FÍSICA

FRENTE 1

MÓDULO 1
ESCALAS TERMOMÉTRICAS

1) $\dfrac{\theta_c}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\dfrac{150}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow 270 = \theta_F - 32$

$\boxed{\theta_F = 302°F}$

Resposta: D

2) $\dfrac{\theta_c}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\dfrac{\theta_c}{5} = \dfrac{172 - 32}{9}$

$\boxed{\theta_c \cong 77{,}8°C \cong 78°C}$

Resposta: B

3) $T = \theta_c + 273 \Rightarrow T = -78 + 273$

$\boxed{T = 195K}$

4) $\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

Assim: $\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{60{,}8 - 32}{9}$

$\boxed{\theta_C = 16°C}$

Resposta: C

5) (1) Maior temperatura:

$\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\dfrac{58}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\boxed{\theta_F = 136{,}4\ °F}$

(2) Menor temperatura:

$\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\dfrac{-89{,}2}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$-160{,}56 = \theta_F - 32$

$\boxed{\theta_F = -128{,}56°F}$

Resposta: B

6) No SI a unidade de temperatura é dada na escala Kelvin, assim:

$\dfrac{\theta_F - 32}{9} = \dfrac{T - 273}{5}$

$\dfrac{70 - 32}{9} = \dfrac{T - 273}{5}$

$\boxed{T = 293K}$

Resposta: E

MÓDULO 2
ESCALAS TERMOMÉTRICAS

1) $3\theta_C = \theta_F + 16$ $\quad \boxed{\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}}$ (2)

ou

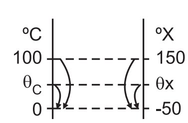
$\theta_F = 3\theta_C - 16$ (1)

Substituindo (1) em (2), vem:

$\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{3\theta_C - 16 - 32}{9}$

$\theta_C = 40°C$

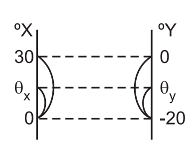
2)



$\boxed{\theta_C = \dfrac{\theta_X + 50}{2}}$

Resposta: A

3)



$\dfrac{\theta_x - 0}{30 - 0} = \dfrac{\theta_y - (-20)}{0 - (-20)}$

$\boxed{\dfrac{\theta_x}{3} = \dfrac{\theta_y + 20}{2}}$

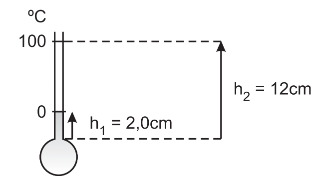
4) $100°C \longrightarrow 180°F$

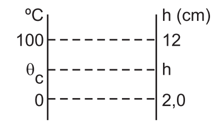
$\Delta\theta_C \longrightarrow \Delta\theta_F$ $\quad \Rightarrow \quad \boxed{\dfrac{\Delta\theta_C}{5} = \dfrac{\Delta\theta_F}{9}}$

$\Delta\theta_C = 25°C \Rightarrow \Delta\theta_F = 45°F$

Resposta: D

5)





$\dfrac{\theta_C - 0}{100 - 0} = \dfrac{h - 2{,}0}{12 - 2{,}0}$

$\boxed{\theta_C = 10(h - 2{,}0)}$

Na temperatura mínima, h = 0 e:

$\theta_C = 10 \cdot (0 - 2{,}0)$ $\quad \boxed{\theta_C = -20°C}$

Resposta: C

6) Equação de conversão:

$\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{23 - 32}{9}$

$\boxed{\theta_C = -5\ °C}$

Resposta: B

7) Relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit:

$\dfrac{\theta_C}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

1) Congelados ⟶ –18°C

$\dfrac{-18}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\boxed{\theta_F = -0{,}4°F}$

2) Refrigerados ⟶ 5°C

$\dfrac{5}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\boxed{\theta_F = 41°F}$

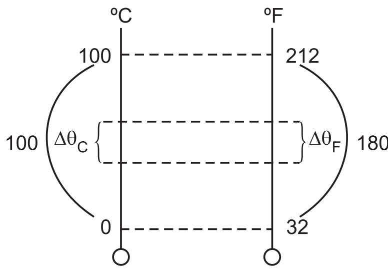
3) Aquecidos ⟶ 60°C

$\dfrac{60}{5} = \dfrac{\theta_F - 32}{9}$

$\boxed{\theta_F = 140°F}$

Resposta: C

8) A relação entre as variações de temperaturas expressas nas escalas Celsius e Fahrenheit é dado por:



$$\frac{\Delta\theta_C}{100} = \frac{\Delta\theta_F}{180}$$

Para: $\Delta\theta_F = 5{,}4°F$, temos:

$$\frac{\Delta\theta_C}{100} = \frac{5{,}4}{180}$$

$$\boxed{\Delta\theta_C = 3{,}0°C}$$

Resposta: B

MÓDULO 3
CALORIMETRIA

1) Frisar a diferença entre calor e energia térmica.
Resposta: C

2) $\boxed{C = mc}$

$$C = 100 \,.\, 0{,}10 \left(\frac{cal}{°C}\right) \Rightarrow C = 10\ cal/°C$$

Resposta: A

3) $Q = m\ c\ \Delta\theta = 1000 \,.\, 1{,}0 \,.\, (145 - 25)\ (cal)$
$Q = 120000cal$

$\boxed{Q = 120kcal}$

Resposta: B

4) $Q = c\ \Delta\theta$
$Q = 10 \,.\, (25 - 20)$

$\boxed{Q = 50cal}$

Resposta: B

5) (I) Aquecimento da liga metálica:
$Q = m\ c$

$\Delta\theta \Rightarrow Q = 400\ c_{liga}\ \Delta\theta$ (1)

(II) Aquecimento da água: $Q = m\ c\ \Delta\theta$
$Q = 100 \,.\, 1 \,.\, \Delta\theta$ (2)

(III) Comparando-se (1) com (2), vem:
$400\ c_{liga}\ \Delta\theta = 100 \,.\, 1 \,.\, \Delta\theta$

$\boxed{c_{liga} = 0{,}25\ cal/g°C}$

Resposta: B

MÓDULO 4
CALORIMETRIA

1) $Q = mc\Delta\theta$
Sendo
$Q = 1{,}5kcal = 1500cal$ e
1 litro de água = 1kg = 1000g, temos
$1500 = 1000 \,.\, 1{,}0 \,.\, \Delta\theta$

$\boxed{\Delta\theta = 1{,}5°C}$

Resposta: E

2) $Q = mc\ \Delta\theta$
$Q = 100 \,.\, 1{,}2 \,.\, 10$

$\boxed{Q = 1200cal = 1{,}2 \,.\, 10^3cal}$

Resposta: A

3) A esfera que funde a maior massa de gelo é aquela que possui maior capacidade térmica. Como as massas são iguais, é aquela que possui maior calor específico sensível.

$\boxed{\text{Esfera } E_1}$

A esfera que produz cavidade de menor diâmetro é aquela que tem menor capacidade associada a menor diâmetro (maior massa específica). Observe que as massas das esferas são iguais.

$\boxed{\text{Esfera } E_3}$

Resposta: C

4) O mercúrio possui menor valor específico sensível e sofre maior variação de temperatura.
Resposta: E

5) Calor é energia térmica em trânsito, motivada por uma diferença de temperatura e que flui, espontaneamente, de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
Resposta: C

6) 1) Cálculo da energia térmica absorvida pela água:
$Q = mc\Delta\theta$
$Q = m \,.\, 1{,}0 \,.\, (37 - 0)$
$Q = 37m$

2) Para queimar meio quilograma de gordura precisa-se de:
$Q_1 = m \,.\, K$
$Q_1 = 500 \,.\, 9\ (kcal)$
$Q_1 = 4500\ kcal$

3) Assim:
$Q = Q_1$
$37 \,.\, m = 4500$
$m \cong 121kg$

$\boxed{m = 1{,}2 \,.\, 10^2kg}$

MÓDULO 5
POTÊNCIA DE UMA FONTE TÉRMICA

1) a) Em 8,0 min são fornecidas 8000 cal:

$\boxed{Q_S = C\ \Delta\,\theta}$

$8000 = C \,.\, 20 \Rightarrow C = 400cal/°C$

b) $\boxed{C = mc}$

$400 = 800c \Rightarrow c = 0{,}50\ cal/g°C$

2) Potência consumida:

$$Pot = 3000\ \frac{k\ cal}{dia} = \frac{3{,}0 \,.\, 10^6\ cal}{24h}$$

$$Pot = \frac{3{,}0 \,.\, 10^6 \,.\, 4\ J}{24 \,.\, 3600s} \Rightarrow Pot = \frac{1{,}0 \,.\, 10^4}{72}\ W$$

Em 30 dias (1 mês), a energia consumida é dada por: $E = Pot \,.\, \Delta t$

$$E = \frac{1{,}0 \,.\, 10^4}{72}\ W \,.\, 30\ dias$$

$$E = \frac{1{,}0 \,.\, 10^4}{72} \,.\, W \,.\, 30 \,.\, 24h$$

$$\boxed{E = 1{,}0 \,.\, 10^5\ Wh = 100\ kWh}$$

Resposta: C

3) a) $Pot = 1\ 200\ 000\ \dfrac{cal}{dia}$

$$Pot = 1\ 200\ 000 \text{ x } \frac{4{,}2J}{24 \,.\, 60 \,.\, 60s}$$

$\boxed{Pot \cong 58{,}3W}$

b) $Q = mc\ \Delta\theta$
$1\ 200\ 000 = m \,.\, 1{,}0 \,.\, (60 - 10)$

$\boxed{m = 2{,}4 \,.\, 10^4g}$

4) 1) Temperatura inicial em °C:

$$\frac{\theta_c}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_c}{5} = \frac{122 - 32}{9} \Rightarrow \boxed{\theta_0 = 50°C}$$

2) $Pot = \dfrac{Q}{\Delta t} = \dfrac{m\ c\ \Delta\theta}{\Delta t}$

$$Pot = 1000W = 1000\ \frac{J}{s} = \frac{1000}{4{,}2}\ \frac{cal}{s}$$

$$\frac{1000}{4,2} = \frac{2000 \,.\, 1 \,.\, 50}{\Delta t}$$

$$\boxed{\Delta t = 420s = 7min}$$

Resposta: D

5) 1) Cálculo da capacidade térmica da água:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} = \frac{Pot\ \Delta t}{\Delta\theta}$$

$$C_{ág} = \frac{Pot \,.\, 10}{40 - 20} \Rightarrow C_{ág} = \frac{Pot}{2}$$

2) Cálculo da capacidade térmica do outro líquido:

$$C = \frac{Pot\ \Delta t}{\Delta\theta}$$

$$C_L = \frac{Pot \,.\, 10}{50 - 20} \Rightarrow C_L = \frac{Pot}{3}$$

3) Misturando os líquidos, temos:

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$

$$(mc\ \Delta\theta)_L + (mc\ \Delta\theta)_{água} = 0$$

$$C_L\ \Delta\theta_L + C_{ág}\ \Delta\theta_{água} = 0$$

$$\frac{Pot}{3}(\theta_f - 50) + \frac{Pot}{2}(\theta_f - 40) = 0$$

$$\frac{\theta_f}{3} - \frac{50}{3} + \frac{\theta_f}{2} - \frac{40}{2} = 0$$

$$2\ \theta_f - 100 + 3\ \theta_f - 120 = 0$$

$$5\ \theta_f = 220$$

$$\boxed{\theta_f = 44°C}$$

Resposta: B

MÓDULO 6
POTÊNCIA DE UMA FONTE TÉRMICA

1) $Q = Pot \,.\, \Delta t$

$mc\ \Delta\theta = P_0 t \,.\, \Delta t$

$$c = \frac{P_0 t \,.\, \Delta t}{m \,.\, \Delta\theta} = \frac{1000 \,.\, 1,0}{200\ (50 - 30)}$$

$$\boxed{c = 0,25 cal/g°C}$$

2) $C = m \,.\, c = 200 \,.\, 0,25$

$$\boxed{C = 50 cal/g}$$

3) $Q = Pot \,.\, \Delta t$

$100\ 000 \,.\, 4,2 = 60 \,.\, \Delta t$

$420000 = 60 \,.\, \Delta t$

$\Delta t = 7000s$

$$\Delta t = \frac{7000}{60} \Rightarrow \boxed{\Delta t \cong 117min}$$

Resposta: C

4) $Q = m\ c\ \Delta\theta$

Como:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d\ V$$

e a vazão Φ é dada por:

$$\Phi = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow V = \Phi \,.\, \Delta t,$$

vem:

$Q = d\ \Phi\ \Delta t\ c\ \Delta\theta$

Sendo:

$\Phi = 20\ell/min = 20 \,.\, 60\ell/h = 1200\ell/h$

$$c = 1,0 \frac{cal}{g°C} = 1,0 \frac{kcal}{kg°C},$$

temos:

$Q = 1,0 \,.\, 1200 \,.\, 1 \,.\, 1,0 \,.\, (90 - 65)\ (kcal)$

$$\boxed{Q = 3,0 \,.\, 10^4 kcal}$$

Resposta: E

5) 1) Temperatura inicial em °C:

$$\frac{\theta_c}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_c}{5} = \frac{122 - 32}{9} \Rightarrow \boxed{\theta_0 = 50°C}$$

2) $$Pot = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m\ c\ \Delta\theta}{\Delta t}$$

$$Pot = 1000W = 1000 \frac{J}{s} = \frac{1000}{4,2} \frac{cal}{s}$$

$$\frac{1000}{4,2} = \frac{2000 \,.\, 1 \,.\, 50}{\Delta t}$$

$$\boxed{\Delta t = 420s = 7min}$$

Resposta: D

6) Da equação fundamental da calorimetria, temos:

$Q = mc\Delta\theta$,

onde o produto m . c é a capacidade térmica (C) do bloco metálico.

$Q = C\ \Delta\theta$

$3900 = 150 \,.\, \Delta\theta$

$\Delta\theta = 260°C$

A variação de temperatura na escala Fahrenheit será dada por:

$$\frac{\Delta\theta_c}{5} = \frac{\Delta\theta_F}{9}$$

$$\frac{260}{5} = \frac{\Delta\theta_F}{9} \Rightarrow \boxed{\Delta\theta_F = 468°F}$$

Resposta: E

MÓDULO 7
BALANÇO ENERGÉTICO

1) O contato do termômetro com o corpo da pessoa é necessário para que ambos atinjam o equilíbrio térmico. Só assim o termômetro estará registrando a temperatura do corpo da pessoa.
Resposta: A

2) (1) Garrafa térmica + café

$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$

$(mc\Delta\theta)_{café} + (C\Delta\theta)_{garrafa\ térmica} = 0$

$180 \,.\, c \,.\, (55 - 60) + C \,.\, (55 - 10) = 0$

$45\ C = 900 \,.\, c$

$C = 20\ c$

(2) Garrafa térmica + suco de frutas

$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$

$(C\Delta\theta)_{garrafa\ térmica} + (mc\ \Delta\theta)_{suco} = 0$

$20c\ (\theta_f - 30) + 180c\ (\theta_f - 2) = 0$

$(\theta_f - 30) + 9(\theta_f - 2) = 0$

$\theta_f - 30 + 9\theta_f - 18 = 010$

$\theta_f = 48 \Rightarrow \boxed{\theta_f = 4,8°C}$

Resposta: D

3) $\Sigma\ Q = 0;\quad \boxed{Q_s = mc\ \Delta\theta}$

$$m_A = 2m_B;\ c_A = \frac{1}{3}\ c_B$$

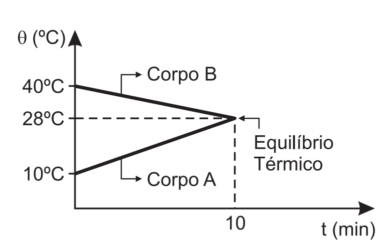
$(mc\ \Delta\theta)_A + (mc\Delta\theta)_B = 0$

$m_A c_A\ (\theta_E - 10) + m_B c_B\ (\theta_E - 40) = 0$

$$2m_B\ \frac{1}{3}\ c_B\ (\theta_E - 10) + m_B\ c_B\ (\theta_E - 40) = 0$$

$$\boxed{\theta_E = 28°C}$$

4)



5) 1) Cálculo do calor específico sensível da amostra usando-se o gráfico fornecido:

$Q = mc\Delta\theta$

$1200 = 200 \,.\, c_1 \,.\, (80 - 20)$

$c_1 = 0{,}10$ cal/g°C

2) Na mistura do sólido com a água, temos:

$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$

$(mc\Delta\theta)_1 + (mc\Delta\theta)_{água} = 0$

$200 \,.\, 0{,}10 \,.\, (\theta_f - 100) + 500 \,.\, 1 \,.\, (\theta_f - 40) = 0$

$20\,\theta_f - 2000 + 500\,\theta_f - 20\,000 = 0$

$520\,\theta_f = 22\,000$

$\theta_f \cong 42{,}3°C$

$\boxed{\theta_f \cong 42°C}$

Resposta: C

6) I) CORRETA
Calor específico sensível é uma propriedade da substância, não dependendo da massa do corpo.
Capacidade térmica é uma propriedade do corpo, dependendo do seu calor específico sensível e da sua massa.

II) CORRETA
Capacidade térmica

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \Rightarrow \text{unidade} = \frac{J}{K}$$

Calor específico sensível

$$c = \frac{Q}{m\,\Delta\theta} \Rightarrow \text{unidade} = \frac{J}{kg\,K}$$

III) CORRETA
$m_V = m_{Au}$
$c_V > c_{Au}$
como
$C = mc$
então:
$C_V > C_{Au}$
Assim, o recipiente de ouro, que tem menor capacidade térmica, precisará receber da água menos calor para variar uma unidade de temperatura.
O equilíbrio térmico com a água será atingido, numa temperatura maior quando o recipiente utilizado for o de ouro.
Resposta: E

MÓDULO 8
BALANÇO ENERGÉTICO

1) A quantidade de energia térmica dissipada pelo calorímetro pode ser obtida por

$Q_{bloco} + Q_{calorímetro} + Q_{água} + Q_{diss} = 0$

$(C\,\Delta\theta)_{bloco} + (C\,\Delta\theta)_{calorímetro} + (m\,c\,\Delta\theta)_{água} + Q_{diss} = 0$

$80(40 - 100) + 8(40 - 20) + 200 \,.\, 1(40 - 20) +$

$+ Q_{diss} = 0 \Rightarrow \boxed{Q_{diss} = -640 \text{ cal}}$

Observação: o sinal negativo indica que essa energia *saiu* do sistema.
Resposta: E

2) (1) Cálculo da capacidade térmica de cada sistema, considerando-se o fluxo de calor igual para os dois:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

$$C_A = \frac{Q}{40 - 20} \Rightarrow C_A = \frac{Q}{20}$$

$$C_B = \frac{Q}{80 - 20} \Rightarrow C_B = \frac{Q}{60}$$

(2) Ao serem misturados, sem perdas, temos:
$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$
$C_B\,\Delta\theta_B + C_A\,\Delta\theta_A = 0$

$$\frac{Q}{60} \,.\, (\theta_f - 80) + \frac{Q}{20}(\theta_f - 40) = 0$$

$$\frac{\theta_f}{60} - \frac{80}{60} + \frac{\theta_f}{20} - \frac{40}{20} = 0$$

$$\frac{4\theta_f}{60} = \frac{200}{60} \Rightarrow 4\theta_f = 200°C$$

$$\boxed{\theta_f = 50°C}$$

Resposta: B

3) a) Princípio da conservação da energia
b) $Q_{quente} + Q_{fria} = 0$

$m \,.\, 1 \,.\, (38 - 100) + (10 - m) \,.\, 1 \,.\, (38 - 32) = 0$

$-62m + 6m - 6, = 0$

$68m = 60$

$m = 0{,}97\text{kg} \Rightarrow \boxed{V = 0{,}97\ell}$

4) $Q_{água} + Q_{líquido} = 0$

$(mc\Delta\theta)_{água}\ \ (mc\Delta\theta)_{líquido} = 0$

$200 \,.\, 1\,(20 - 0) + 250 \,.\, c\,(20 - 40) = 0$

$4000 - 5000c = 0$

$$c = \frac{4000}{5000} \quad \boxed{c = 0{,}80\text{cal/g°C}}$$

Resposta: C

5) (1) Cálculo da capacidade térmica da água:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} = \frac{Pot\ \Delta t}{\Delta\theta}$$

$$C_{ág} = \frac{Pot \,.\, 10}{40 - 20} \Rightarrow C_{ág} = \frac{Pot}{2}$$

(2) Cálculo da capacidade térmica do outro líquido:

$$C = \frac{Pot\ \Delta t}{\Delta\theta}$$

$$C_L = \frac{Pot \,.\, 10}{50 - 20} \Rightarrow C_L = \frac{Pot}{3}$$

3) Misturando os líquidos, temos:

$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$

$(mc\,\Delta\theta)_L + (mc\,\Delta\theta)_{água} = 0$

$C_L\,\Delta\theta_L + C_{ág}\,\Delta\theta_{água} = 0$

$$\frac{Pot}{3}(\theta_f - 50) + \frac{Pot}{2}(\theta_f - 40) = 0$$

$$\frac{\theta_f}{3} - \frac{50}{3} + \frac{\theta_f}{2} - \frac{40}{2} = 0$$

$2\,\theta_f - 100 + 3\,\theta_f - 120 = 0$

$5\,\theta_f = 220$

$\boxed{\theta_f = 44°C}$

Resposta: B

FRENTE 2

MÓDULO 1
PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA I

1) a) Lâmpada de filamento (acesa): *primária incandescente*.
b) Planetas do Sistema Solar: *secundárias*.
c) Estrelas: *primárias incandescentes*.
d) Estrela-d'alva (planeta Vênus): *secundária*.
e) Lâmpada de luz "fria" (acesa): *primária luminescente fluorescente*.
f) Mostrador de um relógio analógico que brilha no escuro: *primária luminescente fosforescente*.

2) Para que você consiga ver-se no referido espelho, é preciso que a luz reflita em seu corpo, dirija-se para o espelho, sofra reflexão e atinja os seus olhos.
Resposta: B

3) Translúcido.

4) a) Vidro de automóvel
Vidro de vitrines comerciais

b) Vidro canelado
Papel vegetal

c) Madeira
Parede de tijolos de barro

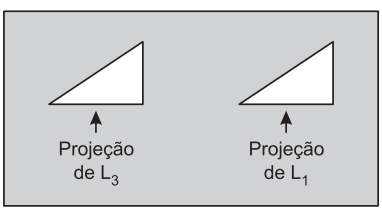
5) Resposta: B

6) Resposta: B

7) Resposta: E

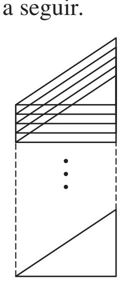
MÓDULO 2
PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA II

1) A lâmpada L_3 projeta no anteparo uma figura idêntica à projetada pela lâmpada L_1. Isso ocorre devido à simetria de L_3 e L_1 com relação ao triângulo recortado na máscara central.

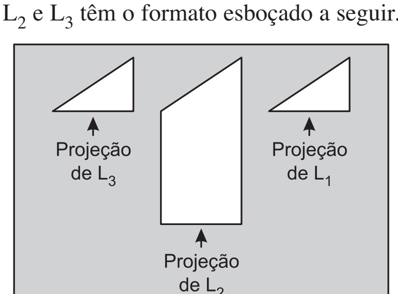


Anteparo

A lâmpada extensa L_2, por sua vez, pode ser caracterizada como uma associação de lâmpadas puntiformes dispostas verticalmente. Raciocinando-se dessa forma, cada uma dessas pequenas lâmpadas projeta no anteparo uma figura triangular. A reunião de todas essas figuras determina um quadrilátero, como representado a seguir.

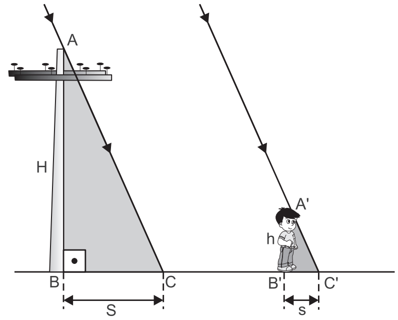


As figuras projetadas no anteparo por L_1, L_2 e L_3 têm o formato esboçado a seguir.



Resposta: D

2)



Como os raios de luz, provenientes do Sol, são considerados paralelos, os triângulos ABC e A’B’C’ são semelhantes:

$$\frac{H}{h} = \frac{S}{s} \Rightarrow \frac{H}{1,7} = \frac{4,8}{1,2} \Rightarrow \boxed{H = 6,8m}$$

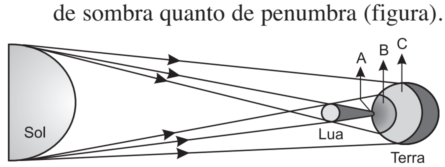
Resposta: D

3) Os triângulos observados na figura são semelhantes, assim:

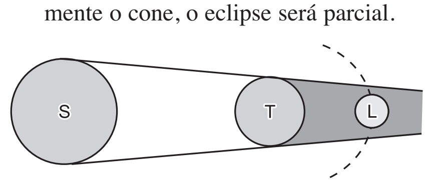
$$\frac{300}{h} = \frac{500}{6} \Rightarrow \boxed{h = 3,6 \text{ cm}}$$

Observe que utilizamos o fato de a luz se propagar de forma retilínea em meios ordinários.

4) (0) VERDADEIRA.
O *eclipse solar* ocorre quando a Lua situa-se entre a Terra e o Sol, no mesmo plano (fase de *Lua nova*). Notemos que, ao iluminar a Terra, o Sol deve ser considerado uma fonte de luz extensa, provocando a formação de regiões tanto de sombra quanto de penumbra (figura).



Um observador no ponto A verá um eclipse total do Sol (região de sombra), no ponto B verá um eclipse parcial do Sol (região de penumbra) e no ponto C não perceberá o eclipse (região iluminada).
(1) FALSA
Quando a Terra se coloca entre o Sol e a Lua, ocorre o *eclipse lunar* e não o *eclipse solar.*
O eclipse total da Lua ocorre quando ela está totalmente imersa no cone de sombra da Terra. Se a Lua interceptar parcialmente o cone, o eclipse será parcial.



(2) FALSA
Na região da Terra onde passa a sombra, os observadores observam o *eclipse total do Sol*. Na região de penumbra é que se pode observar o *eclipse parcial do Sol*.

(3) VERDADEIRA

$\Delta s = V \,.\, \Delta t$

$200 = 3000 \,.\, \Delta t$

$\Delta t = \frac{1}{15}\text{ h} = \frac{1}{15}\,.\,60 \text{ min}$

$\boxed{\Delta t = 4,0\text{min}}$

(4) VERDADEIRA
Como a luz não pode contornar obstáculos (em meios ordinários), pode-se observar o fenômeno do eclipse solar. Portanto, o eclipse é uma comprovação do PPRL (Princípio da Propagação Retilínea da Luz).

5) Devido à propagação retilínea da luz, raios de luz passam pelos orifícios da escumadeira. Os raios que incidem no material sólido da peça refletem-se e não atingem a camiseta do jovem. Assim, dos fenômenos citados, o único que condiz com o que está ocorrendo na foto é o *eclipse*.
Resposta: E

MÓDULO 3
PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA III

1) Resposta: E

2) Embora ocorra absorção, este não é o fenômeno mais importante.
Resposta: C

3)

LUZ BRANCA	LUZ AMARELA
calção branco	calção amarelo
camisa verde	camisa preta

Resposta: C

4) Resposta: D

5) Resposta: D

6) a) FALSA.
A Lua está *sempre* mais próxima da Terra do que do Sol.
b) FALSA.
Os eclipses solares somente ocorrem na fase de *lua nova* (1).
c) CORRETA.
O eclipse lunar ocorre na posição de lua cheia (3) e o eclipse solar, na posição de lua nova (1). Assim, a distância entre a Lua e o Sol é menor durante o eclipse solar.

d) FALSA.
O eclipse lunar ocorre quando a Lua passa por trás da Terra, na posição (3), de lua cheia.
Assim, esse elipse (lunar) só pode ser observado por quem está na parte escura da Terra (noite).
e) FALSA.
Durante o quarto crescente (2) e o quarto minguante (4), não ocorre eclipse solar ou lunar.
Resposta: C

MÓDULO 4
OBJETO E IMAGEM

1) Ponto objeto: vértice do pincel de luz incidente no sistema.
Ponto imagem: vértice do pincel de luz emergente do sistema.

2) P_1 (espelho) = P.O.R.
P_2 (espelho) = P.I.V.

3) a) P_1 = P.O.I.
P_2 = P.I.R.
b) P_1 = P.O.V.
P_2 = P.I.V.

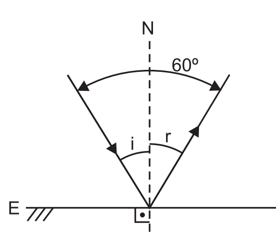
4) Em relação ao sistema óptico S_1, o ponto objeto é impróprio (P_1) .
O ponto P_2 é, em relação a S_1, um ponto imagem real e, em relação a S_2, um ponto objeto real.
O ponto P_3 é, em relação a S_2, um ponto imagem real.

5) a) Sol, Lua, Terra.
b) Anteparo: Terra, Fonte: Sol, Obstáculo: Lua.

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

MÓDULO 5
ESPELHOS PLANOS

1)



Da figura, temos: i + r = 60°

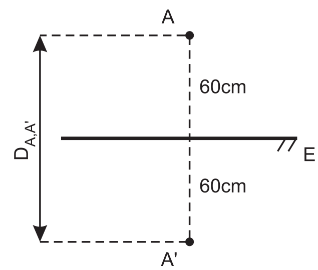
Da segunda lei da reflexão, temos i = r.

Assim: 2i = 60° ⇒ $\boxed{i = r = 30°}$

Resposta: B

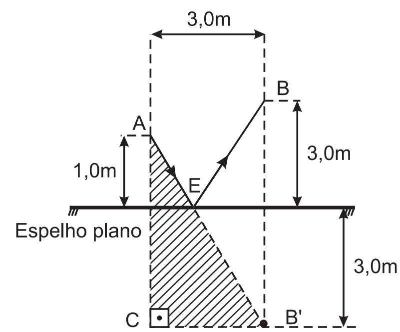
2) a) Reflexão difusa da luz.
b) Agitando-se a superfície da água, esta continua refletindo a luz, porém de maneira difusa.

3)



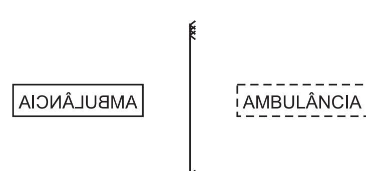
$\boxed{D_{A,A'} = 120cm}$

4)



A distância percorrida pela luz (d) coincide com a extensão do trajeto AEB.
d = AE + EB
Sendo EB = EB' (simetria), vem:
$d_{AEB} = d_{AEB'}$
Aplicando o Teorema de Pitágoras no ΔACB', temos:
$AB'^2 = AC^2 + CB'^2 \Rightarrow \boxed{AB' = 5{,}0m}$
Resposta: D

5) Nos espelhos planos, imagem e objeto têm mesmas dimensões e são equidistantes em relação à superfície refletora. Quando um objeto é assimétrico, a imagem obtida não é superponível ao mesmo. Assim, objeto e imagem, nos espelhos planos, constituem figuras enantiomorfas.



Resposta: D

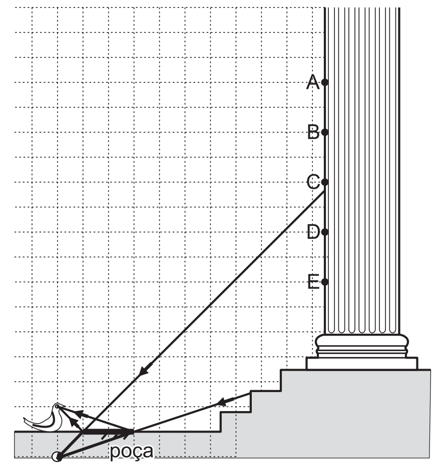
6) A imagem observada é a enantiomorfa de USP.

Resposta: D

MÓDULO 6

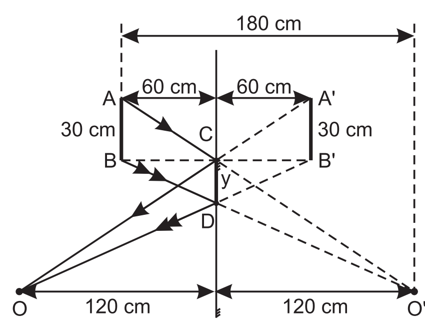
CAMPO VISUAL

1) Determinando o campo visual da pomba em relação ao espelho plano, temos:



Por reflexão na poça, a pomba verá os pontos D e E.
Resposta: E

2) Por simetria, temos:

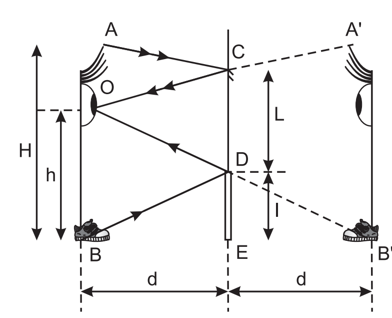


O triângulo OCD é semelhante ao triângulo OA'B':

$$\frac{y}{120} = \frac{30}{180} \Rightarrow \boxed{y = 20 \text{ cm}}$$

Resposta: B

3)



H = 1,80m h = 1,70m

(1) Da figura: Δ O A' B' ~ Δ O C D

$$\frac{L}{H} = \frac{d}{2d} \Rightarrow \boxed{L = \frac{H}{2}}$$

Assim, a altura mínima do espelho é

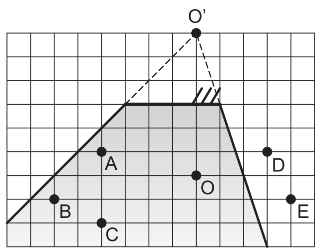
$$\boxed{L = 0{,}90m}$$

(2) Da figura: ΔOBB' ~ ΔDEB'

$$\frac{I}{h} = \frac{d}{2d} \Rightarrow \boxed{I = \frac{h}{2}}$$

Assim, a altura do espelho em relação ao solo é $\boxed{I = 0{,}85m}$

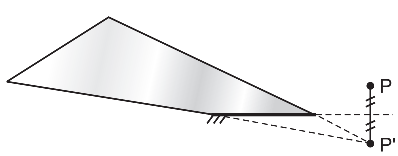
4) A forma prática de se obter o campo visível de um espelho plano, para a posição do observador, é expressa na figura a seguir.



campo visual

No campo visual do espelho, para a situação específica, encontramos os pontos: A, B e C.
Resposta: C

5)



MÓDULO 7
TRANSLAÇÃO DO ESPELHO PLANO

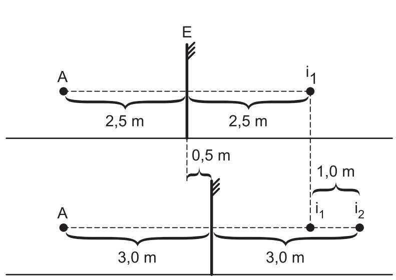
1) Resposta: D

2) Quando um espelho plano se translada com velocidade de módulo V, afastando-se de um objeto fixo, a sua imagem se deslocará com velocidade de módulo *2V*, em relação ao objeto, *afastando-se* (afastando-se/aproximando-se) dele.

3) $V_{IM} = -V_{OB}$

$V_{IM} = -1{,}5m/s$

4)



(1) Deslocamento da imagem em relação ao objeto: 1,0m

(2) Distância da imagem ao espelho: 3,0m

Resposta: C

5) (1) Se o espelho estivesse parado e apenas a moto M se movesse com velocidade escalar igual a 60km/h, a sua imagem M' teria velocidade escalar $V_1 = -60km/h$.

(2) Se a moto estivesse parada e apenas o espelho se movesse com velocidade escalar de 40km/h, a sua imagem M' teria velocidade escalar $V_2 = 80km/h$.

(3) A velocidade escalar da imagem M', em relação à estrada, será dada por $V_{M'} = V_1 + V_2 = 20km/h$.

MÓDULO 8
ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS

1) $$\boxed{N = \frac{360°}{\alpha} - 1}$$

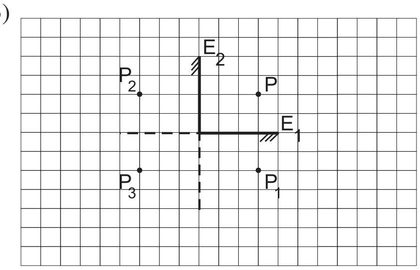
$$N = \frac{360°}{60°} - 1 \quad \boxed{N = 5 \text{ imagens}}$$

Resposta: C

2) $$\boxed{N = \frac{360°}{\alpha} - 1}$$

$$35 = \frac{360°}{\alpha} - 1 \Rightarrow \boxed{\alpha = 10°}$$

3)



a) $N = \dfrac{360°}{\alpha} - 1$

$$N = \frac{360°}{90°} - 1 \Rightarrow \boxed{N = 3 \text{ imagens}}$$

b) Figura

c) P_1 e P_2 são enantiomorfas (obtidas por uma reflexão).

P_3 é idêntica ao objeto (obtida por dupla reflexão).

4) I) $$\boxed{N = \frac{360°}{\alpha} - 1}$$

N = 11 imagens (Falsa)

II) 1ª e 2ª imagens: 1ª reflexão → enantiomorfas

3ª e 4ª imagens: 2ª reflexão → superponíveis

5ª e 6ª imagens: 3ª reflexão → enantiomorfas

7ª e 8ª imagens: 4ª reflexão → superponíveis

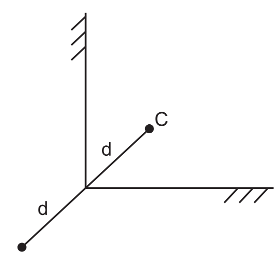
9ª e 10ª imagens: 5ª reflexão → enantiomorfas

11ª imagem: 6ª reflexão → superponível (Falsa)

III) Falsa

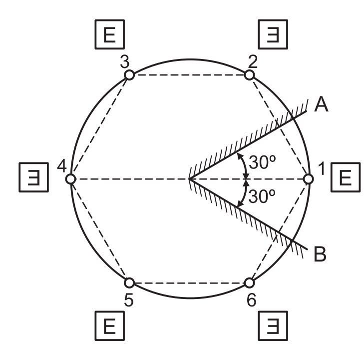
IV) Verdadeira

5)



Resposta: C

6) As imagens 2,3,4,5 e 6 e o objeto 1 estão posicionadas nos vértices do hexágono inscrito na circunferência da figura.



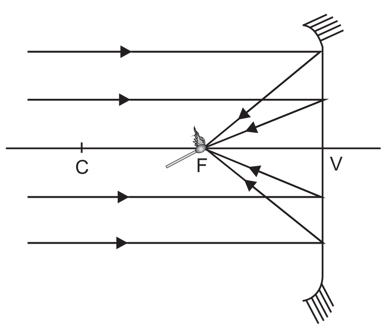
Para efeito ilustrativo, se o objeto fosse um cartão com a letra E, as imagens 2, 6 e 4 seriam enantiomorfas, sendo representadas por $\boxed{\text{Ǝ}}$. As imagens 3 e 5 voltariam à situação inicial $\boxed{\text{E}}$.
Assim, nas imagens 3 e 5, poderemos ler os dizeres ORDEM E PROGRESSO na ordem adequada para leitura.
Respostas: 3 e 5

MÓDULO 9
ESPELHOS ESFÉRICOS

1) I. Correta II. Correta
III. Incorreta.
"Todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo óptico principal reflete-se numa direção que passa pelo foco principal."
Resposta: C

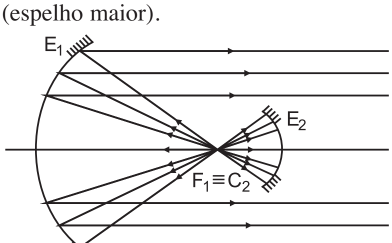
2) Para um Espelho Esférico de Gauss, temos
(1) Todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal reflete-se numa direção que passa pelo foco principal.
(2) Todo raio de luz que incide no vértice do espelho esférico reflete-se simetricamente em relação ao eixo principal.
(3) Todo raio de luz que incide numa direção que passa pelo centro de curvatura do espelho esférico reflete-se sobre si mesmo.
Isto posto, conclui-se que estão representados corretamente apenas os raios I e II.
Resposta: A

3) Os raios de luz, provenientes do Sol, podem ser considerados praticamente paralelos. Admitindo-se válidas as condições de Gauss, podemos afirmar que todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo óptico principal reflete-se numa direção que passa pelo foco principal. Assim, temos



Resposta: E

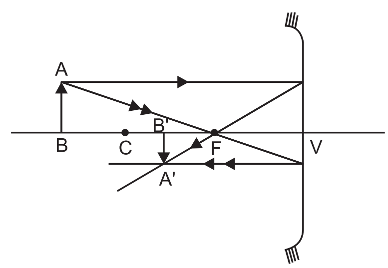
4) A fonte luminosa deve estar posicionada no centro de curvatura do espelho E_2 (espelho menor) e no foco do espelho E_1 (espelho maior).



Devemos lembrar que, nas condições de Gauss, o raio de luz que passa pelo centro de curvatura de um espelho esférico reflete-se, voltando sobre si próprio, e o raio de luz que passa pelo foco principal retorna paralelo ao eixo principal do espelho.
Resposta: E

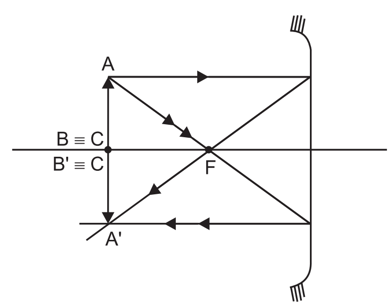
MÓDULO 10
CONSTRUÇÃO GRÁFICA DA IMAGEM DE UM PEQUENO OBJETO FRONTAL

1)



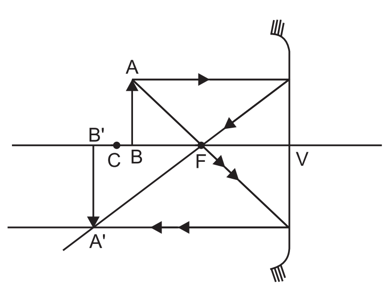
Real; invertida; menor

2)



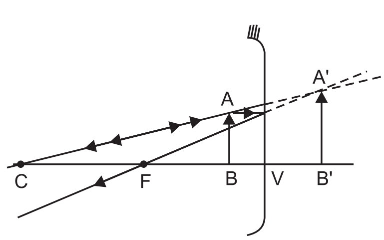
Real; invertida; igual

3)



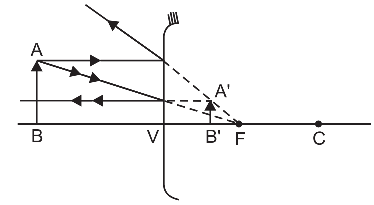
Real; invertida; maior

4)



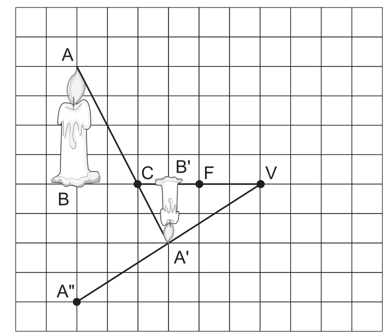
Virtual; direita; maior

5)



Virtual; direita; menor

6) a) Côncavo, pois objeto e imagem são reais.
b) Figura.



MÓDULO 11
EQUAÇÃO DE GAUSS

1) (1) A distância focal é dada por:

$$f = \frac{R}{2} = \frac{30}{2} = 15\text{cm}$$

(2) Da Equação de Gauss, vem:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{60} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{15} - \frac{1}{60}$$

$$\boxed{p' = 20\text{cm}}$$

Resposta: B

2) $$\boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}}$$

p = 5,0cm

f = 10cm

$$\frac{1}{5{,}0} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{10} \Rightarrow p' = -10\text{cm}$$

(p' < 0: imagem virtual, a 10cm do vértice)

3) $f < 0$ (Esp. Convexo)

$$\boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}}$$

$p = 10cm$

$f = –10cm$

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{-10} \Rightarrow p' = -5{,}0cm$$

($p' < 0$: imagem virtual, a 5,0cm do vértice)

4) $$\boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}} \quad \begin{cases} f = 20cm \\ p_1 = 100cm \\ p_2 = 30cm \end{cases}$$

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{p'_1} = \frac{1}{20} \Rightarrow p'_1 = 25cm$$

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{p'_2} = \frac{1}{20} \Rightarrow p'_2 = 60cm$$

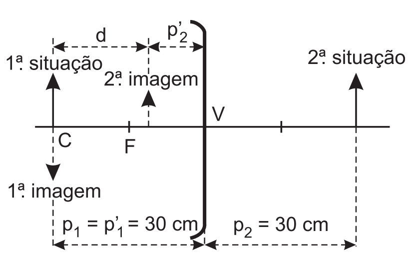
$$V_{imagem} = \frac{\Delta p'}{\Delta t} \Rightarrow V_{imagem} = \frac{35}{5{,}0} \left(\frac{cm}{s}\right)$$

$$\boxed{V_{imagem} = 7{,}0cm/s}$$

Resposta: B

5) Imagem direita e reduzida somente é obtida com espelho esférico convexo. Assim, basta colocar o objeto próximo ao eixo principal do espelho convexo, a qualquer distância do espelho.
Resposta: E

6)



A distância focal da calota esférica é dada por:

$$f = \frac{R}{2} = \frac{30}{2} \ (cm)$$

$$\boxed{\mathbf{f = 15cm}}$$

a) **1ª situação**
(Calota esférica utilizada como espelho côncavo)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'_1}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{30} + \frac{1}{p'_1} \Rightarrow \boxed{\mathbf{p'_1 = 30cm}}$$

2ª situação
(Calota esférica utilizada como espelho convexo)

$$\frac{1}{-15} = \frac{1}{30} + \frac{1}{p'_2}$$

$$\boxed{\mathbf{p'_2 = -10cm}}$$

A distância d será dada por:
$d = | p'_1 | – | p'_2 |$

$d = 30 – 10$ (cm) $\quad \boxed{\mathbf{d = 20\ cm}}$

b) Utilizando a expressão do aumento linear transversal, vem:

$$\frac{i}{o} = \frac{p'}{p}$$

Para a 1ª situação:

$$\frac{i_1}{5{,}0} = \frac{-30}{30} \Rightarrow \boxed{\mathbf{i_1 = -5{,}0cm}}$$

(imagem invertida)

Para a 2ª situação:

$$\frac{i_2}{5{,}0} = \frac{-(10)}{30} \Rightarrow \boxed{\mathbf{i_2 = + \frac{5{,}0}{3}\ cm}}$$

(imagem direita)

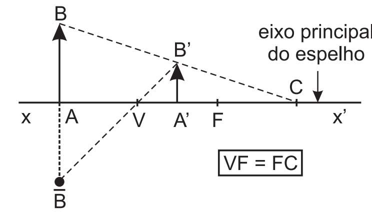
A relação pedida, em módulo, é:

$$\boxed{\mathbf{\frac{| i_1 |}{| i_2 |} = 3}}$$

Respostas: a) 20 cm
b) 3

7) a) Para obter a posição do centro de curvatura (C), basta lembrarmos que o ponto objeto (B), o ponto imagem (B') e o centro de curvatura (C) estão sempre alinhados e o ponto C pertence ao eixo principal xx'.
b) Para obter a posição do vértice (V), lembremos que o raio incidente, passando por B e por V, origina um raio refletido passando por B' (imagem de B) e pelo ponto $\bar{B}$, simétrico de B em relação ao eixo principal. E lembremos, ainda, que o ponto V pertence ao eixo principal xx'.
c) Tendo a posição do centro da curvatura (C) e do vértice (V), o foco (F) será o ponto médio do segmento CV.

Construção gráfica:



Observa-se, pela posição do espelho (ponto V), que a imagem (A'B') é virtual (atrás do espelho).

MÓDULO 12
EQUAÇÃO DE GAUSS – AUMENTO LINEAR TRANSVERSAL

1) a) Imagem projetável, portanto real e invertida.

b) $\begin{cases} y' = -10cm \\ f = 15cm \\ p' = 90cm \end{cases}$

$$\boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{90} = \frac{1}{15} \ (cm)$$

$p = 18cm$

$$\boxed{\frac{y'}{y} = \frac{-p'}{p}} \Rightarrow \frac{-10}{y} = \frac{-90}{18} \ (cm)$$

$y = 2{,}0cm$

2) $f = \dfrac{R}{2} \Rightarrow f = 6{,}0cm$

$p = 4{,}0cm$

$$\boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}}$$

$$\frac{1}{4{,}0} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{6{,}0} \ (cm)$$

$p' = –12cm$

$$A = \frac{-p'}{p} \Rightarrow A = \frac{-(-12)}{4{,}0} \Rightarrow A = 3{,}0$$

Resposta: D

3) (1) $\boxed{A = +1{,}0}$

(2) $A = \dfrac{f}{f - p} \Rightarrow A = \dfrac{10}{10 - 20}$

$$\boxed{A = -1{,}0}$$

(3) $A = \dfrac{f}{f - p}$

$$A = \frac{-5,0}{-5,0 - 20} = \frac{-5,0}{-25}$$

$$\boxed{A = +0,20}$$

4) $\boxed{\dfrac{y'}{y} = \dfrac{f}{f - p}}$

Imagem projetável, portanto real e invertida.

$$-\frac{2,5}{10} = \frac{f}{f - 20}$$

$-4,0f = f - 20$

$\boxed{f = 4,0cm}$ (f > 0: espelho côncavo)

5) a) Toda imagem real é invertida, se o objeto for real.
b) Somente espelho côncavo conjuga imagem real para objeto real.
c) $\boxed{A = \dfrac{f}{f - p}}$

$$-5 = \frac{f}{f - 42} \Rightarrow \boxed{f = 35cm}$$

6) Do texto, temos:
A = + 2 (imagem virtual e direita)
p + | p' | = 45cm
Assim:

$$A = \frac{-p'}{p} = +2 \Rightarrow p' = -2p$$

p + 2p = 45cm

Atenção para o módulo.

3p = 45cm

p = 15cm

Portanto:

$$A = \frac{f}{f - p}$$

$$+2 = \frac{f}{f - 15}$$

2f – 30 = f

$\boxed{f = + 30cm}$

Resposta: C

7) (1) Usando-se a face <u>convexa.</u>
$f_1 = -30cm$
Assim:

$$A = \frac{i}{o} = \frac{f}{f - p}$$

$$i_1 = \frac{-30}{(-30 - p)} \,.\, o = \frac{30}{(30 + p)} \,.\, o$$

(2) Usando-se a face <u>côncava</u>.
$f_2 = +30cm$
Assim:

$$A = \frac{i}{o} = \frac{f}{f - p}$$

$$i_2 = \frac{30}{(30 - p)} \,.\, o$$

(3) Como $i_2 = 2\, i_1$ (ambas as imagens são direitas), temos:

$$\frac{30}{(30 - p)} \,.\, o = 2\, \frac{30}{(30 + p)} \,.\, o$$

$$\frac{1}{30 - p} = \frac{2}{30 + p}$$

30 + p = 60 – 2p
3p = 30

$\boxed{p = + 10cm}$

Resposta: 10cm

8) Do texto, temos:
A = + 2 (imagem virtual e direita)
p + | p' | = 45cm
Assim:

$$A = \frac{-p'}{p} = +2 \Rightarrow p' = -2p$$

p + 2p = 45cm
Atenção para o módulo.
3p = 45cm
p = 15cm
Portanto:

$$A = \frac{f}{f - p}$$

$$+2 = \frac{f}{f - 15}$$

2f – 30 = f

$\boxed{f = + 30cm}$

Resposta: C

9) a) Côncavo. Nos espelhos convexos, a imagem é sempre reduzida.
b) 1) Imagem virtual, imagem atrás do espelho e direita.
Sendo:
f = + 1m

$$A = \frac{-p'}{p} = +4$$

$$p = -\frac{p'}{4}$$

Aplicando-se a Equação de Gauss, vem:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$-\frac{1}{\frac{p'}{4}} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{1}$$

$$-\frac{4}{p'} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{1}$$

$$-\frac{3}{p'} = \frac{1}{1}$$

$\boxed{p' = -3m}$

A imagem encontra-se a 3m do vértice do espelho, atrás do espelho.

2) Imagem real, imagem na frente do espelho e invertida.

$$A = \frac{-p'}{p} = -4$$

$$p = \frac{p'}{4}$$

Equação de Gauss:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{4}{p'} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{1}$$

$$\frac{5}{p'} = \frac{1}{1}$$

$\boxed{p' = + 5m}$

A imagem encontra-se a 5m do vértice do espelho, na frente do espelho.

Respostas: a) côncavo
b) –3m e +5m

10) a) Temos uma imagem real (p' = +40 cm) formada por um espelho côncavo de distância focal igual a 30 cm (f = +30 cm).
A posição (p) do objeto, em relação ao espelho, será dada pela Equação de Gauss:

$$\boxed{\mathbf{\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}}}$$

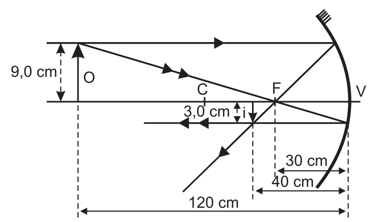
$$\frac{1}{30} = \frac{1}{p} + \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{30} - \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{4-3}{120} \Rightarrow \boxed{p = +120\text{cm}}$$

O objeto encontra-se a 120 cm do espelho, em frente a ele.

b) O esquema solicitado é:



O tamanho do objeto pode ser determinado pela equação do aumento linear transversal.

$$\boxed{\mathbf{A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}}}$$

$$\frac{-3{,}0}{o} = \frac{-40}{120} \quad \boxed{o = 9{,}0\text{cm}}$$

Respostas: a) 120 cm
b) ver figura

MÓDULO 13
ÍNDICE DE REFRAÇÃO E LEIS DA REFRAÇÃO

1) Resposta: B

2) $$\boxed{n = \frac{c}{V}}$$

$$n = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{2{,}0 \cdot 10^8}\ \frac{(m/s)}{(m/s)} \Rightarrow n = 1{,}5$$

3) $$\boxed{n = \frac{c}{V}}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{3 \cdot 10^8}{V} \Rightarrow \boxed{V = 2{,}25 \cdot 10^8 m/s}$$

4) (1) $n_1 \cdot \text{sen } 30° = n_2 \cdot \text{sen } 45°$

$$2{,}0 \cdot \frac{1}{2} = n_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

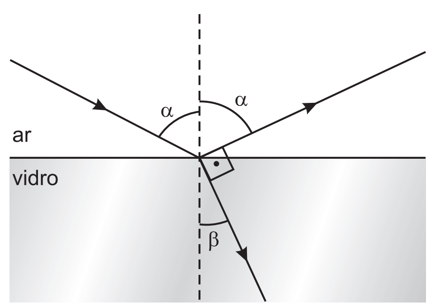
$$\boxed{n_2 = \sqrt{2}}$$

(2) Da figura, sabemos que: $i < r$.
Assim: $i < r \Rightarrow V_1 < V_2$
(O ângulo com a normal e a intensidade da velocidade variam no mesmo sentido.)
Portanto, o módulo da velocidade de propagação da luz é maior no meio 2.

5) Resposta: D

6) Ao ser mergulhado no tetracloretileno ($C_2C\ell_4$), o bastão fica invisível porque o índice de refração absoluto do vidro que o constitui é igual ao do tetracloretileno. Do ponto de vista óptico, os dois meios comportam-se como se fossem um só, ou seja, entre esses meios há continuidade óptica.
Resposta: D

7) O esquema a seguir ilustra a situação proposta:



Lei de Snell:

$n_{ar} \text{ sen } \alpha = n_{vidro} \text{ sen } \beta$

Sendo $\alpha + \beta = 90°$ ou $\beta = 90° - \alpha$, vem:

$n_{ar} \text{ sen } \alpha = n_{vidro} \text{ sen } (90° - \alpha)$

Como $\text{sen } (90° - \alpha) = \cos \alpha$, tem-se que:

$n_{ar} \text{ sen } \alpha = n_{vidro} \cos \alpha$

$$\frac{\text{sen } \alpha}{\cos \alpha} = \frac{n_{vidro}}{n_{ar}}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{\sqrt{3}}{1{,}0}$$

Da qual: $\boxed{\alpha = 60°}$

Resposta: D

MÓDULO 14
ÍNDICE DE REFRAÇÃO E LEIS DA REFRAÇÃO

1) $$\boxed{n_{vidro,\, água} = \frac{n_{vidro}}{n_{água}}}$$

$$n_{v,\,a} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} \Rightarrow n_{v,\,a} = \frac{9}{8}$$

2) a) Diamante (maior índice de refração absoluto).

b) $n = \frac{c}{V} \Rightarrow 1{,}5 = \frac{3{,}0 \times 10^8}{V}$

$V = 2{,}0 \times 10^8 m/s$

c) O raio de luz afasta-se da normal, pois está se propagando do meio mais refringente para o meio menos refringente ($n_D > n_Q$).

3) a) $n_A \text{ sen } i = n_B \text{ sen } r$

$\sqrt{6} \cdot 1/2 = \sqrt{2} \cdot \text{sen } r$

$\boxed{r = 60°}$

b) $n_{A,B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{2}}$

$\boxed{n_{A,B} = \sqrt{3}}$

4) a) $n_A \cdot \text{sen } i = n_B \cdot \text{sen } r$

$n_A \cdot \text{sen } 60° = n_B \cdot \text{sen } 30°$

$$n_A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = n_B \cdot \frac{1}{2}$$

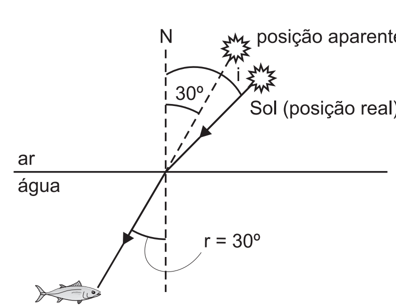
$$\boxed{\frac{n_B}{n_A} = \sqrt{3}}$$

b) $$\frac{V_B}{V_A} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{1}{n_{B,A}}$$

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\boxed{\frac{V_B}{V_A} = \frac{\sqrt{3}}{3}}$$

5)



$n_{ar} \cdot \text{sen } i = n_{água} \cdot \text{sen } r$

$1 \cdot \text{sen } i = \sqrt{2} \cdot \text{sen } 30°$

$\text{sen } i = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{i = 45°}$

MÓDULO 15
ÍNDICE DE REFRAÇÃO E LEIS DA REFRAÇÃO

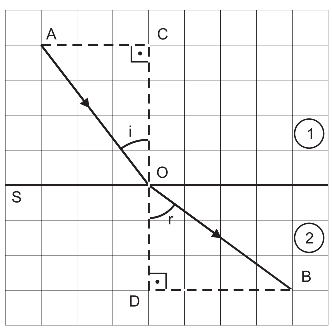
1) a) $\text{sen } i \cdot n_{AR} = \text{sen } r \cdot n_X$
$\text{sen } 45° \cdot 1 = \text{sen } 30° \cdot n_X$

$$\boxed{n_X = \sqrt{2}}$$

b) $\dfrac{V_x}{V_{AR}} = \dfrac{n_{AR}}{n_X} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$

$$\boxed{\dfrac{V_x}{V_{AR}} = \dfrac{\sqrt{2}}{2}}$$

2)



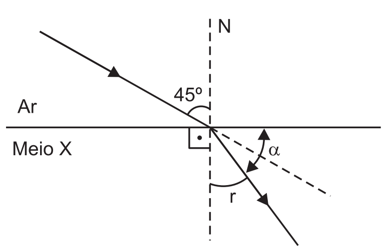
$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r$

$n_1 \cdot \dfrac{AC}{\cancel{AO}} = n_2 \cdot \dfrac{BD}{\cancel{BO}}$

$n_1 \cdot 3 = n_2 \cdot 4$

$$\boxed{\dfrac{n_2}{n_1} = \dfrac{3}{4}}$$

3)



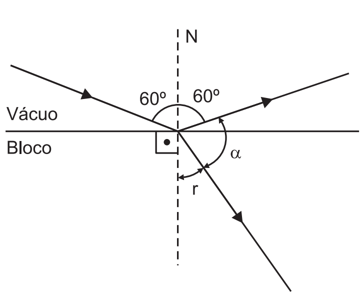
(1) $n_{ar} \cdot \text{sen } i = n_x \cdot \text{sen } r$
$1{,}0 \cdot \text{sen } 45° = \sqrt{2{,}0} \cdot \text{sen } r$

$\text{sen } r = \dfrac{1}{2} \Rightarrow r = 30°$

(2) $\alpha = 90° - r$

$$\boxed{\alpha = 60°}$$

4)



$n_A \cdot \text{sen } i = n_B \cdot \text{sen } r$

$1 \cdot \text{sen } 60° = \sqrt{3} \cdot \text{sen } r$

$\text{sen } r = \dfrac{1}{2}$

$r = 30°$

Da figura:
$r + \alpha + 60° = 180°$

$$\boxed{\alpha = 90°}$$

Resposta: D

5) 01) ERRADA.
A luz tem comportamento dual, podendo apresentar caráter corpuscular em alguns fenômenos e ondulatório em outros.

02) ERRADA.
A intensidade da velocidade da luz é inversamente proporcional ao índice absoluto de refração do meio em que ela se propaga.

$$\boxed{V = \dfrac{c}{n}}$$

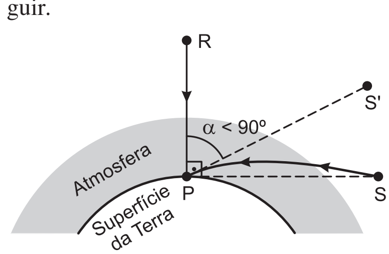
04) CORRETA.
O efeito observado é explicado pela refração da luz nos elementos do sistema.

08) ERRADA.
A velocidade da luz na água tem intensidade menor que no ar.

16) CORRETA.
Refração é o fenômeno que consiste em uma onda passar de um meio para outro.

Resposta: 20

6) O ângulo α formado pelas linhas de visada que apontam para as estrelas R e S é menor que 90°. É importante notar que as camadas de ar mais próximas da crosta terrestre são mais densas e refringentes que aquelas situadas em altitudes maiores, que são mais rarefeitas e menos refringentes. Por isso, ao refratar-se através da atmosfera, a luz segue trajetórias semelhantes às que representamos a seguir.



Resposta: Menor (ver figura)

MÓDULO 16
REFLEXÃO TOTAL

1) Resposta: E

2) Para que ocorra o fenômeno da reflexão total, duas condições devem ser satisfeitas:
(1) A luz deve estar se propagando do meio mais refringente para o meio menos refringente.
(2) O ângulo de incidência deve superar o ângulo limite.
Portanto, temos: $n_x > n_y$

Resposta: D

3) $\text{sen } L = \dfrac{n_{menor}}{n_{maior}} = \dfrac{n_{ar}}{n_{vidro}}$

$\text{sen } L = \dfrac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{L = 45°}$

Para que ocorra reflexão total:

1. O raio deve propagar-se no sentido vidro-ar.

2. O ângulo de incidência deve ser maior que 45° (i > L).

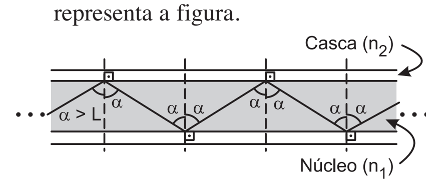
4) a) $\text{sen } L = \dfrac{n_{menor}}{n_{maior}} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$

$$\boxed{L = 45°}$$

b) $\text{tg } L = \dfrac{r}{H} \Rightarrow 1 = \dfrac{r}{1{,}0\text{m}}$

$$\boxed{r = 1{,}0\text{m}}$$

5) A radiação sofre sucessivas reflexões totais ao longo da fibra óptica, conforme representa a figura.



(I) $n_1 > n_2$

(II) $\text{sen } L = \dfrac{n_2}{n_1}$

(III) $\alpha > L \Rightarrow$ reflexão total

Resposta: B