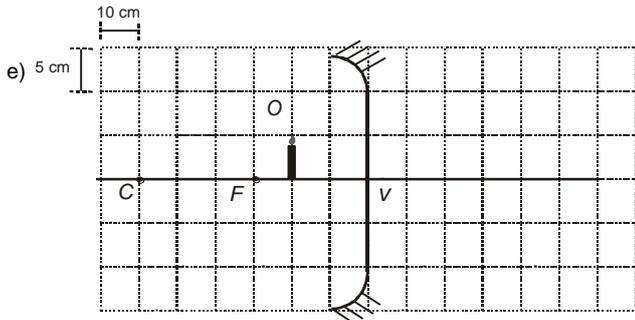
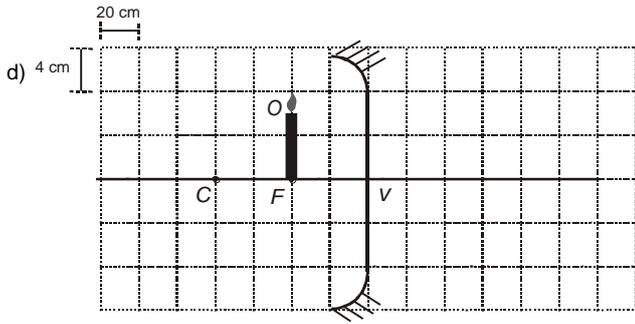
- a) o módulo da aceleração escalar;  
b) a velocidade final.

22. No instante em que um móvel A passa por um ponto O, com velocidade constante de 16 m/s, parte do mesmo ponto, um móvel B com aceleração escalar constante de  $2 \text{ m/s}^2$ , em perseguição ao primeiro.
- a) Em que instante o móvel B alcança o móvel A?  
b) A que distância do ponto O acontece o alcance?

### Espelhos Esféricos

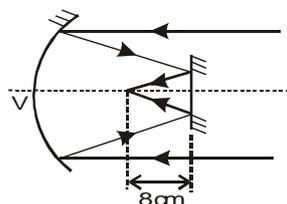
23. Em cada uma das figuras, está representado um espelho esférico gaussiano de centro de curvatura, C, foco, F, e vértice, V. Em cada caso, encontre a imagem do objeto e dê suas características: **Natureza** [real (antes de V), virtual (depois de V) ou imprópria (no " $\infty$ ")], **Localização** [distância até o vértice] **Tamanho** e **Orientação** [direita ou invertida]. Observe atentamente as escalas. Note que a razão entre tamanhos é igual à razão entre distâncias.





24. Um garoto pretende queimar uma fina folha de papel utilizando um espelho esférico para concentrar os raios solares. Para conseguir seu intento, ele observa que é necessário posicionar a folha de papel perpendicularmente ao eixo óptico e a 25 cm do vértice do espelho. Identifique o tipo de espelho usado na realização dessa experiência e calcule o seu raio de curvatura.

25. Um espelho esférico côncavo de 50 cm de raio e um pequeno espelho plano estão frente a frente. O espelho plano está disposto perpendicularmente ao eixo principal do côncavo. Raios luminosos paralelos ao eixo principal são refletidos pelo



espelho côncavo; em seguida, refletem-se também no espelho plano e tornam-se convergentes num ponto do eixo principal distante 8 cm do espelho plano, como mostra a figura ao lado.

Calcule a distância do espelho plano ao vértice V do espelho côncavo.

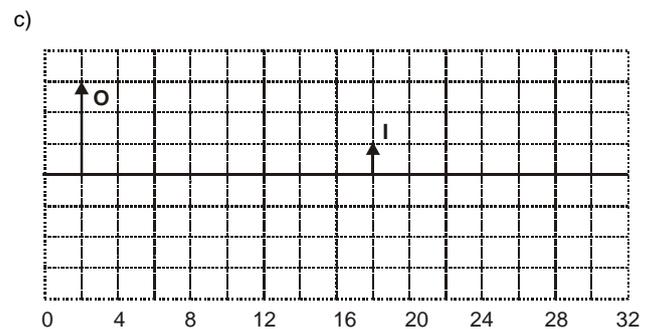
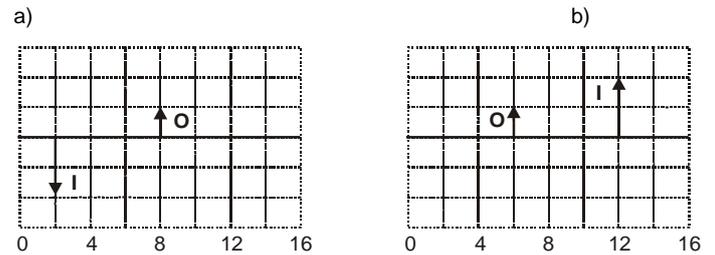
26. O espelho esférico de um telescópio refletor possui raio de curvatura igual a 2 m. Esse telescópio está sendo usado para observação da Lua que está a 380.000 km da Terra, aproximadamente. A que distância do vértice do espelho está conjugada a imagem da Lua? Justifique a resposta.

27. Para usar como retrovisor, preferem-se os espelhos convexos aos outros espelhos. Por quê?

28. Num espelho esférico convexo gaussiano, a imagem de um objeto real, frontal ao espelho é sempre \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_, situada \_\_\_\_\_.

29. Desejando retratar com a maior fidelidade possível a linda paisagem da fazenda onde nasceu, o artista usou um espelho esférico para projetar sobre a tela uma região dessa paisagem, fazendo seus traços sobre as linhas da imagem, aproveitando a luminosidade de uma linda manhã ensolarada. Sendo 80 cm a distância do vértice do espelho à tela, dê as características do espelho usado.

30. Nas figuras abaixo, são dados o objeto O e sua imagem I conjugados por um espelho esférico gaussiano. Identifique o tipo de espelho e, no referencial sugerido, dê as abscissas do vértice, do foco e do centro de curvatura desse espelho.



31. (Ufes) Quando aproximamos um objeto de um espelho côncavo, em relação ao espelho, sua imagem real (\_\_\_\_\_) e sua imagem virtual (\_\_\_\_\_). Preenchem corretamente as lacunas,  
 A) (diminui e se afasta); (aumenta e se afasta).  
 B) (diminui e se aproxima); (diminui e se afasta).  
 C) (aumenta e se afasta); (diminui e se aproxima).  
 D) (aumenta e se aproxima); (aumenta e se aproxima).  
 E) (não se altera); (não se altera).

32. (Unaerp) Um espelho esférico usado por esteticistas permite que o cliente, bem próximo ao espelho, possa ver seu rosto ampliado e observar detalhes da pele. Que tipo de espelho e esse e qual a posição do rosto em relação ao espelho?

33. Você pode utilizar-se de três espelhos, que são:

- Esférico Côncavo, de raio de curvatura igual a 50 cm.
- Esférico Convexo, de raio de curvatura igual 20 cm.
- Plano e retangular, de 10 m de altura por 15 cm de largura.

Indique o(s) espelho(s) que você usaria:

- a) para acender um palito de fósforo usando os raios solares refletidos. A que distância do espelho deveria estar a cabeça do palito?
- b) para obter a imagem virtual, direita e do mesmo tamanho de um lápis de 20 cm de comprimento. A que distância do espelho deveria estar o lápis?
- c) para projetar numa tela a imagem de um filamento luminoso, de modo que a imagem tivesse o mesmo tamanho que ele.
- d) como retrovisor de automóveis.
- e) para obter uma imagem virtual direita e maior de seu próprio rosto. Relativamente ao espelho, qual a posição do seu rosto nesse caso?

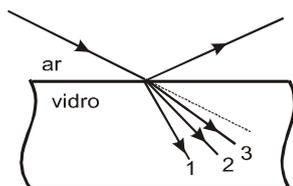
#### Leis da Refração e Reflexão Total.

34. No vácuo, todas as radiações propagam-se com velocidade de  $3,00 \times 10^8$  km/s.

- a) Se, para uma dada radiação, o índice de refração absoluto da água é igual a  $4/3$ , calcule a velocidade dessa radiação na água.
- b) Num tipo vidro, a velocidade dessa radiação é  $1,8 \times 10^8$  km/s. Qual o índice de refração da água em relação a esse vidro?

35. Ao passar do vácuo para um lâmina de material transparente, a velocidade da luz sofre uma redução de 20%. Qual o índice de refração desse material

36. Três finos pincéis de luz coincidentes, de cores verde, vermelho e violeta, incidem num bloco de vidro e se separam, como mos mostra a figura a seguir.

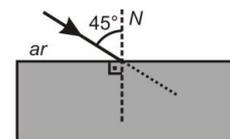


Os pincéis 1, 2 e 3, correspondem respectivamente às cores

- A) verde, vermelho e violeta.
- B) vermelho, verde e violeta.
- C) violeta, vermelho e verde.
- D) verde, violeta e vermelho.
- E) violeta, verde e vermelho.

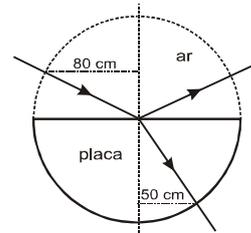
37. Um raio luminoso monocromático passando do meio A para o meio B forma com a normal à superfície de separação desses meios ângulos iguais a  $30^\circ$  e  $60^\circ$ , respectivamente. Calcule o índice de refração do meio A em relação ao meio B.

38. 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  $45^\circ$ . Pedem-se:



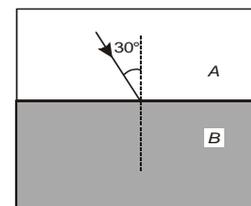
- a) o ângulo de refração ao penetrar no sólido;
- b) o desvio angular sofrido pelo raio refratado.

39. 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.

40. 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  $60^\circ$ .

41. 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

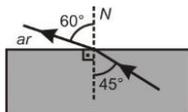
- a)  $45^\circ$ .
- b)  $60^\circ$ .

42. (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.

43. 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  $60^\circ$ .
44. Em sala de aula, o professor realizou um experimento sobre refração da luz. Com sua ponteira-laser, fez um feixe de luz incidir na fronteira de separação do ar com a água. Para o ângulo de incidência  $i = 53^\circ$ , obteve o ângulo de refração  $r = 37^\circ$ , como mostrado na *Figura 1*. A seguir, fez um feixe incidir com ângulo de incidência igual a  $53^\circ$ , da água para o ar, como mostra a *Figura 2*. Considere o índice de refração do ar,  $n_{ar} = 1$ .

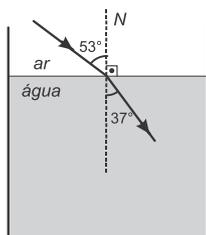


Figura 1

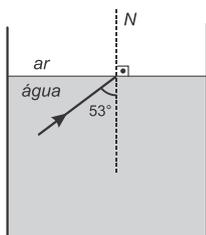


Figura 2

$\alpha$	$\text{sen } \alpha$
$30^\circ$	0,50
$37^\circ$	0,60
$45^\circ$	0,71
$49^\circ$	0,75
$53^\circ$	0,80
$60^\circ$	0,87
$72^\circ$	0,95

Com o auxílio da tabela dada, para a radiação empregada:

- a) calcule o índice de refração da água;
- b) calcule o seno do ângulo limite para o dióptro ar-água;
- c) Na própria *Figura 2*, continue o traçado do feixe mostrado nela mostrado, fundamentando sua resposta em cálculos ou argumentos teóricos.
45. Num experimento sobre refração da luz, o professor colocou água e óleo de cozinha num recipiente de vidro. Com sua ponteira-laser, fez um feixe de luz incidir na fronteira de separação dos líquidos, da água para o óleo, obtendo os ângulos mostrados na *figura 1*. Na *figura 2*, ele fez o raio incidir novamente na fronteira, agora, do óleo para a água. Todos os ângulos citados são em relação à normal ( $N$ ) à superfície de separação dos líquidos.

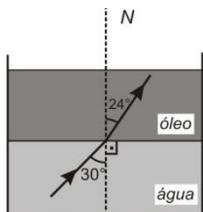


figura 1

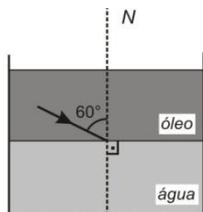


figura 2

$\alpha$	$\text{sen } \alpha$
$24^\circ$	0,40
$30^\circ$	0,50
$37^\circ$	0,60
$45^\circ$	0,70
$53^\circ$	0,80
$60^\circ$	0,87

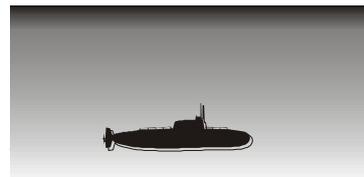
figura 3

- a) Se, para a radiação empregada, o índice de refração da água é  $n_a = 4/3$ , calcule o índice de refração do óleo ( $n_o$ ) para essa mesma radiação.
- b) Com auxílio da tabela dada na *figura 3*, calcule o ângulo limite ( $L$ ) encontrado para esses líquidos nesse experimento.
- c) Copie a *figura 2* na folha de respostas e continue o traçado do feixe incidente. Mostre o raciocínio seguido para levar você a esse traçado.

### Dióptro Plano

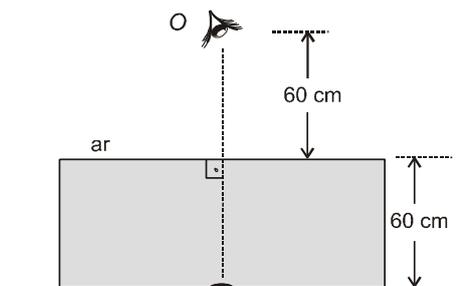
46. A profundidade de uma piscina é 1,8 m. Se o índice de refração da água é  $4/3$ , qual a profundidade aparente para um observador próximo à sua borda?

47. Sobrevoando o mar, numa região de águas límpidas, o piloto de um helicóptero que está à altura de 25 m em relação à superfície da água "vê" um submarino. Conhecendo quase nada de Óptica Geométrica, ele avalia que o submarino esteja a uma profundidade de 20 m.



Sabendo que a água do mar tem índice de refração relativo ao ar igual a  $7/5$ , determine:

- a) a profundidade real em que se encontra o submarino;
- b) a altura aparente em que se encontra o helicóptero, em relação à superfície da água, para um observador no submarino.
48. De um helicóptero, sobrevoando a 4 m da superfície, um cinegrafista está filmando o fundo de um lago de águas límpidas, de profundidade 3,6 m. Considere o índice de refração da água igual a  $4/3$ .
- a) Qual a profundidade aparente do lago para o cinegrafista?
- b) Desejando obter uma imagem nítida, para que distância de filmagem ele deve regular sua máquina?
49. Os olhos de um observador,  $O$ , estão mirando uma mancha na face inferior de um bloco de vidro de altura 60 cm.



Sendo  $3/2$  o índice de refração do vidro, calcule:

- a) a altura aparente do bloco para esse observador;
- b) a distância do olho do observador à imagem da mancha.
50. Uma régua,  $AB$ , de 40 cm é colocada verticalmente dentro de uma recipiente, ficando totalmente imersa, como a extremidade superior a 20 cm da superfície. Considerando o índice de refração da água igual a  $4/3$ , calcule:
- a) a profundidade aparente de cada uma das extremidades.
- b) o comprimento aparente da régua.

### Respostas

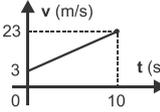
01] a) 20 (km/h)/s; b)  $\approx 5,56$  m/s<sup>2</sup>.

02] 2,78 m/s<sup>2</sup>.

03] a) A - MU progressivo;  $v = 3$  m/s;  
B - MU progressivo;  $v = 3$  m/s;  
C - Repouso;  $S = 12$  m;

D - MU retrógrado;  $v = -3 \text{ m/s}$ ;  
 E - MU retrógrado;  $v = -3 \text{ m/s}$ ;  
 F - MU progressivo;  $v = 1 \text{ m/s}$ .  
 $v_m = 0,5 \text{ m/s}$ .

- b) A - MUV retrógrado retardado;  $a = 3 \text{ m/s}^2$ ;
- B - MUV progressivo acelerado;  $a = 3 \text{ m/s}^2$ ;
- C - MU progressivo;  $v = 12 \text{ m/s}$ ;
- D - MUV progressivo retardado;  $a = -3 \text{ m/s}^2$ ;
- E - MUV retrógrado acelerado;  $a = -3 \text{ m/s}^2$ ;
- F - MUV retrógrado retardado;  $a = 1 \text{ m/s}^2$ .  
 $v_m = 2 \text{ m/s}$ .

04] a)  $v = 3 + 2t$ ; b) prog. acel.; c)  d) 130 m; e) 15 m/s.

05] a)  $v = 2 + 3t$ ; b) prog. acel.; c) 11 m/s.

06] a)  $v = 12 - 3t$ ; b) prog. retard.; c) -6 m/s.

07] a)  $v = 24 - 4t$ ; b) 6 s e -12 m/s.

08] a)  $S = 1,5t^2$ ;  $v = 3t$ ; b) 54 m e 18 m/s.

09] a) - 10 m; 12 m/s e -4 m/s<sup>2</sup>; b)  $v = 12 - 4t$ ; c) 3 s; d) 1 s e 5 s;  
 e) 8 m/s.

10] a) 4 s; b) não passa pela origem.

11] C.

12] 10 s.

13] 75 m.

14] a) 5 m/s<sup>2</sup>; b) 20 m/s

15] a) -2m/s<sup>2</sup>; b) 3 s.

16] 2,5 m/s<sup>2</sup>; b) 10 s.

17] Sim, 10 m.

18] D.

19] 50 m.

20] a) 0,5 s; b) 118 m

21] a) 3 m/s<sup>2</sup>; b) 30 m/s. 22] a) 16 s; b) 256 m.

- 23] a) real, 30 cm, 5 cm e invertida; b) real, 60 cm, 20 cm e invertida;
- c) real, 120 cm, 8 cm e invertida; d) imprópria;
- e) virtual, 60 cm, 15 cm e direita; f) virtual, 20 cm, 5 cm e direita;
- g) virtual, 20 cm, 5 cm e direita.

24] Côncavo; 50 cm.

25] 42 cm.

26] 1 m. Objeto impróprio, imagem sobre o foco.

27] Porque aumenta o campo visual.

28] virtual, direita e menor que o objeto, entre o foco e o vértice.

29] Côncavo; de raio 160 cm.

30] a) côncavo, 14, 10 e 6; b) côncavo, 8, 4 e 0; c) convexo, 14, 26 e 20.

31] C.

32] Côncavo; entre o foco e o vértice.

33] a) côncavo, 25 cm; b) plano; qualquer distância; c) côncavo, 50 cm;  
 d) convexo ou plano; e) côncavo, entre o foco e o vértice do espelho.

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

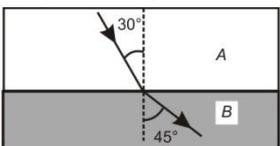
35] 1,25

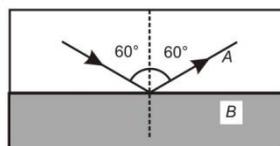
36] E.

37]  $\sqrt{3}$ .

38] a) 30°; b) 15°.

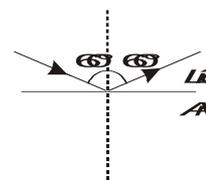
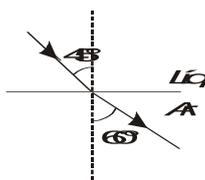
39] 1,6.

40] a) 45°; b) 

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

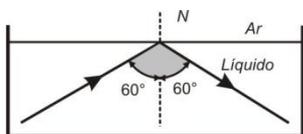
41] a) 

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

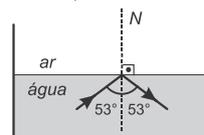


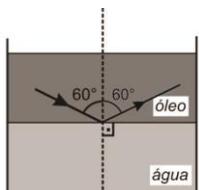
42] D.

43] a)  $\frac{\sqrt{6}}{2}$

b) 

44] a) 4/3; b)  $\text{sen } L = 3/4 = 0,75$ ; c)  $\text{sen } 53^\circ > 0,75 \rightarrow$  Reflexão total



45] a) 5/3; b) 53°; c) 

46] 1,35 m.

47] a) 28 m; b) 35 m.

48] a) 2,7 m; b) 6,7 m.

49] a) 40 cm; b) 1 m.

50] a) 15 cm e 45 cm; b) 30 cm.