IME – CEE 88/89	FÍSICA		FOLHA 7

1a. QUESTÃO VALOR: 1,0

Um carro de corrida de Fórmula 1 parte do repouso, atinge a velocidade de 216 km/h, freia e para no tempo total de 30 segundos.

O coeficiente de atrito entre as rodas e a estrada, que é explorado ao limite durante a frenagem, é $\mu = 0,5$.

Sabendo que as acelerações, no período de velocidade crescente e no período de frenagem, são constantes, determine:

a) a aceleração durante o período em que a velocidade está aumentando;

b) a distância total percorrida ao longo dos 30 segundos.

DADO: $g = 10\ m/s^2$

SOLUÇÃO

2a. QUESTÃO VALOR: 1,0

Um astronauta em traje espacial e completamente equipado pode dar pulos verticais de 0,5 m na Terra. Determine a altura máxima que o astronauta poderá pular em um outro planeta, sabendo-se que o seu diâmetro é um quarto do da Terra e sua massa específica dois terços da terrestre. Considere que o astronauta salte em ambos os planetas com a mesma velocidade inicial.

SOLUÇÃO

IME – CEE 88/89	FÍSICA		FOLHA 8

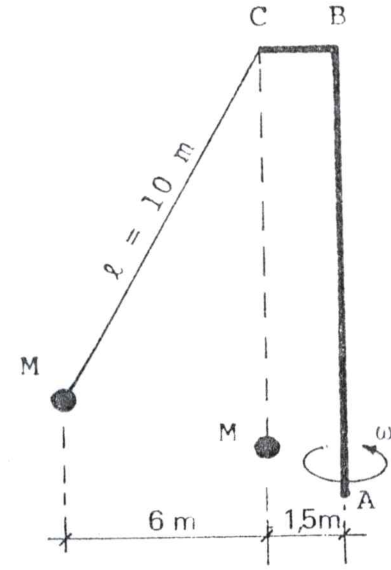
3a. QUESTÃO VALOR: 1,0

Uma massa M = 20 kg é suspensa por um fio de comprimento ℓ = 10m, inextensível e sem peso, conforme mostra a figura. A barra ABC gira em torno de seu eixo vertical com velocidade angular constante de forma que o fio atinge a posição indicada. Determine:

a) a velocidade angular da barra;

b) a tração no fio.

DADO: $g = 10\ m/s^2$



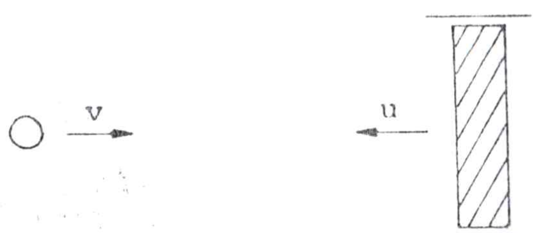
SOLUÇÃO

4a. QUESTÃO VALOR: 1,0

Uma bola elástica de massa M move-se, com velocidade v, na direção de um anteparo que se move no sentido contrário, com velocidade u. Considere a massa do anteparo como infinitamente grande quando comparada com a massa da bola. Determine:

a) a velocidade da bola depois do choque;

b) o trabalho das forças elásticas durante o choque.



SOLUÇÃO

IME – CEE 88/89	FÍSICA		FOLHA 9

5a. QUESTÃO — VALOR: 1,0

Dois recipientes, condutores de calor, de mesmo volume, são interligados por um tubo de volume desprezível e contêm um gás ideal, inicialmente a 23° C e $1,5 \times 10^{5}$ Pa. Um dos recipientes é mergulhado em um líquido a 127° C, enquanto que o outro, simultaneamente, é mergulhado em oxigênio líquido a $- 173^{\circ}$ C. Determine a pressão de equilíbrio do gás. Considere 0° C = 273 K.

SOLUÇÃO

6a. QUESTÃO — VALOR: 1,0

Três líquidos distintos são mantidos à $T_1 = 15^{\circ}$ C, $T_2 = 20^{\circ}$ C e $T_3 = 25^{\circ}$ C. Misturando os dois primeiros na razão 1:1, em massa, obtém-se uma temperatura de equilíbrio de 18° C. Procedendo da mesma forma com os líquidos 2 e 3 ter-se-ia uma temperatura final de 24° C. Determine a temperatura de equilíbrio se o primeiro e o terceiro líquido forem misturados na razão 3:1 em massa.

SOLUÇÃO

IME – CEE 88/89	FÍSICA		FOLHA 10

7a. QUESTÃO

VALOR: 1,0

A tensão E(t), definida pelo gráfico mostrado na figura 2 é aplicada ao circuito da figura 1, cujos componentes resistivos, invariantes no tempo, são definidos pelas curvas características dadas abaixo (figura 3 e 4).

Esboce a forma de onda da corrente i(t), total, do circuito, em função do tempo.

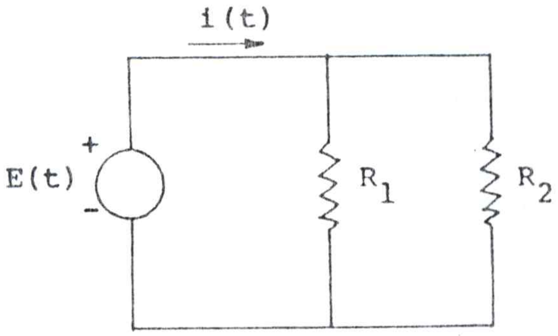


figura 1

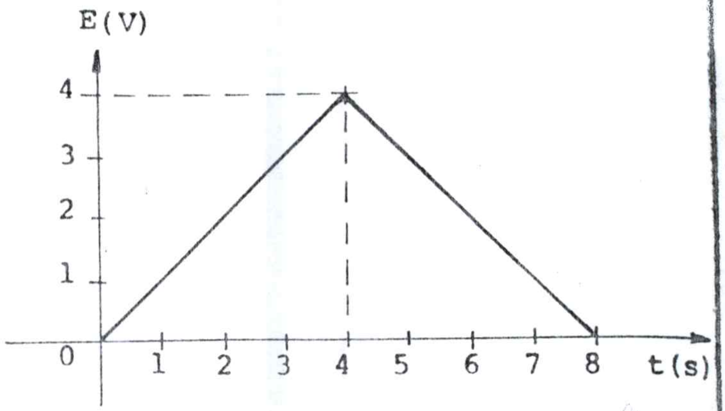


figura 2

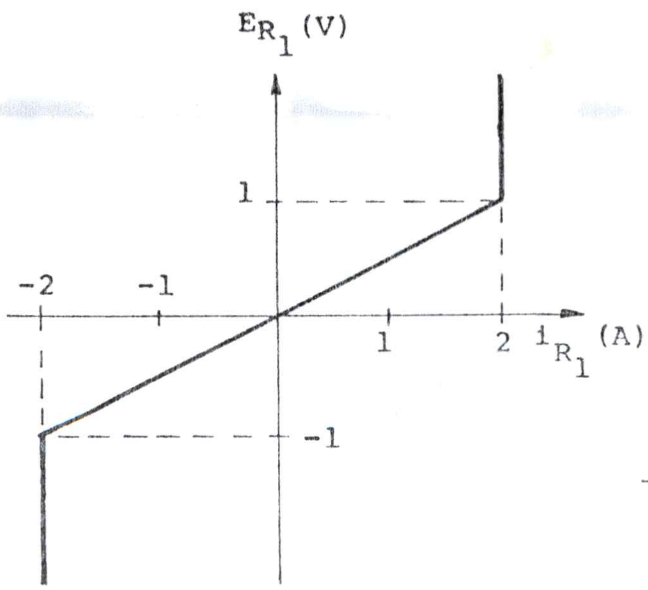
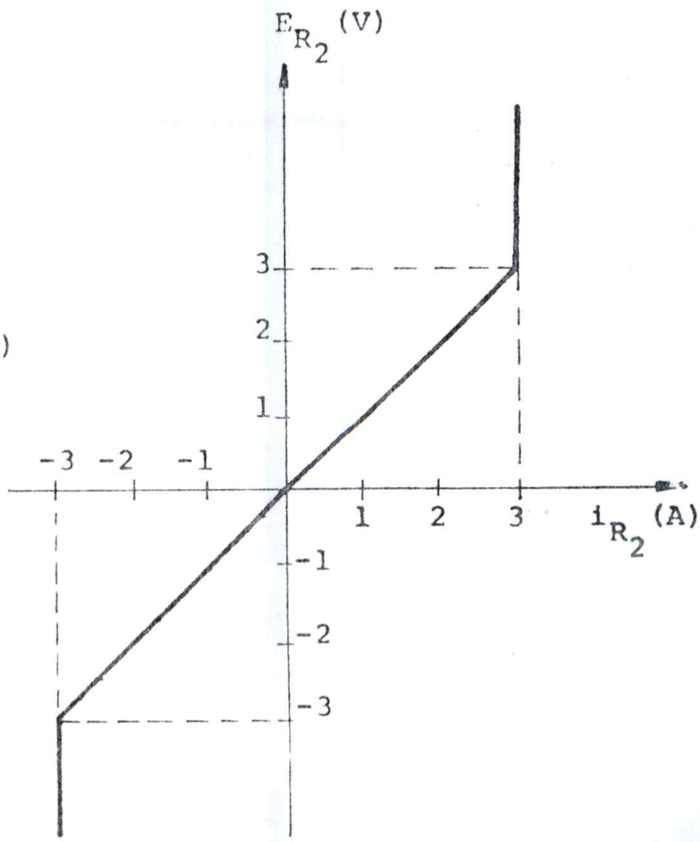


figura 3



8a. QUESTÃO VALOR: 1,0

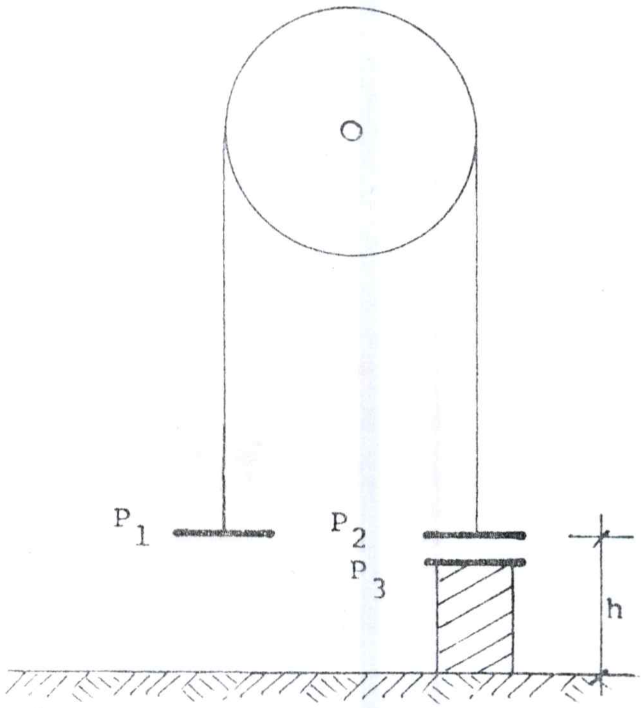
Na figura abaixo, P_1, P_2 e P_3 são três placas metálicas de mesma área, tendo P_1 massa M_1 e P_2 massa M_2 ($M_1 > M_2$). A placa P_3, paralela a P_2, está fixa num pedestal isolante. O fio que liga P_1 a P_2 é isolante e de massa desprezível.

Na situação inicial (a da figura), a capacitância entre P_2 e P_3 é C_0.

Determine a expressão literal da capacitância C entre P_2 e P_3 quando P_2 atingir a altura máxima em relação ao solo.

DADOS:

- Aceleração da gravidade: g
- Distância inicial entre P_2 e P_3: d_o
- Altura inicial de P_1 e P_2 em relação ao solo: h



SOLUÇÃO

IME – CEE 88/89	FÍSICA		FOLHA 12

9a. QUESTÃO VALOR: 1,0

Um raio de luz parte do ponto A formando um ângulo α com a normal à superfície de separação entre os meios 1 e 2. Após atravessar os meios 1, 2 e 3 cujos índices de refração são n_1, n_2 e n_3 respectivamente, o raio atinge um anteparo. Sabe-se que $n_3 = n_1$.

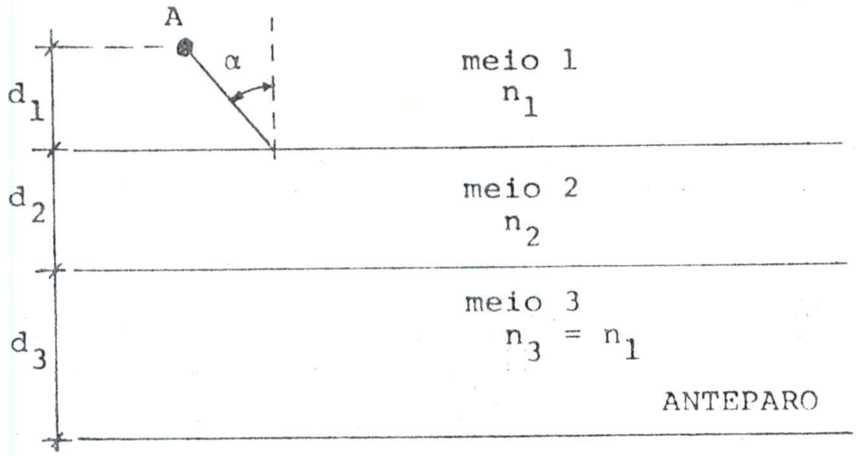
As superfícies de separação entre os meios e o anteparo são paralelas, conforme mostra a figura.

A velocidade da luz no vácuo é c.

Determine:

a) a distância percorrida pelo raio de luz até atingir o anteparo;

b) o tempo gasto pela luz para percorrer a distância calculada acima.



SOLUÇÃO

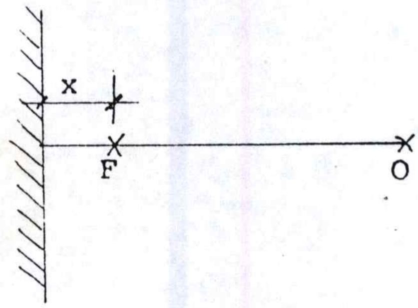
IME – CEE 88/89	FÍSICA		FOLHA 13

10a. QUESTÃO VALOR: 1,0

Uma fonte sonora F produz um som puro com uma frequência que po de ser variada. O observador O está situado de modo que $\overline{OF}$ seja perpendicular à uma parede refletora distante x de F. Determine as duas frequências mais baixas para as quais o som ouvido por O tenha intensidade máxima.

DADOS: velocidade do som = 340 m/s

x = 1 m



SOLUÇÃO

Resoluções

I M E – Física 1989

01- Um carro de corrida de Fórmula 1 parte do repouso, atinge a velocidade de 216 km/h, freia e pára no tempo total de 30 segundos. O coeficiente de atrito entre as rodas e a estrada, que é explorado ao limite durante a frenagem, é $\mu = 0{,}5$. Sabendo que as acelerações, no período de velocidade crescente e no período de frenagem, são constantes, determine:

(A) a aceleração durante o período em que a velocidade está aumentando;

(B) a distância total percorrida ao longo dos 30 segundos.

Dado: g = 10 m/s²

Resolução:-

(A) Como $F_A = \mu P$ temos - ma = μmg (o sinal – indica que a força é oposta ao sentido do movimento)

$a = -\mu g = -0{,}5.10 = -5\ m/s^2$.

Como a velocidade inicial na frenagem é 216 km/h = 216 : 3,6 = 60 m/s, o tempo gasto para parar é, de

v = vo + at, é t = (0 – 60)/-5 = 12 seg.

Tendo sido gastos 30 segundos no movimento total, o tempo de aceleração foi de 30 – 12 = 18 s

a aceleração até atingir os 216 km/h foi de a = (60 – 0)/18 = **3,3 m/s²** ou a = (216 – 0)/18 = **12 km/h-s.**

(B) Δs = (v + v0).t1/2 + (v + vf)t2/2 = (0 + 60)12/2 + (60 + 0).18/2 = 60.6 + 60.9 = 60.15 = **900 m**

---

02 - Um astronauta em traje espacial e completamente equipado pode dar pulos verticais de 0,5 m na Terra. Determine a altura máxima que o astronauta poderá pular em outro planeta, sabendo-se que o seu diâmetro é um quarto do da Terra, e sua massa específica dois terços da terrestre.

Considere que o astronauta salte em ambos os planetas com a mesma velocidade inicial.

Resolução: a aceleração da gravidade na superfície de um planeta é dada por g = GM/R2. Fazendo M = V.ρ teremos $M = (4/3)\pi R^3.\rho$. Substituindo o valor de M na expressão de g, tem-se $g = G.\ (4/3)\pi R^3\rho/R2$

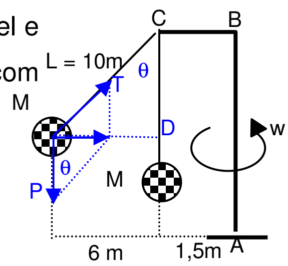
$g = (4/3)\pi R.\rho$.

$g_P = (4/3)\pi RP.\rho P = (4/3)\pi(R_T/4).(\rho_T.2/3). = (4/3)\pi R_T.\rho_T\ (2/12) = (1/6)g_T$.

A altura máxima atingida pelo astronauta depende da velocidade inicial. Esta pode ser a mesma nos dois planetas. Como $v = \sqrt{2gh}$, resulta $g_P h_P = g_T h_T$ $h_T = (g_T/g_P).h_T = (6).0{,}5 =$ **3 m.**

---

03 - Uma massa M = 20 kg é suspensa por um fio de comprimento L= 10 m, inextensível e sem peso, conforme mostra a figura. A barra ABC gira em torno do seu eixo vertical com velocidade angular constante de forma que o fio atinge a posição indicada. Determine:



(A) a velocidade angular da barra;

(B) a tração no fio.

Dado: g = 10 m/s²

Resolução:

(A) As forças que agem sobre a massa M quando em rotação são: a tração T e o peso P = Mg.

A resultante destas duas forças é igual à força centrípeta necessária para manter a rotação. Desta forma tem-se:

$Mv^2/R = Mg$ $v^2 = gR$. Como v = wR, $w^2R^2 = gR$ $w^2 = g/R$ $w^2 = 10/10 = 1$

w =**1 rad/s.**

(B) Da figura tem-se P/T = cos θ.

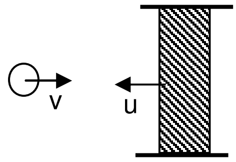
T = P/cos θ = Mg/(CD/MC). Do triângulo CMD, CD2 = CM2 - MD2

CD2 = 102 – 62 = 64

CD = 8 m. Portanto, T = 20.10/(8/10) ➔ 20.100/8 = **250 N.**

---

04 - Uma bola elástica de massa M move-se, com velocidade v, na direção de um anteparo que se move no sentido contrário, com velocidade u. Considere a massa do anteparo como infinitamente grande quando comparada com a massa da bola.



Determine:

(A) a velocidade da bola depois do choque;

(B) o trabalho das forças elásticas durante o choque.

Resolução:-

(A) Sendo elástica a colisão, e considerando M>>>m, a velocidade da bola em relação ao anteparo é v + u. Esta é a velocidade com que a bola sairá para a esquerda após a colisão.

Resposta: v + u para a esquerda.

(B) O trabalho é igual à variação da energia cinética: W = m(v + u)2/2 – mv2/2 = (m/2)[(v2 + 2uv + u2) – v2]

W = (m/2)[(2uv + u^2).

---

05 - Dois recipientes, condutores de calor, de mesmo volume, são interligados por um tubo de volume desprezível e contêm um gás ideal, inicialmente a 23ºC e 1,5.10^5 Pa. Um dos recipientes é mergulhado em um líquido a 127ºC, enquanto que o outro, simultaneamente, é mergulhado em oxigênio líquido a –173ºC. Determine a pressão de equilíbrio do gás. Considere 0ºC = 273 K

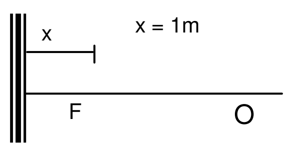
Resolução: Seja V o volume de cada recipiente**.** Inicialmente o número de moles do gás nos dois recipientes é n = P2V/RT. No final teremos: $n_1 = P'V/RT_1$ e $n_2 = P'V/RT_2$. Como não há mudança do número de moles n = n1 + n2 ➔ $\dfrac{P.2V}{R.(23 + 273)} = \dfrac{P'V}{R(127 + 273)} + \dfrac{P'V}{R(-173 + 273)}$ $\quad \dfrac{2P}{296} = \dfrac{P'}{400} + \dfrac{P'}{200}$

2P/296 = 3P'/400

P' = 800P/296.3 = 800.1,5.10^5/296.3 = **1,35 x 10^5 Pa**.

---

06 - Uma fonte sonora F produz um som puro com uma freqüência que pode ser variada. O observador O está situado de modo que OF seja perpendicular a uma parede refletora distante x de F. Determine as duas freqüências mais baixas para as quais o som ouvido por O tenha intensidade máxima.



Dados: velocidade do som = 340 m/s

Resolução: Para que se tenha intensidade máxima deve-se ter uma interferência construtiva entre as ondas refletidas e as ondas emitidas pela fonte. Assim, no momento em que uma crista estiver saindo de F, em direção a O, uma crista da onda refletida na parede deve estar chegando a F. Como ocorre uma inversão da onda na parede, a distância 2x deve corresponder a (n + ½)λ. Como v = λf, para se ter freqüência mínima devemos ter o maior comprimento de onda. Maiores comprimentos de ondas se obtêm para menores valores de n.

Para n = 0, (1/2) λ = 2 λ = 4 m f = v/λ = 340/4 = **85 Hz** e

para n = 1, (1 + ½)λ = 2 λ = 2/(3/2) = 4/3 f = 340/(4/3) = **255 Hz.**

07 - Três líquidos são mantidos a T1 = 15ºC, T2 = 20ºC e T3 = 25ºC. Misturando-se os dois primeiros na razão 1 : 1, em massa, obtém-se uma temperatura de equilíbrio de 18ºC. Procedendo-se da mesma forma com os líquidos 2 e 3 ter-se-ia uma temperatura final de 24ºC.

Determine a temperatura de equilíbrio se o primeiro e terceiro líquidos forem misturados na razão 3 : 1 em massa.

resolução: Na primeira mistura: mc1.(18 – 15) + mc2.(18 – 20) = 0 3c1 = 2c2. (1)

Na segunda mistura: mc2.(24 – 20) + mc3.(24 – 25) = 0 4c2 = c3. (2)

De (1) e (2) tira-se: 2.c1 = c3

Na mistura do primeiro com o terceiro: 3mc1.(T – 15) + mc3.(T – 25) = 0

3mc1.(T – 15) + m.2c1.(T – 25) = 0

3T – 45 + 2T – 50 = 0 5T = 95 **T = 19º C.**

---

08 - A tensão E(t), definida pelo gráfico mostrado na figura 2 é aplicada ao circuito da figura 1, cujos componentes resistivos, invariantes com o tempo, são definidos pelas curvas características dadas abaixo (figuras 3 e 4). Esboce a forma de onda da corrente i(t), total, do circuito em função do tempo

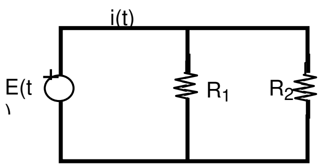


figura 1

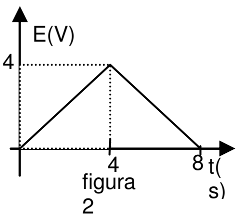


figura 2

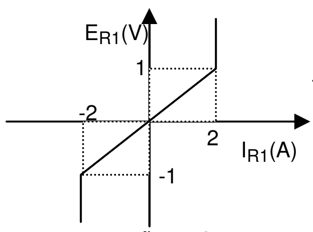


figura 3

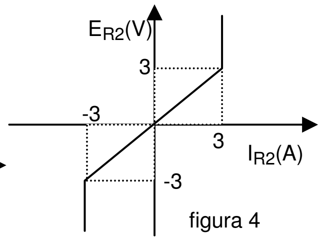


figura 4

Resolução:- Como o gráfico de E(t) são segmentos retos, em cada um dos intervalos 0 a 4 e 4 a 8, a função E(t) tem a forma E(t) = mt + h, sendo m a declividade.

Para o intervalo 0 a 4 s, m = (4 – 0)/(4 – 0) = 1 e o segmento passa por (0, 0) E(t) = 1.t = 0 E(t) = t.

Para o intervalo 4 a 8 s, m = (0 – 4)/(8 – 4) = -1 e o segmento passa por (8, 0) 0 = -1.8 + h h=8

E(t) = -t + 8.

As resistências são R = E/i, que no gráfico 3, vale R_1 = ½ = 0,5 Ω e R_2 = 3/3 = 1 Ω.

Calculando a resistência total tem-se: R = R1.R2/(R1 + R2) = 0,5.1/(0,5 + 1) = 0,5/1,5 Ω. = (1/3) Ω.

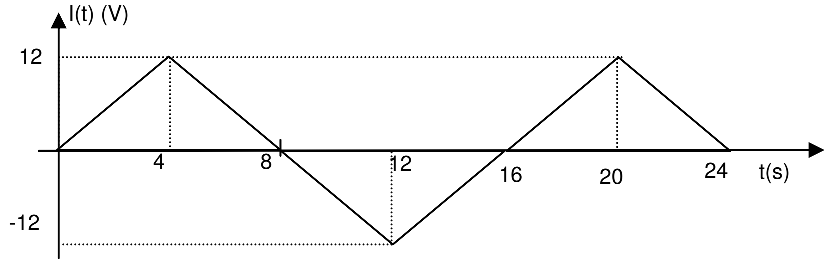
Com E = Ri, E = (1/3) i e E(t) = (1/3)i(t).

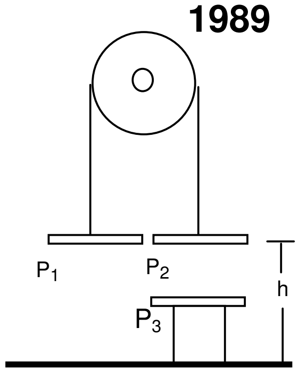
Para o intervalo 0 a 4, t = (1/3)i(t) i(t) = 3t e para o intervalo 4 a 8, -t + 8 = (1/3)i(t) i(t) = -3t + 24.

Construindo o gráfico:

Tempo	0	4	4	8
corrente	3.0 = 0	3.4 =12	-3.4 + 24 = 12	- 3.8 + 24 = 0.

Resposta:





09 - Na figura abaixo, P1, P2 e P3 são três placas metálicas de mesma área, tendo P1 massa M1 e P2 massa M2 (M1>M2). A placa P3, paralela à P2, está fixa num pedestal isolante. O fio que liga P1 a P2 é isolante e de massa desprezível. Na situação inicial (a da figura), a capacitância entre P2 e P3 é C_0.

Determine a expressão literal da capacitância C entre P2 e P3 quando P2 atingir a altura máxima em relação ao solo.

Dados: Aceleração da gravidade: g

Distância inicial entre P2 e P3: d_0

Altura inicial de P1 e P2 em relação ao solo: h

Obs:- a questão permite duas interpretações:

(a) quando o sistema estiver parado. Neste caso P2 terá subido até uma altura 2h ➔ distância entre P2 e P3 é 2h – do. Neste caso a capacitância será $C = \varepsilon_0.A/(2h - d_o)$.

Como a capacitância inicial é $C_0 = \varepsilon_0.A/d_0$ $\quad \varepsilon_0.A = C_0d_0$ $\;C = C_0d_0/(2h - d_0)$.

(b) quando P1 atingir o solo P2 ainda terá uma aceleração para cima. Neste caso P2 continuará a subir até atingir uma altura máxima H, tal que H = 2h + x, onde x é a distância percorrida (para cima) por P2 após P1 atingir o solo.

A aceleração do sistema é

$P2 - P1 = (m2 + m1)a \qquad m2g - m1g = (m2 + m1)a \qquad a = (m2 - m1)g/(m2 + m1)$.

Esta aceleração é imprimida ao corpo até que P2 percorra uma distância h para cima.

Como $v^2 = v_0^2 + 2ah$ e $v_0 = 0$ $\qquad v^2 = 2ah$. A partir daí, a aceleração de P2 é igual à da gravidade. Assim, ele subirá x, tal que $0^2 = v^2 - 2gx$ (mesma fórmula acima) pois a velocidade inicial será v e a final, no ponto mais alto é 0.

Assim, $v2 = 2gx = 2ah$ $\qquad x = ah/g$. Substituindo o valor de a encontrado acima, resulta:

$x = [m_2 - m_1)g/(m_2 + m_1)]h/g$ $\qquad x = (m_2 - m_1)h/(m_2 + m_1)$.

A capacitância será então: $C = \varepsilon_0.A/(2h + x + d_0) = C_0d_0/(2h + x + d_0)$.

Substituindo o valor de x em (2h + x + d0) resulta:

$$2h + \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}h + do = (2hm_2 + 2hm_1 + m_2h - m_1h + d_0m_2 + d_0m_1)/(m_2 + m_1)$$

$= (3hm_2 + hm_1 + d_0m_2 + d_0m_1)/(m_2 + m_1)$.

A capacitância será então : $C_0d_0.(m_2 + m_1)/(3hm_2 + hm_1 + d_0m_2 + d_0m_1)$

---

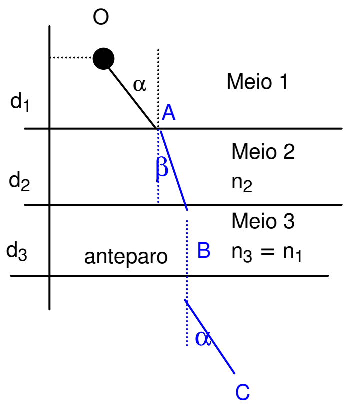
10 - Um raio de luz parte do ponto A formando um ângulo α com a normal â superfície de separação entre os meios 1 e 2. Após atravessar os meios 1, 2 e 3 cujos índices de refração são n_1, n_2 e n_3 respectivamente, o raio atinge um anteparo. Sabe-se que $n_3 = n_1$.

As superfícies de separação entre os meios e o anteparo são paralelas, conforme mostra a figura. A velocidade da luz no vácuo é *c* .

Determine:

(A) a distância percorrida pelo raio de luz até atingir o anteparo;

(B) o tempo gasto pela luz para percorrer a distância calculada acima.



Reolução:-

Como não está devidamente especificado consideraremos que d1 = distância da fonte à superfície de separação entre 1 e 2, d_2 e d_3 as espessuras dos meios 2 e 3. Os elementos em azul na figura foram acrescentados para identificar elementos necessários à resolução.

(A) Pela 2ª lei da refração: $\text{sen}\,\alpha / \text{sen}\,\beta = n_2/n_1$ $\text{sen}\,\beta = n_1.\text{sen}\,\alpha/n_2$. Como $n_3 = n_1$ o ângulo de refração em 3 é igual ao ângulo de incidência em 1.

Calculando: $AO = d_1/\cos\alpha$; $AB = d_2/\cos\beta$; $BC = d_3/\cos\alpha$ $OC = d_1/\cos\alpha + d_2/\cos\beta + d_3/\cos\alpha =$
$= d_1/\cos\alpha + d_2/(\sqrt{1 - \text{sen}^2\beta}) + d_3/\cos\alpha = d_1/\cos\alpha + d_2/(\sqrt{1 - (n_1/n_2)^2\text{sen}^2\alpha}) + d_3/\cos\alpha$.

Resposta: $d_1/\cos\alpha + d_2/[\sqrt{1 - (n_1/n_2)^2\cos^2\alpha}\,] + d_3/\cos\alpha$.

(B) Para o tempo tem-se: t = OA/v1 + AB/v2 + BC/v1. Como a velocidade da luz em um meio de índice de refração n é c/n, resulta: $t = OA/(c/n_1) + AB/(c/n_2) + BC/(c/n_3) = n_1.AO/c + n_2.AB/c + n_3.BC/c = (1/c).(n_1.AO + n_2.AB + n_3.BC)$
$= (1/c)[\,n_1.d_1/\cos\alpha + n_2.d_2/(\sqrt{1 - (n_1/n_2)^2\text{sen}^2\alpha}) + n_3.d_3/\cos\alpha$

Resposta: $(1/c)[\,n_1.d_1/\cos\alpha + n_2.d_2/(\sqrt{1 - (n_1/n_2)^2\text{sen}^2\alpha}) + n_3.d_3/\cos\alpha$

I M E – FÍSICA – 1989

01 - Um carro de corrida de Fórmula 1 parte do repouso, atinge a velocidade de 216 km/h, freia e pára no tempo total de 30 segundos. O coeficiente de atrito entre as rodas e a estrada, que é explorado ao limite durante a frenagem, é $\mu = 0{,}5$. Sabendo que as acelerações, no período de velocidade crescente e no período de frenagem, são constantes, determine:

(A) a aceleração durante o período em que a velocidade está aumentando;

(B) a distância total percorrida ao longo dos 30 segundos.

Dado: g = 10 m/s²

Solução:-

(A) Como $F_A = \mu P$ temos $- ma = \mu mg$ (o sinal – indica que a força é oposta ao sentido do movimento) ➔

➔ $a = -\mu g = -0{,}5.10 = - 5$ m/s^2.

Como a velocidade inicial na frenagem é 216 km/h = 216 : 3,6 = 60 m/s, o tempo gasto para parar é, de $v = v_o + at$, é t = (0 – 60)/-5 = 12 seg.

Tendo sido gastos 30 segundos no movimento total, o tempo de aceleração foi de 30 – 12 = 18 s ➔ a aceleração até atingir os 216 km/h foi de a = (60 – 0)/18 = 3,3 m/s^2 ou a = (216 – 0)/18 = 12 km/h-s.

Resposta: 12km/h/s ou 3,3 m/s^2.

(B) $\Delta s = (v + v_0).t_1/2 + (v + v_f)t_2/2 = (0 + 60)12/2 + (60 + 0).18/2 = 60.6 + 60.9 = 60.15 = 900$ m

Resposta: 900 m

02 - Um astronauta em traje espacial e completamente equipado pode dar pulos verticais de 0,5 m na Terra. Determine a altura máxima que o astronauta poderá pular em outro planeta, sabendo-se que o seu diâmetro é um quarto do da Terra, e sua massa específica dois terços da terrestre.

Considere que o astronauta salte em ambos os planetas com a mesma velocidade inicial.

Solução:- a aceleração da gravidade na superfície de um planeta é dada por g = GM/R2. Fazendo $M = V.\rho$ teremos $M = (4/3)\pi R^3.\rho$. Substituindo o valor de M na expressão de g, tem-se $g = G. (4/3)\pi R^3\rho/R2$ ➔ $g = (4/3)\pi R.\rho$. ➔

➔ $g_P = (4/3)\pi RP.\rho P = (4/3)\pi(R_T/4).(\rho_T.2/3). = (4/3)\pi R_T.\rho_T (2/12) = (1/6)g_T$.

A altura máxima atingida pelo astronauta depende da velocidade inicial. Esta pode ser a mesma nos dois planetas. Como v = 2gh, resulta $g_P h_P = g_T h_T$ ➔ $h_T = (g_T/g_P).h_T = (6).0{,}5 = 3$ m.

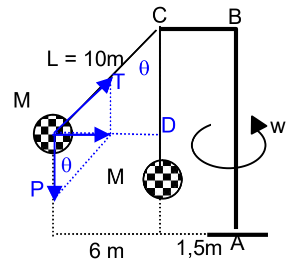
Resposta:- 3 metros.

03 - Uma massa M = 20 kg é suspensa por um fio de comprimento L= 10 m, inextensível e sem peso, conforme mostra a figura. A barra ABC gira em torno do seu eixo vertical com velocidade angular constante de forma que o fio atinge a posição indicada. Determine:

(A) a velocidade angular da barra;

(B) a tração no fio.

Dado: g = 10 m/s²



Solução:- Os elementos em azul não constam da figura original.

(A) As forças que agem sobre a massa M quando em rotação são: a tração T e o peso P = Mg.

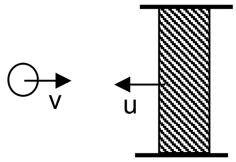
A resultante destas duas forças é igual à força centrípeta necessária para manter a rotação. Desta forma tem-se: $Mv^2/R = Mg \rightarrow v^2 = gR$. Como $v = wR$, $w^2R^2 = gR \rightarrow w^2 = g/R \rightarrow w^2 = 10/10 = 1 \rightarrow w =$ rad/s.

Resposta: 1 rad/s.

(B) Da figura tem-se $P/T = \cos\theta$. $\rightarrow T = P/\cos\theta = Mg/(CD/MC)$. Do triângulo CMD, CD2 = CM2 - MD2 $\rightarrow$ CD2 = 102 – 62 = 64 $\rightarrow$ CD = 8 m. Portanto, T = 20.10/(8/10) $\rightarrow$ 20.100/8 = 250 N.

Resposta:- 250 N.

04 - Uma bola elástica de massa M move-se, com velocidade v, na direção de um anteparo que se move no sentido contrário, com velocidade u. Considere a massa do anteparo como infinitamente grande quando comparada com a massa da bola.



Determine:

(A) a velocidade da bola depois do choque;

(B) o trabalho das forças elásticas durante o choque.

Solução:-

(A) Sendo elástica a colisão, e considerando M>>>m, a velocidade da bola em relação ao anteparo é v + u. Esta é a velocidade com que a bola sairá para a esquerda após a colisão.

Resposta: v + u para a esquerda.

(B) O trabalho é igual à variação da energia cinética: W = m(v + u)2/2 – mv2/2 = (m/2)[(v2 + 2uv + u2) – v2] $\rightarrow$ $W = (m/2)[(2uv + u^2)$.

Resposta: $W = (m/2)[(2uv + u^2)$.

05 - Dois recipientes, condutores de calor, de mesmo volume, são interligados por um tubo de volume desprezível e contêm um gás ideal, inicialmente a 23ºC e $1{,}5.10^5$ Pa. Um dos recipientes é mergulhado em um líquido a 127ºC, enquanto que o outro, simultaneamente, é mergulhado em oxigênio líquido a –173ºC. Determine a pressão de equilíbrio do gás.

Considere 0ºC = 273 K

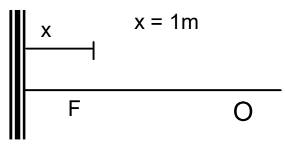
Solução:- Seja V o volume de cada recipiente**.** Inicialmente o número de moles do gás nos dois recipientes é n = P2V/RT. No final teremos: $n_1 = P'V/RT_1$ e $n_2 = P'V/RT_2$. Como não há mudança do número de moles n = n1 + n2

$$\rightarrow \frac{P.2V}{R.(23 + 273)} = \frac{P'V}{R(127 + 273)} + \frac{P'V}{R(-173 + 273)} \rightarrow \frac{2P}{296} = \frac{P'}{400} + \frac{P'}{200} \rightarrow$$

$\rightarrow$ 2P/296 = 3P'/400 $\rightarrow$ $P' = 800P/296.3 = 800.1{,}5.10^5/296.3 = 1{,}35 \times 10^5$ Pa.

Resposta: $1{,}35 \times 10^5$ Pa.

06 - Uma fonte sonora F produz um som puro com uma freqüência que pode ser variada. O observador O está situado de modo que OF seja perpendicular a uma parede refletora distante x de F. Determine as duas freqüências mais baixas para as quais o som ouvido por O tenha intensidade máxima.



Dados: velocidade do som = 340 m/s

Solução:- Para que se tenha intensidade máxima deve-se ter uma interferência construtiva entre as ondas refletidas e as ondas emitidas pela fonte. Assim, no momento em que uma crista estiver saindo de F, em direção a O, uma crista da onda refletida na parede deve estar chegando a F. Como ocorre uma inversão da onda na parede, a distância 2x deve corresponder a $(n + ½)\lambda$. Como $v = \lambda f$, para se ter freqüência mínima devemos ter o maior comprimento de onda. Maiores comprimentos de ondas se obtêm para menores valores de n.

Para n = 0, $(1/2)\lambda = 2$ ➔ $\lambda = 4$ m ➔ $f = v/\lambda = 340/4 = 85$ Hz e para n = 1, $(1 + ½)\lambda = 2$ ➔ $\lambda = 2/(3/2) = 4/3$ ➔

➔ $f = 340/(4/3) = 255$ Hz.

Resposta: 85 Hz e 255 Hz.

07 - Três líquidos são mantidos a T1 = 15ºC, T2 = 20ºC e T3 = 25ºC. Misturando-se os dois primeiros na razão 1 : 1, em massa, obtém-se uma temperatura de equilíbrio de 18ºC. Procedendo-se da mesma forma com os líquidos 2 e 3 ter-se-ia uma temperatura final de 24ºC.

Determine a temperatura de equilíbrio se o primeiro e terceiro líquidos forem misturados na razão 3 : 1 em massa.

Solução:- Na primeira mistura: mc1.(18 – 15) + mc2.(18 – 20) = 0 ➔ 3c1 = 2c2. (1)

Na segunda mistura mc2.(24 – 20) + mc3.(24 – 25) = 0 ➔ 4c2 = c3. (2)

De (1) e (2) tira-se: 2.c1 = c3

Na mistura do primeiro com o terceiro: 3mc1.(T – 15) + mc3.(T – 25) = 0 ➔ 3mc1.(T – 15) + m.2c1.(T – 25) = 0 ➔

➔ 3T – 45 + 2T – 50 = 0 ➔ 5T = 95 ➔ T = 19º C.

Resposta: 19º C.

08 - A tensão E(t), definida pelo gráfico mostrado na figura 2 é aplicada ao circuito da figura 1, cujos componentes resistivos, invariantes com o tempo, são definidos pelas curvas características dadas abaixo (figuras 3 e 4). Esboce a forma de onda da corrente i(t), total, do circuito em função do tempo.

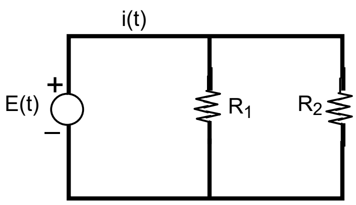


figura 1

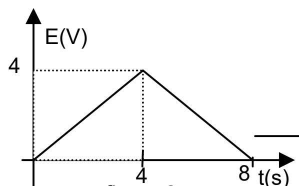


figura 2

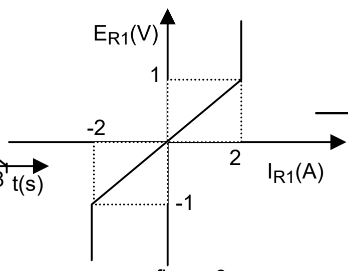


figura 3

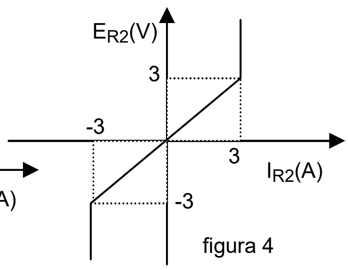


figura 4

Solução:- Como o gráfico de E(t) são segmentos retos, em cada um dos intervalos 0 a 4 e 4 a 8, a função E(t) tem a forma E(t) = mt + h, sendo m a declividade.

Para o intervalo 0 a 4 s, m = (4 – 0)/(4 – 0) = 1 e o segmento passa por (0, 0) ➔ E(t) = 1.t = 0 ➔ E(t) = t.

Para o intervalo 4 a 8 s, m = (0 – 4)/(8 – 4) = -1 e o segmento passa por (8, 0) ➔ 0 = -1.8 + h ➔ h = 8 ➔ E(t) = -t + 8.

As resistências são R = E/i, que no gráfico 3, vale $R_1 = ½ = 0,5\ \Omega$ e $R_2 = 3/3 = 1\ \Omega$.

Calculando a resistência total tem-se: R = R1.R2/(R1 + R2) = 0,5.1/(0,5 + 1) = 0,5/1,5 Ω. = (1/3) Ω.

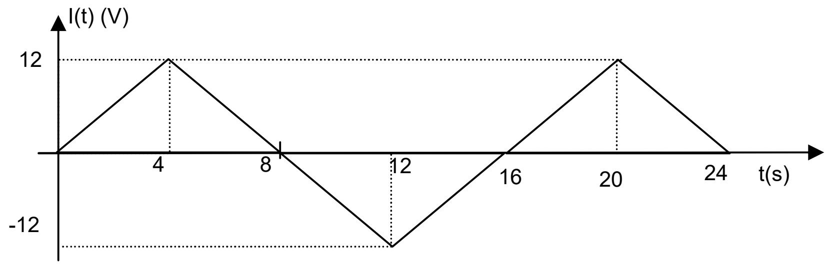
Com E = Ri, E = (1/3) i e E(t) = (1/3)i(t).

Para o intervalo 0 a 4, t = (1/3)i(t) ➔ i(t) = 3t e para o intervalo 4 a 8, -t + 8 = (1/3)i(t) ➔ i(t) = -3t + 24.

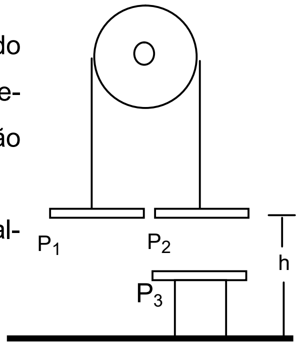
Construindo o gráfico:

Tempo	0	4	4	8
corrente	3.0 = 0	3.4 =12	-3.4 + 24 = 12	- 3.8 + 24 = 0.

Resposta:



09 - Na figura abaixo, P1, P2 e P3 são três placas metálicas de mesma área, tendo P1 massa M1 e P2 massa M2 (M1>M2). A placa P3, paralela à P2, está fixa num pedestal isolante. O fio que liga P1 a P2 é isolante e de massa desprezível. Na situação inicial (a da figura), a capacitância entre P2 e P3 é C_0.



Determine a expressão literal da capacitância C entre P2 e P3 quando P2 atingir a altura máxima em relação ao solo.

Dados: Aceleração da gravidade: g

Distância inicial entre P2 e P3: d_0

Altura inicial de P1 e P2 em relação ao solo: h

Obs:- a questão permite duas interpretações:

(a) quando o sistema estiver parado. Neste caso P2 terá subido até uma altura 2h ➔ distância entre P2 e P3 é 2h – do. Neste caso a capacitância será $C = \varepsilon_0.A/(2h - d_o)$.

Como a capacitância inicial é $C_0 = \varepsilon_0.A/d_0$ ➔ $\varepsilon_0.A = C_0d_0$ ➔ $C = C_0d_0/(2h - d_0)$.

Resposta: $C = C_0d/(2h - d)$.

(b) quando P1 atingir o solo P2 ainda terá uma aceleração para cima. Neste caso P2 continuará a subir até atingir uma altura máxima H, tal que H = 2h + x, onde x é a distância percorrida (para cima) por P2 após P1 atingir o solo. A aceleração do sistema é P2 – P1 = (m2 + m1)a ➔ m2g – m1g = (m2 + m1)a ➔ a = (m2 – m1)g/(m2 + m1). Esta aceleração é imprimida ao corpo até que P2 percorra uma distância h para cima. Como $v^2 = v_0^2 + 2ah$ e $v_0 = 0$ ➔ $v^2 = 2ah$. A partir daí, a aceleração de P2 é igual à da gravidade. Assim, ele subirá x, tal que $0^2 = v^2 - 2gx$ (mesma fórmula acima) pois a velocidade inicial será v e a final, no ponto mais alto é 0.

Assim, v2 = 2gx = 2ah ➔ x = ah/g. Substituindo o valor de a encontrado acima, resulta:

$x = [m_2 - m_1)g/(m_2 + m_1)]h/g$ ➔ $x = (m_2 - m_1)h/(m_2 + m_1)$.

A capacitância será então: $C = \varepsilon_0.A/(2h + x + d_0) = C_0d_0/(2h + x + d_0)$.

Substituindo o valor de x em (2h + x + d0) resulta:

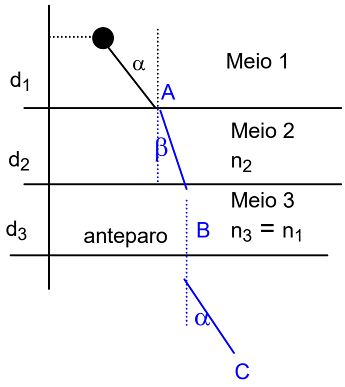
$$2h + \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} h + do = (2hm_2 + 2hm_1 + m_2h - m_1h + d_0m_2 + d_0m_1)/(m_2 + m_1) =$$
$$= (3hm_2 + hm_1 + d_0m_2 + d_0m_1)/(m_2 + m_1).$$

A capacitância será então : $C_0d_0.(m_2 + m_1)/ (3hm_2 + hm_1 + d_0m_2 + d_0m_1)$

Resposta:- $C = C_0d_0.(m_2 + m_1)/ (3hm_2 + hm_1 + d_0m_2 + d_0m_1)$

O

10 - Um raio de luz parte do ponto A formando um ângulo α com a normal à superfície de separação entre os meios 1 e 2. Após atravessar os meios 1, 2 e 3 cujos índices de refração são n_1, n_2 e n_3 respectivamente, o raio atinge um anteparo. Sabe-se que $n_3 = n_1$.



As superfícies de separação entre os meios e o anteparo são paralelas, conforme mostra a figura. A velocidade da luz no vácuo é *c* .

Determine:

(A) a distância percorrida pelo raio de luz até atingir o anteparo;

(B) o tempo gasto pela luz para percorrer a distância calculada acima.

Solução:-

Como não está devidamente especificado consideraremos que d1 = distância da fonte à superfície de separação entre 1 e 2, d_2 e d_3 as espessuras dos meios 2 e 3. Os elementos em azul na figura foram acrescentados para identificar elementos necessários à resolução.

(A) Pela 2ª lei da refração: $\text{sen}\,\alpha / \text{sen}\,\beta = n_2/n_1 \Rightarrow \text{sen}\,\beta = n_1.\text{sen}\,\alpha/n_2$. Como $n_3 = n_1$ o ângulo de refração em 3 é igual ao ângulo de incidência em 1.

Calculando: $AO = d_1/\cos\alpha$; $AB = d_2/\cos\beta$; $BC = d_3/\cos\alpha \Rightarrow OC = d_1/\cos\alpha + d_2/\cos\beta + d_3/\cos\alpha =$

$= d_1/\cos\alpha + d_2/(\sqrt{1 - \text{sen}^2\beta}) + d_3/\cos\alpha = d_1/\cos\alpha + d_2/(\sqrt{1 - (n_1/n_2)^2\text{sen}^2\alpha}) + d_3/\cos\alpha$.

Resposta: $d_1/\cos\alpha + d_2/[\sqrt{1 - (n_1/n_2)^2\cos^2\alpha}] + d_3/\cos\alpha$.

(B) Para o tempo tem-se: t = OA/v1 + AB/v2 + BC/v1. Como a velocidade da luz em um meio de índice de refração n é c/n, resulta: $t = OA/(c/n_1) + AB/(c/n_2) + BC/(c/n_3) = n_1.AO/c + n_2.AB/c + n_3.BC/c = (1/c).(n_1.AO + n_2.AB + n_3.BC)$

$= (1/c)[\, n_1.d_1/\cos\alpha + n_2.d_2/(\sqrt{1 - (n_1/n_2)^2\text{sen}^2\alpha}) + n_3.d_3/\cos\alpha$

Resposta: $(1/c)[\, n_1.d_1/\cos\alpha + n_2.d_2/(\sqrt{1 - (n_1/n_2)^2\text{sen}^2\alpha}) + n_3.d_3/\cos\alpha$