Física II – Oscilações e Ondas; Fluidos e Termodinâmica.

Prof. Nilson E. Souza Filho

[ ] Lista 00 – Equilíbrio e Elasticidade (Cap.13)
[ ] Lista 01 – Gravitação (Cap.15)

Avaliação 01 ___/___/______.

[ ] Lista 02 – Oscilações (Cap.14)
[ ] Lista 03 – Ondas (Cap. 17 e 18)

Avaliação 02 ___/___/______.

[ ] Lista 04 – Fluidos (Cap.16)

Avaliação 03 ___/___/______.

[ ] Lista 05 – Temperatura, Calor e a 1ª Lei (Cap.19 e 20)
[ ] Lista 06 – Teoria Cinética, Entropia e a 2ª Lei (Cap.21 e 22)

EXAME ___/___/______.

Livro Texto: Halliday, Resnick, Walker, Vol.2, 4ª Edição

Outras Referências (senha: downloads)

Experimentos Virtuais ou Simulações

Recomendação de Video-Aulas

UFSM
Frederico Westphalen

2^a*Lista de Exercícios de Física II*

Prof. Nilson E. Souza Filho

Oscilações.

Problema 01. (a) Determine o período de uma oscilação com frequência de $250Hz$.

(b) Determine a frequência de uma oscilação cujo período é $1ms$.

(c) Trace cosenos com fases $\phi_0 = \pi/2;\ 3\pi/2;\ \pi$ e 2π.

Problema 02. Suponha um sinal sinusoidal definido a partir dos parâmetros:

$$A = 0,5m;\ \ \omega = 100\pi\ rad/s\ \ e\ \phi_0 = 0,5\pi.$$

(a) Determine a frequência f.

(b) Determine o período T.

(c) Trace a representação gráfica do sinal para os valores considerados.

Problema 03. Suponha um sistema massa-mola que realiza um MHS.

(a) Ilustre a situação de um OHS e determine a equação diferencial que rege o sistema.

(b) Mostre que a elongação da mola $y(t) = Acos(w_0 t + \phi_0)$ é solução da equação diferencial.

(c) Mostre que $y(t) = Asin(w_0 t + \phi_0)$ também é uma solução da equação diferencial do OHS e explique a diferença entre as duas soluções.

(d) A partir do instante inicial, quais são os valores da fase para que o deslocamento $y(t)$ seja máximo?

Problema 04. Considere um sistema massa-mola sem atrito (OHS).

(a) Determine a velocidade e aceleração da massa.

(b) Tratando-se de um sistema conservativo, determine o trabalho W realizado pela mola.

(c) Esboce os gráficos de $y(t)$, $v(t)$, $a(t)$ e $k(y)$, $U(y)$, $E_M(y)$.

Problema 05. Considere agora um sistema massa-mola com atrito devido a uma força dissipativa do tipo $f_{at} = bv$.

(a) Ilustre a situação de um Oscilador Harmônico Amortecido, com coeficiente de amortecimento $\gamma > 0$, e determine a equação diferencial que rege o sistema.

(b) Considere uma solução do tipo $y(t) = e^{pt}$ e chegue na equação algébrica auxiliar $p^2 + \gamma p + \omega_0^2 = 0$.

(c) A partir das raízes da equação algébrica auxiliar, defina os tipos de amortecimento.

Problema 06. Ao considerar um sistema massa-mola dissipativo, caso subcrítico, com constante de amortecimento $\gamma < 2\omega_0$.

(a) Use uma combinação linear correspondente as soluções da equação algébrica auxiliar, chame $(\omega_0^2 - \gamma^2/4)$ de β e chegue na solução $y(t) = e^{-\frac{\gamma}{2}t}[Acos(\beta t + \phi_0)]$.

(b) Esboce o gráfico da solução da equação diferencial do OHA para o caso subcrítico ($\gamma < 2\omega_0$).

(c) Esboce, também, o gráfico da solução da equação diferencial do OHA para os casos crítico ($\gamma = 2\omega_0$) e supercrítico ($\gamma > 2\omega_0$). Qual tipo de amortecimento devemos escolher para que o bloco de massa m retorne mais rapidamente e permaneça na posição de equilíbrio?

Problema 07. Suponha agora, um OH sem atrito e com uma força externa $F = F_0 cos(\omega t)$.

(a) Ilustre a situação de um Oscilador Harmônico Forçado e determine a equação diferncial que rege o sistema.

(b) Use como solução particular $y(t) = Acos(\omega t)$ e mostre que a amplitude A é dada por

$$A = \frac{F_0}{m(\omega_0^2 - \omega^2)}.$$

Sendo ω_0 a freqência natural do sistema e ω a frequência da força externa.

(c) O que acontece quando $\omega \ll \omega_0$? O que acontece quando $\omega > \omega_0$? E quando $\omega = \omega_0$?

Problema 08. Um oscilador harmônico real é caracterizado por duas grandezas: a sua frequência natural ω_0 e a taxa de amortecimento γ.

(a) Ilustre a situação de um Oscilador Forçado Amortecido e determine a equação diferncial que rege o sistema.

(b) A curva de resposta do Oscilador Forçado Amortecido é dada por

$$A(\omega) = \frac{F_0}{m\omega_0}[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2\omega^2]^{-\frac{1}{2}}.$$

Determine $A(max)$, $A(0)$ e escreva o resultado do fator de qualidade $Q = \frac{A(\omega_0)}{A(0)}$ e esboce um gráfico da amplitude da oscilação forçada em função de frequência de ressonância.

Problemas Adicionais I

Problema 09. Um bloco de $4,00kg$ está suspenso de uma certa mola, estendendo-se a $16,00cm$ além de sua posição de repouso. (a) Qual é a constante da mola? (b) O bloco é removido e um corpo com $0,50kg$ é suspenso da mesma mola. Se esta for então puxada e solta, qual é o período de oscilação?

Problema 10. Uma massa de $50,00g$ e presa à extremidade inferior de uma mola vertical e colocada em vibrac¸ao. Se a velocidade maxima da massa é $15,00cm/s$ e o período $0,50s$, ache (a) a constante de elasticidade da mola, (b) a amplitude do movimento e (c) a frequência de oscilação

Problema 11. Um corpo oscila com movimento harmonico simples de acordo com a equação: $x = (6,0m)cos[(3\pi rad/s)t + (\pi/3)rad]$. Em $t = 2,0s$, quais são (a) o deslocamento, (b) a velocidade, (c) a aceleração (d) a fase do movimento? Tambem, quais são (e) a frequência e (f) o período do movimento?

Problema 12. Um bloco de $2,00kg$ esta suspenso de uma certa mola. Se suspendermos um corpo de $300g$ embaixo do bloco, a mola esticara mais $2,00cm$. (a) Qual a constante da mola? (b) Se removermos o corpo de $300g$ e o bloco for colocado em oscilação, ache o período do movimento.

Problema 13. Um bloco está numa superfície (uma mesa oscilante), que se agita horizontalmente num movimento harmonico simples com a frequência de $2,0Hz$. O coeficiente de atrito estático entre o bloco é a superfície $0,5$. Qual pode ser a maior amplitude do MHS, para que o bloco não deslize sobre a superfície?

Problema 14. Um oscilador harmônico amortecido consiste em um bloco ($m = 2,00kg$), uma mola ($k = 10,0N/m$) e uma força de amortecimento $F = bv$. Inicialmente, ele oscila com uma amplitude de $25,00cm$; devido ao amortecimento, a amplitude e reduzida para três quartos do seu valor inicial, quando são completadas quatro oscilações. (a) Qual o valor de b? (b) Quanta energia foi *perdida* durante essas oscilações?

Problema 15. Um carro de 2.200$libras$, transportando quatro pessoas de 180$libras$, viaja em uma estrada de terra coberta de pequenas ondulações (costelas), com saliências separadas de 13pes. O carro balança com amplitude máxima quando sua velocidade é de 10$milhas/h$. O carro então pára e os quatro passageiros desembarcam. Quanto sobe a carroceria do carro em sua suspensão devido ao decréscimo de peso?

UFSM
Frederico Westphalen

3ª Lista de Exercícios de Física II

Prof. Nilson E. Souza Filho

Ondas.

Problema 01. (a) O que é onda? (b) O que caracteriza um movimento ondulatório? Ilustre uma onda mecânica longitudinal e uma onda mecânica transversal.

Problema 02. Ondas transversais numa corda são chamadas de *ondas progressivas*.
(a) mostre que a propagação de uma onda progressiva pode ser escrita como:

$$\begin{cases} \psi_d = f(x - vt), & (p/direita); \\ \psi_e = g(x + vt), & (p/esquerda). \end{cases}$$

Portanto, para uma corda muito longa podemos escrever:

$$\Psi(x,t) = \psi_d + \psi_e = h(x \pm vt).$$

(b) Considere uma onda progressiva *harmônica* com fase $\kappa(x \pm vt)$ e reescreva a onda $\psi_d(x,t)$.

(c) Sabendo que uma onda progressiva harmônica é aquela cuja a perturbação num ponto x da onda corresponde a uma oscilação harmônica, ou seja, o perfil da onda é senoidal e depende do tempo através da fase, determine a *velocidade de fase* v, e reescreva a onda $\psi_d(x,t)$ em termos do *número de onda angular* κ e da *frequência angular* ω.

Problema 03. Sendo uma onda harmônica representada por $\psi(x,t) = Asin(kx - \omega t)$.
(a) Considere $t = 0$, defina *comprimento de onda* λ e mostre que o *número de onda* é dado por $\kappa = k/2\pi$.
(b) Considere $x = 0$, defina *período* T e mostre que a *frequência* é dada por $f = \omega/2\pi$.

Problema 04. Crie no *Matlab* a função `psi_d.m`, como apresentada abaixo:

```
function y = psi_d (x, t, k, omega, phi_0);
y = sin(k*x-omega*t+φ0);
```

Use como exemplo, $t = 0$, $\phi_0 = 0$, $k = 10rad/m$ e $\omega = 3rad/s$. Ou seja, escreva no `Command Window`:

```
x = [0:0.01:1];
plot(x,psi_d(x,0,10,3,0)); grid;
```

(a) Determine o comprimento de onda λ de ψ_d e confira o valor no gráfico.

(b) Mude a fase inicial por $\phi_0 = \pi\ rad$ e trace a onda novamente. Como a mudança de fase de $\pi\ rad$ afeta a onda? (Use o comando `hold on`).

Problema 05. Considere uma onda $\psi(x,t) = Acos(\kappa x - \omega t)$, que oscila no espaço e no tempo.

(a) Determine a equação de uma onda unidimensional com propagaçao v.

(b) Escreva a **Equação de Onda** em três dimensões.

Quais tipos de comportamento ela é capaz de descrever?

(c) Quais são os tipos de solução para a equação de onda?

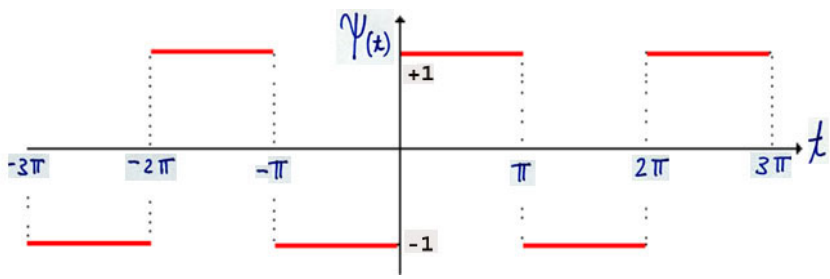
Problema 06. Em geral, qualquer função periódica pode ser solução da equação de onda, pois pode ser expressa por uma **Série de Fourier**. Uma onda periódica $\Psi(t)$, com período $T = 2L$, pode ser escrita como:

$$\Psi(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n cos\left(\frac{n\pi t}{L}\right) + b_n sin\left(\frac{n\pi t}{L}\right).$$

Onde os coeficientes da série são:

$$\begin{cases} a_0 = \frac{1}{2L}\int_{-L}^{+L}\Psi(t)dt, \\ a_n = \frac{1}{L}\int_{-L}^{+L}\Psi(t)cos(\frac{n\pi t}{L})dt, \\ b_n = \frac{1}{L}\int_{-L}^{+L}\Psi(t)sin(\frac{n\pi t}{L})dt. \end{cases}$$

Considere uma onda quadrada como o da figura abaixo.



(a) Mostre que $a_0 = a_n = 0$, que $b_n = (4/n\pi)$ para $n = ímpar$, e que a uma onda quadrada pode ser representada por $\Psi(t) = \frac{4}{\pi}sin(t) + \frac{4}{3\pi}sin(3t) + \frac{4}{5\pi}sin(5t) + ...$

(b) As ondas senoidais múltiplas inteiras n da fundamental são chamadas de harmônicos de ordem n. Trace o gráfico da onda $\Psi(t)$ determinada no item (a) até o quinto harmônico $n = 5$. (Use o Matlab [1]).

(c) Determine a representacao em *Serie de Fourier* da função *onda dente de serra* de periodo 2π.

Trace o gráfico da onda $\Psi(t)$ determinada no item (a) até o quinto harmônico $n = 5$.

[1]Veja aqui até onde você pode ir.

Problema 07. Mostre que a velocidade escalar da onda numa corda esticada é dada por: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, em que T é a tensão na corda e μ é densidade da corda.

Problema 08. Mostre que a **potência média**, a taxa média na qual a energia cinética e energia potencial é transmitida pela onda, é dada por: $2\bar{P} = \mu v \omega^2 A^2$.

Problema 09. **Interferência de Ondas.** Considere duas ondas que propagam para a direita, com mesma frequência angular ω, mesmo número de onda angular κ e mesma amplitude A, mas que diferem apenas de uma diferença de fase ϕ. Ou seja,

$$\begin{cases} \psi_1(x,t) = Asin(\kappa x - \omega t + \phi), \\ \psi_2(x,t) = Asin(\kappa x - \omega). \end{cases}$$

(a) Mostre que a onda resultante pode ser escrita como:

$$\Psi(x,t) = \psi_1 + \psi_2 = [2Acos(\phi/2)]sin(\kappa x - \omega t - \phi/2).$$

(b) O que acontece quando $\phi = 0$? E quando $\phi = \pi$?

Agora defina o tipo de interferência quando $\phi = 2n\pi$ e quando $\phi = (2n+1)\pi$.

(c) Trace a onda total $\Psi(x,t)$ para as diferenças de fase 0; $3\pi/2$; e π.

Problema 10. Considere a dependência do tempo (apenas o tempo inicial $t = 0$), na a onda $\Psi(x,t)$ do Problema 09. Para visualizar o efeito de ambas as variaveis x e t, simultaneamente, é necessário uma *animação* do movimento da onda. Use a função `viajonda.m` para fazer isto.

```
function viajonda(xmin, xmax, κ, omega, phi);
tmax = 2*pi/omega; % Tempo total da Animação
tincremento = 0.05
nframes = 1+round(tmax/tincremento);
x=[xmin:0.01:xmax];
for i = 0:nframes-1;
plot(x, psi_d(x, i*tincremento, κ,omega,phi));
axis([xmin xmax -1.2 1.2]);
M(i+1) = getframe;
end
movie(M,20);
```

Para avaliar, use, por exemplo:

```
Command Window:
 viajonda(0,1,10,3,0);
```

(a) Qual seria uma escolha razoável para o comprimento de onda para um intervalo de tempo T?

(b) Defina[2] a velocidade v da onda em termos de λ e f.

(c) O que determina a direção de propagação da onda?

[2] A onda completa uma oscilação num dado ponto do espaço com um comprimento de onda λ num intervalo de tempo $T = 2\pi/\omega$. A velocidade é a distância viajada pelo intervalo de tempo.

Problema 11. Batimentos e Dispersão.

Considere agora, duas ondas de mesma amplitude no mesmo sentido, mas com frequências diferentes (e consequentemente o número de onda κ também diferentes).

(a) Suponha $\omega_1 < \omega_2$ e $\kappa_1 < \kappa_2$ e mostre que:

$$\Psi(x,t) = 2Acos\left(\frac{\Delta\omega}{2}t\right)cos(\bar{\omega}),$$

onde $\bar{\omega}$ é a frequência média e $\Delta\omega$ é diferença de frequência.

(b) O resultado do item (a) vale para qualquer que sejam ω_1 e ω_2, mas o caso de interesse, em que ω_1 e ω_2 são muito próximos, corresponde supor que $\Delta\omega \ll \bar{\omega}$. Mostre que neste caso:

$$\Psi(x,t) = B(x,t)cos(\bar{\kappa} - \bar{\omega}).$$

Problema 12. O resultado do item (b) do Problema 10, significa dizer que $\Psi(x,t)$ é uma onda com frequência média $\bar{\omega}$ elevada e de amplitude B modulada por outra onda de frequência $\Delta\omega$. Ao considerar que a onda $\Psi(x,t)$ tem fase $\phi = (\bar{\kappa}x - \bar{\omega}t)$ e portanto velocidade de fase $v_\phi = \bar{\omega}/\bar{\kappa}$, analogamente, podemos definir que a fase de $B(x,t)$ é $g = \frac{1}{2}(\Delta\kappa x - \Delta\omega t)$ e para $\Delta\kappa$ suficientemente pequeno, a *velocidade de grupo* é definida como $v_g = \frac{\Delta\omega}{\Delta\kappa} = \frac{d\omega}{d\kappa}|_{\kappa=\bar{\kappa}}$. Portanto, dependendo das velocidades v_ϕ e v_g, podemos ter *batimentos* ou *dispersão*. É possível observar o fenômeno de batimento em ondas mecânicas. Suponha ondas numa corda vibrante homogênea com $v = (\omega/\kappa) = \sqrt{T/\mu} = cte$, de modo que $v_\phi = v_g = v$. Visualize tal fenômeno no `Matlab`, criando a função `batimentos`:

```
function batimentos;
x = (0:0.005:2);
w0 = 4*2*pi; vf = 0.5;
beta0 = w0/vf; dw = w0 + dw;
beta1 = w1/vf; beta2 = w2/vf;
dbeta = (beta2 - beta1)/2;
for t = 0:0.1:2;
psi1 = cos(w1*t-beta1*x); psi2 = cos(w2*t-beta2*x);
PSI = psi1 + psi2;
plot(x,Psi); legend('Ψ(x,t)');
xlabel('x(m)'); ylabel('Amplitude de Ψ')hold on;
 % Pacote de Onda:
pacote = 2*cos(dw*t-dbeta*x);
plot(x, pacote, 'k', x, -pacote, 'k');
axis([0 2 -2 2]); hold off;
pause(0.3);
end
```

Problema 13. Para outros tipos de onda, como ondas de luz em um meio, $v_g \neq v_\phi$ e ocorre a *dispersão*. A velocidade de fase v_ϕ varia com o comprimento de onda λ. Escreva uma rotina em `Matlab` análoga do Problema 12, mas para ondas dispersivas.

Problema 14. Ondas estacionárias e modos de vibração.

Quando temos duas ondas com mesmo comprimento de onda λ, mesma amplitude A e mesma frequência angular ω, mas que propagam em sentidos opostos, teremos uma onda *estacionária*. É uma onda que não progride para a direita nem para esquerda.

(a) Mostre que a onda resultante é $\Psi(x,t) = 2Acos(kx)cos(\omega t)$.

(b) Crie a função `estacionária` e visualize $\Psi(x,t)$ no `Matlab`.

```
function estacionaria(xmin, xmax, k, omega, phi);
tmax = 2*pi/omega; tincrement = 0.05;
nframes = 1 + round(tmax)/tincrement);
x = [xmin:0.01:xmax];
for i = 0:nframes-1;
plot(x, PSI(x,i*increment, k, omega, phi));
axis([xmin xmax -2.2 2.2]);
M(i+1) = getframe;
end;
```

Sendo

```
function y = PSI(x,t,k,omega,phi);
y = psi_d(x,t,k,omega,phi) + psi_e(x,t,k,omega,phi);
```

Faça a *animação* da onda estacionária no `Command Window`, como por exemplo:

```
estacionaria(0,1,10,3,0);
```

Problema 15. Uma corda de violão, de comprimento L e massa por unidade de comprimento , tracionada por uma força F quando excitada, pode produzir frequências de vibrações dadas por f_n.

(a) Obtenha uma expressão para a frequência de vibração que relacione os possíveis comprimentos de onda com o número n e esboce os quatro primeiros modos de vibração n para a corda.

(b) Considere a seguinte função:

```
function y = u(x, t, n, omega, phase);
y = cos(n*omega*t + phase)*sin(n*pi*x);
```

Se n um número inteiro relacionado ao número de nodos entre as extremidades, temos $(n-1)$ nodos entre as extremidades. Para *animar*, por exemplo, $n = 2$ modos, utilize:

```
function modos(xmin, xmax, n, omega, phase);
tmax = 2*pi/omega; tincremento = 0.05;
nframes = 1 + round(tmax/tincremento); x = [xmin:0.01:xmax];
for i = 0:nframes-1; plot(x, u(x,i*tincremento,n, omega,phase));
axis([xmin xmax -1.2 1.2]);
M(i+1) = getframe;
end; movie(M,20);
```

Então no `Command Window` do `Matlab`, faça:

```
modos(0,1,2,3,0);
```

Problema 16. Considere uma membrana retangular esticada e presa em $x = 0$, $x = L_x$ e $x = L_y$, com vibração perpendicular ao plano xy, na direção z.

(a) Mostre que

$$f_{nm} = \frac{\omega_{nm}}{2\pi} = \left(\frac{c}{2}\right) \left[\left(\frac{n}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{m}{L_y}\right)^2 \right].$$

(b) Defina uma função de onda 2D no `Matlab`:

```
function z = psi2d(x, y, n, m, omega, phase);
z = cos(n*omega*t + phase).*sin(n*pi*x).*sin(m*pi*y);
```

Em seguida, refaça a *animação*, que é analoga ao caso unidimensional, exceto que o gráfico necessita ser 3D, então o comando agora é `mesh` ao invés de `plot`.

```
function a = modos3d(xmin,xmax,ymin,ymax,n,m,omega,phase);
tmax = 2*pi/omega; tincremento = 0.05;
nframes = 1 + round(tmax/tincremento);
x = [xmin:0.1:xmax]; y = [ymin:0.1:ymax]; [x,y] = meshgrid(x,y);
for i = 0:nframes-1;
mesh(x,y,psi2d(x,y,i*incremento,n,m,omega,phase));
axis = ([xmin xmax ymin ymax, -1.2 1.2]);
M(i+1) = getframe;
end;
movie(M,20);
```

A *animação* dos modos $n = 1$ e $m = 2$, por exemplo, é realizada escrevendo no `Command Window`:

```
modos3d(0,1,0,1,1,2,3,0);
```

(c) Faça a *animação* para os modos $n = m = 2$ e depois para os modos $n = 2$ e $m = 3$.

Problema 17. Considere uma membrana circular esticada e presa num aro de raio $r = a$.

(a) Encontre a solução para a equação de Helmholtz em coordenadas cilindricas e determine as frequências naturais de vibração f_{nm}.

(b) Visualize no `Matlab` os modos naturais de um tambor, usando o `script drumhead.m`:

```
Q = input('[m,n,ampl]:');
m = Q(1); n = Q(2); ampl = Q(3);
kval(1,:)  = [2.4, 5.5, 8.6];
kval(2,:)  = [3.8, 7.0, 10.1];
kval(3,:)  = [5.1, 8.4, 11.6];
[TH, R] = meshgrid((0:5:360)*pi/180, 0:0.05:1);
Z = ampl*besselj(n,kval(m+1, n+1)*R).*cos(n*TH);
[X, Y, Z] = pol2cart(TH, R, Z); surf(X,Y,Z);
axis([-1 1 -1 1 -1,1]);
```

Problema 17. (b) Continuação...

Exemplifique, no `Command Window` com:

```
drumhead;
[m,n,ampl]:[0,0,0.5];
drumhead;
```

Depois com:

```
drumhead;
[m,n,ampl]:[0,1,0.5];
```

Depois com:

```
drumhead;
[m,n,ampl]:[2,0,0.5];
```

E finalmente com:

```
drumhead;
[m,n,ampl]:[2,2,0.5];
```

Problema 18. Considere um elemento de volume num gradiente e pressão e determine a primeira equação fundamental da propagação de som (e/ou fluidos)

Problema 19. Considere agora os efeitos da elasticidade num elemento de volume num campo de pressão variável no tempo.

(a) Determine a segunda equação fundamental da propagação de som e defina campo sonoro.

(b) Obtenha as duas equações fundamentais para uma onda esférica e para uma onda plana.

Problema 20. Considere como solução da primeira equação fundamental de propagação de som

$$\begin{cases} p(r) = \alpha(r) e^{j(\omega t - kr)}, \\ u(r) = \beta e^{j[\omega t - kr - \phi(r)]}. \end{cases}$$

em que $k = (2\pi/\lambda) = (\omega/c)$. Determine as constantes $\alpha(r)$ e $\beta(r)$ e mostre que, se $c = (\beta/\rho)^{1/2}$, a nova solução satisfaz a segunda equação fundamental de propagação do som.

Problemas Adicionais I

Problema 21. Considere as notas musicais da Clave de Sol da figura 1.

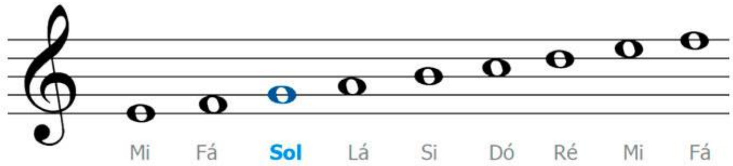


Figura 1: *Problema 09 - Notas musicais da 4ª oitava na Clave de Sol.*

(a) Encontre a frequência das notas da figura a partir da fórmula para *Escala Cromatica Igualmente Temperada*: $f_{nota} = f_0 * 2^{n/12}$, em que n é o intervalo (*semitom*) e para as *notas centrais* $f_0 = f_{A4}$. Sabendo que a frequência do *Lá* da *quarta oitava* é $f_{A4} = 440Hz$, encontre também as frequências: f_{D1}, $f_{D1\#}$ e f_{G1}.

(b) Os sons (onda sonora Ψ) executados por qualquer instrumento musical são harmonicamente amortecidos com $\gamma < 2\omega_0$ (caso subcrítico). Escreva matematicamente cada nota Ψ_{nota} do item (a).

Problema 22. Para fazer no *Matlab*.

(a) Defina $A = 1m$; $\gamma = 0.5$; $f = 1Hz$ e $t = 0 : (pi/50) : (4 * pi)$;

Defina também a função $\Psi = A * e^{\gamma * t}. * cos(2 * pi * f * t)$ e trace o gráfico de $\Psi(t)$. Use $plot(t, \Psi)$.

(b) Agora, defina um tempo t_1 com duração de $1s$ e reescreva Ψ com a *Nota Sol* (f_{G4}) com duração t_1.

(c) Defina um tempo t_2 com duração de $3s$ e escreva a *Nota Ré bemol* ($\Psi_{f_{D4b}}$) com duração t_2.

(d) Use o comando $sound(\Psi_{nota}, Fs)$ para tocar cada uma das notas, depois tente tocar a sequência de notas: $G4$ $G4$ $G4$ $D4b$ e grave essa sequência tocada com o comando *audiowrite*. Qual é a música?

Problema 23. Se você conseguiu identificar a música do Problema 10, você também deve ter notado que ela não soou exatamente como deveria. Um dos principais motivos é porque foi utilizado um tempo fisico ($t_1 = t_2$, com duração de $1s$ ou $3s$). Devemos utilizar um tempo musical, que organiza o espaço entre os sons e depende da *Duração* das notas. A tabela da figura 2 apresenta o valor e a duração das principais figuras musicais.

Figura	Nome	Pausa	Duração
𝅝	Semibreve	𝄻	1
𝅗𝅥	Mínima	𝄼	1/2
♩	Semínima	𝄽	1/4
♪	Colcheia	𝄾	1/8
𝅘𝅥𝅯	Semicolcheia	𝄿	1/16
𝅘𝅥𝅰	Fusa	𝅀	1/32

Figura 2: *Tabela de Valores e durações das figuras musicais.*

(a) Sendo o andamento da música = 108 BPM, escreva a duração de uma *mínima*, *semínima* e *colcheia*;

(b) Escreva a nota $G4$ com duração de *mínima*, a nota $D4b$ com duração de *colcheia* e a sequência de notas: $G4$ $G4$ $G4$ $D4b$. Grave a sequência de notas com o comando *audiowrite*;

(c) Inclua uma pausa de *colcheia* no inicio da sequênca do item (b), faça o mesmo para a sequência de notas $F4$ $F4$ $F4$ $D4$ e escreva quatro compassos com estas duas sequências de notas na Clave de Sol.

Problema 24. (a) Escreva uma expressao que descreva uma onda transversal que propaga numa corda, no sentido $x > 0$ com um comprimento de onda de $10cm$, uma frequência de $400Hz$ e uma amplitude de $2,0cm$. (b) Qual e a velocidade escalar máaxima de um ponto da corda? (c) Qual é a velocidade escalar da onda?

Problema 25. Uma corda esticada tem uma massa por unidade de comprimento de $5,0g/cm$ e uma tensão de $10N$.Uma onda senoidal nessa corda tem uma amplitude de $0,12mm$ e uma frequência de $100Hz$ e propaga no sentido de x decrescente. Escreva uma equação ao para essa onda.

Problema 26. Determine a amplitude da onda resultante da combinação de duas ondas senoidais que propagam no mesmo sentido, possuem mesma frequência, tem amplitudes de $3,00cm$ e $4,0cm$ e diferença de fase de $\pi/2rad$.

Problema 27. Uma corda sob tensao T_i oscila no terceiro harmônico com uma frequência f_3, e as ondas na corda tem comprimento de onda λ_3. Se a tensão for aumentada para $T_f = 4T_i$ e a corda novamente levada a oscilar no terceiro harmonico, qual será (a) a frequência de oscilação em termos de f_3 e (b) o comprimento de onda em termos de λ_3?

Problema 28. Uma corda de violão, de náilon, tem uma densidade linear de $7,2g/m$ e está sob uma tensão igual a $150N$. Os suportes fixos estão distanciados $90cm$. A corda está oscilando de acordo com o padrão de onda estacionária com $n = 3$. Calcule (a) a velocidade escalar, (b) o comprimento de onda e (c) a frequência das ondas cuja superposição origina esta onda estacionária.

Problema 29. Uma corda de $120cm$ de comprimento é esticada entre suportes fixos. Quais sao os três comprimentos de onda mais longos possíveis para ondas estacionárias nessa corda? Esboce as ondas estacionárias correspondentes.

Problema 30. A ponta de uma corda de $120cm$ é mantida fixa. A outra ponta e presa a um anel sem peso que pode deslizar ao longo de uma haste sem atrito. Quais são os três mais longos comprimentos de onda possíveis para ondas estacionárias nessa corda? Esboce as ondas estacionárias correspondentes

Problema 31. Uma coluna de soldados, marchando a 120 passos por minuto, segue a música da banda á frente do pelotão. Observa-se que os soldados atrás da coluna avançam com o pé esquerdo, enquanto os músicos da banda avançam com o direito. Qual o tamanho da coluna, aproximadamente?

Problema 32. Ultra-som à frequência de $4,50MHz$ é usado para examinar tumores nos tecidos internos. (a) Qual o comprimento de onda no ar dessas ondas sonoras? (b) Se a velocidade do som no tecido e de $1500m/s$, qual o comprimento de onda das ondas no tecido?

Problema 33. A pressão em uma onda sonora progressiva é dada pela equação

$$\Delta p = (1,5Pa) sen\pi[(1,0m^{-1})x(330s^{-1})t].$$

Encontre (a) a amplitude da pressão (b) a frequência, (c) o comprimento de onda e (d) a velocidade da onda.

Problema 34. Dois alto-falantes, separados por uma distância de $2,00m$, estão em fase. Supondo que a amplitude dos sons dos dois seja, de modo aproximado, a mesma na posição do ouvinte, que está a $3,75m$ diretamente à frente de um dos alto-falantes. (a) Para quais frequências audíveis ($20 - 20000Hz$) existe um sinal mínimo? (b) Para quais frequências o som fica ao máximo?

Problema 35. Uma nota de frequência $300Hz$ tem uma intensidade de $1,00/m^2$. Qual a amplitude das oscilações do ar, causadas por este som?

Problema 36. Encontre as razões das (a) intensidades, (b) amplitudes de pressão e (c) amplitudes de deslocamentos de partículas para dois sons cujos níveis diferem por $37dB$.

Problema 37. Um interferômetro acústico, cheio de ar, usado para demonstrar a interferência de ondas sonoras. F é um diafragma; D é um detector de som, como o nosso ouvido ou um microfone. O comprimento FBD pode ser variado, enquanto o comprimento FAD é fixo. Em D, a onda sonora vinda de FBD interfere com a vinda de FAD. A intensidade do som em D tem um valor mínimo de 100 unidades em uma certa posição B e cresce, de maneira contínua, até um valor máaximo de 900 unidades quando B é deslocado de $1,65cm$. Encontre (a) a frequência do som emitido pela fonte e (b) a razão que a amplitude da onda de FAD tem com a amplitude da onda de FBD em D. (c) Como podem essas ondas terem diferentes amplitudes, se foram originadas pela mesma fonte F?

Problema 38. Um tubo de um orgão A, com as duas extremidades abertas, tem uma frequência fundamental de $300Hz$. O terceiro harmônico de um órgão B, com uma extremidade aberta, tem a mesma frequência que o segundo harmônico do A. Qual o comprimento (a) do tubo do orgão A e (b) do B?

Problema 39. A corda A de um violino está frouxa. Quatro batimentos por segundo são escutados, quando a corda é tocada junto a um diapasão, cuja frequência corresponde a nota A ($440Hz$). Qual o período da oscilação da corda do violino?

Problema 40. Sao-lhe dados quatro diapasões. O diapasão com a frequência mais baixa oscila a $500Hz$. Fazendo oscilar dois diapasões simultaneamente ouvem-se as seguinte frequências de batimento: 1, 2, 3, 5, 7 e 8 Hz. Quais as possíveis frequências dos outros dois diapasões?

UFSM
Frederico Westphalen

4^a Lista de Exercícios de Física II

Prof. Nilson E. Souza Filho

Fluidos: Hidrostática e Hidrodinâmica.

Densidade e Pressão.

Problema 01. Encontre o aumento de pressão de um fluido em uma seringa quando uma enfermeira aplica uma força de $42N$ ao êmbolo da seringa, de raio $1,1cm$.

Problema 02. A janela de um escritório tem dimensões de $3,4m$ por $2,1m$. Como resultado de uma tempestade, a pressão do ar do lado de fora cai para $0,96atm$, mas a pressão de dentro permanece de $1,0atm$. Qual o valor da força que puxa a janela para fora?

Problema 03. Uma caixa vedada com uma tampa de $12pol^2$ de área é parcialmente evacuada. Se uma força de $108libras$ é necessária para tirar a tampa da caixa e a pressão atmosférica do exterior é de $15lib/pol^2$, qual é a pressão do ar na caixa?

Problema 04. Membros da tripulação tentam escapar de um submarino danificado, $100m$ abaixo da superfície. Que força eles têm de aplicar no alçapão, de $1,2m$ por $0,60m$, para empurrá-lo para fora? Considere a densidade da água do oceano $1.025kg/m^3$.

Problema 05. As saídas dos canos de esgotos de uma casa construída em uma ladeira está $8,2m$ abaixo do nível da rua. Se o cano de esgoto se encontra a $2,1m$ abaixo do nível da rua, encontre a diferença de pressão mínima que deve ser criada pela bomba de recalque para puxar esgoto de densidade média $900kg/m^3$.

Problema 06. Dois vasos cilíndricos idênticos, com suas bases ao mesmo nível, contêm um líquido de densidade ρ. A área da base é A para ambos, mas em um dos vasos a altura do líquido é h_1 e no outro é h_2. Encontre o trabalho realizado pela força gravitacional ao igualar os níveis, quando os dois vasos são conectados.

O Princípio de Pascal e o Princípio de Arquimedes.

Problema 07. Uma lata tem volume de $1.200cm^3$ massa de $130g$. Quantas gramas de balas de chumbo ela poderia carregar sem que afundasse na água? A densidade do chumbo é $11,4g/cm^3$.

Problema 08. Uma âncora de ferro, quando totalmente imersa na água, parece $200N$ mais leve que no ar. (a) Qual é o volume da âncora? (b) Qual é o peso no ar? A densidade do ferro é $7.870kg/m^3$.

Problema 09. Uma matriz fundidora de ferro, contendo um certo número de cavidades, pesa $6.000N$ no ar e $4.000N$ na água. Qual é o volume das cavidades da fundidora?

Linhas de Corrente e a Equação da Continuidade.

Problema 10. Uma mangueira de jardim, de diâmetro interno $0,75pol$ é conectada a um esguicho que consiste em um cano com 24 furos, cada um com $0,050pol$ de diâmetro. Se água na mangueira tiver velocidade de $3,0pes/s$, com que a velocidade ela sairá dos buracos do esguicho?

Problema 11. A água é bombeada continuamente para fora de um porão inundado, a uma velocidade de $5,0m/s$,, através de uma mangueira uniforme de raio $1,0cm$ A mangueira passa por uma janela $3,0m$ acima do nível da água. Qual é a potência da bomba?

Problema 12. A figura 1 representa um tubo de corrente (ou mesmo um cano), atraves do qual um fluido ideal escoa a uma taxa constante. Durante um intervalo de temo Δt, a quantidade de fluido indicada pela área escura na figura 1a é transferida da entrada para a extremidade de saída (como indica a figura 1b). Use o princípio da conservação da energia mecânica e determine a equação de Bernoulli.

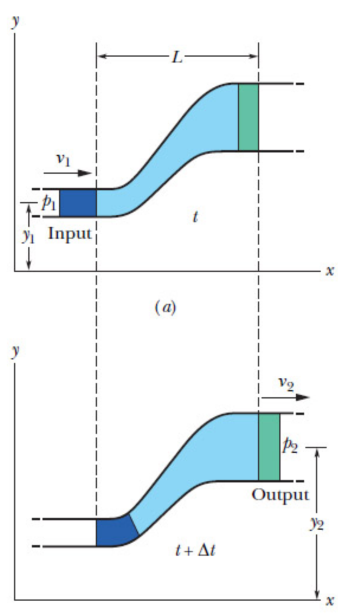


Figura 1: *Problema 12.*

Problema 13. A água se move com uma velocidade de $5,0 m/s$ através de um cano com uma área de seção transversal de $4,0 cm^2$. A água desce $10 m$ gradualmente, enquanto a área do cano aumenta para $8,0 cm^2$. (a) Qual é a velocidade do escoamento no nível mais baixo? (b) Se a pressão no nível mais alto for $1,5 \times 10^5 Pa$, qual será a pressão no nível mais baixo?

Problema 14. Se a velocidade de escoamento, passando por debaixo de uma asa, é $110 m/s$, que velocidade de escoamento na parte de cima criará uma diferença de pressão de $900 Pa$, entre as superfícies de cima e de baixo? Considere a densidade do ar $\rho = 1,30 \times 10^{-3}$.

Problema 15. Aplicando a equação de Bernoulli e a equação da continuidade aos pontos 1 e 2 da figura 2, mostre que a velocidade do escoamento na entrada (ponto 1) é

$$v = \left[\frac{2a^2 \Delta p}{\rho(A^2 - a^2)}\right]^{1/2}.$$

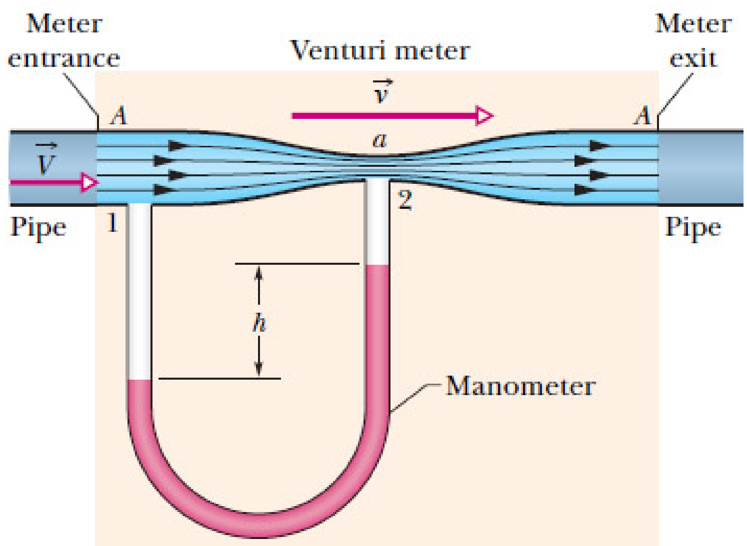


Figura 2: *Problema 15.*

Problemas Adcionais.

Problema 16. No sistema da figura 3, a porção AC contém mercúrio, BC contem óleo e o tanque aberto contém água. As alturas indicadas são $h_0 = 10cm$, $h_1 = 5cm$, $h_2 = 20cm$; as densidades relativas à da água são: $13,6$ (mercúrio) e $0,8$ (óleo). Determine a pressão p_A no ponto A (em atm).

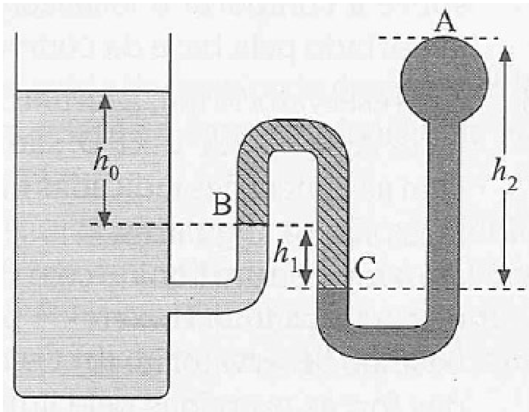


Figura 3: *Problema 16.*

Problema 17. No *manômetro de reservatôrio* (figura 4), calcule a diferença de pressão $(p_1 - p_2)$ entre os dois ramos em função da densidade ρ do fluido, dos diâmetros d e D, e da altura h de elevação do fluido no tubo, relativamente ao nível de equilíbrio N_0 que o fluido ocupa quando $p_1 = p_2$.

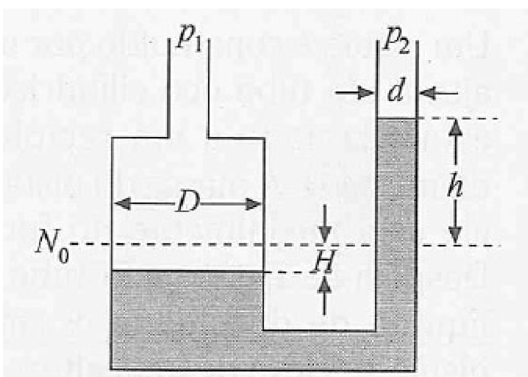


Figura 4: *Problema 17.*

Problema 18. É comun dizer que alguma coisa representa apenas *a porção visível de um iceberg*. Sabendo-se que a densidade do gelo é $0,92g/cm^3$ e a da água do mar a $1atm$ e 0^oC é $1,025g/cm^3$, que fração de de um *iceberg* fica submersa? (em %)

Problema 19. O *manômetro de plano inclinado* (figura 5), utilizado para medir pequenas diferenças de pressão, $(p_1 - p_2)$, difere do descrito no problema 22 pela inclinação θ do tubo de diâmetro d. Se o fluido empregado é um óleo de densidade $\rho = 0,8g/cm^3$, com $d = 0,5cm$, $D = 2,5cm$, escolha θ para que o deslocamento l sela $5cm$ quando $(p_1 - p_2) = 0,001atm$.

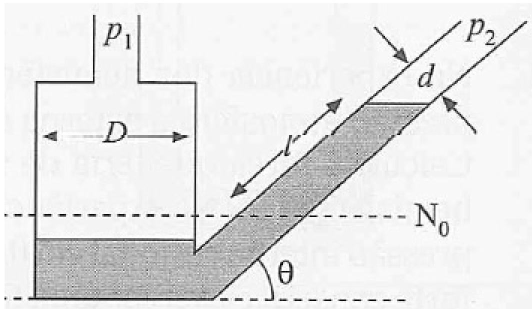


Figura 5: *Problema 19.*

Problema 20. Um reservatório de paredes verticais, colocado sobre um terreno horizontal, contém água até a altura h. Se abrirmos um pequeno orifício numa parede lateral: (a) A que distância máxima d da parede o jato de água que sai pelo orifício poderá atingir o chão? (b) Em que altura deve estar o orifício para que essa distância máxima seja atingida?

Problema 21. Um pistão é constituído por um disco ao qual se ajusta um tubo oco cilíndrico de diâmetro d, e está adaptado a um recipiente cilíndrico de diâmetro D. A massa do pistão com o tubo é M e ele está inicialmente no fundo do recipiente. Despeja-se então pelo tubo uma massa m de líquido de densidade ρ; em consequência , o pistão se eleva de uma altura H, como indica a figura 6. Calcule H.

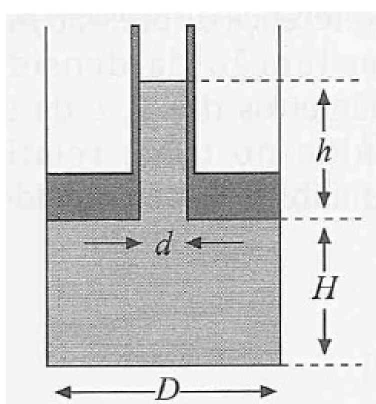


Figura 6: *Problema 21.*

Problema 22. Um reservatório contém água até $0,5m$ de altura e, sobre a água, uma camada de óleo de densidade $0,69g/cm^3$, também com $0,5m$ de altura. Abre-se um pequeno orifício na base do reservatório. Qual é a velocidade de escoamento da água?

Problema 23. Uma ampulheta é formada, de cada lado, por um tronco de cone circular de altura $h = 10cm$, raio da base maior $R = 10cm$ e raio da base menor $r = 0,1cm$. Após enchê-la de água até a metade, ela é invertida (figura 7). (a) Calcule a velocidade inicial de descida do nível da água; (b) Calcule a velocidade de descida do nível depois de ele ter baixado $5cm$.

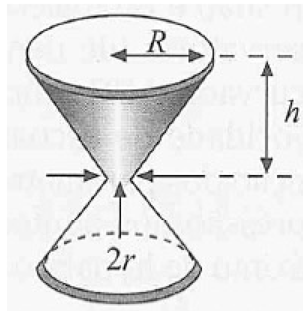


Figura 7: *Problema 23.*

Problema 24. Um sifão é estabelecido, aspirando o líquido do reservatório (de densidade ρ) através do tubo recurvado ABC e fazendo-o jorrar em C, com velocidade de escoamento v. (a) Calcule v em função dos parâmetros da figura 8. (b) Calcule a pressão nos pontos A e B. (c) Qual é o valor máximo de h_0 para o qual o sifão funciona?

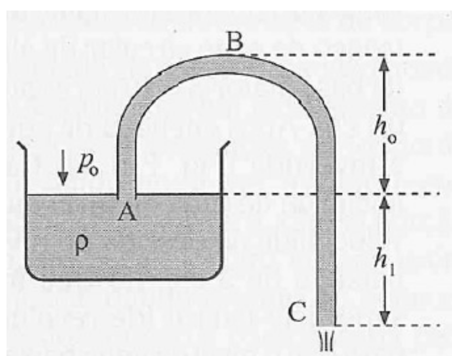


Figura 8: *Problema 24.*

Problema 25. Para o escoamento com circulação constante, definido pela equação $v = \frac{C_r}{2\pi r}$, demonstre que, num plano horizontal, a pressão p varia com a distância r ao eixo com uma taxa de variação dada por $\frac{dp}{dr} = \frac{\rho v^2}{r}$ onde ρ é a densidade do fluido. Interprete esse resultado. Obtenha p como função de r a partir dessa equação e explique o resultado obtido.

UFSM
Frederico Westphalen

5^a *Lista de Exercícios de Física II*

Prof. Nilson E. Souza Filho

Temperatura.

Problema 01. Enuncie a *Lei Zero da Termodinâmica.* Explique como é possível obter a relação entre escalas baseando-se em dois pontos fixos e o usando o conceito de fração.

(a) Determine as relações entre as três escalas (Kelvin, Celcius e Fahrenheit).

(b) Determine a temperatura padrão do corpo humano nas escalas Kelvin e Fahrenheit.

(c) Encontre o zero absoluto correspondente às escalas Celcius e Fahrenheit.

(d) A que temperatura os pares de escalas Fahrenheit e Celsius dão a mesma leitura? E os pares de escalas Fahrenheit e Kelvin? e Celsius e Kelvin?

Problema 02. Dois termômetros de gás a volume constante são usados em conjunto. Um deles usa nitrogênio e o outro, hidrogênio. A pressão do gás em ambos os bulbos é de $p_3 = 80mm\ de\ Hg$. Qual e a diferença de pressão nos dois termometros, se colocarmos ambos em água fervendo? Em qual dos termômetros a pressão será a mais alta?

Problema 03. Observamos, no dia-a-dia, que objetos, quentes ou frios, esfriam ou aquecem até adquirir a temperatura ambiente. Se a diferença de temperatura T entre o objeto e o ambiente não for muito grande, a taxa de esfriamento ou aquecimento será proporcional diferença de temperatura, isto é

$$\frac{d}{dt}\Delta T = -A(\Delta T),$$

onde A é uma constante. O sinal menos aparece porque ΔT diminui com o tempo, se for positivo, e aumenta, se negativo. Esta é a *Lei de Newton do resfriamento*. (a) De que depende A ? (b) Se no instante $t = 0$ a diferença de temperatura for ΔT_0, mostre que

$$\Delta T = \Delta T_0 e^{-At}$$

num instante posterior.

Problema 04. No continente europeu uma linha férrea da ordem de $600km$ de extensão tem sua temperatura variando de -10^oC no inverno até 30^oC no verão. Qual é a variação que os trilhos sofrem na sua extensão?

Problema 05. Uma barra feita com uma liga de alumínio mede $10cm$ à 20^oC e $10,015cm$ no ponto de ebulição da água. (a) Qual o seu comprimento no ponto de congelamento da água? (b) Qual a sua temperatura, se o seu comprimento é $10,009cm$?

Problema 06. Um cubo de latão tem aresta de $30cm$. Qual o aumento de sua área, se a temperatura subir de 20 para 75^0C?

Problema 07. Uma barra de aço a 25^oC tem $3cm$ de diâmetro. Um anel de latão tem diâmetro interior de $2,992cm$ a 25^oC. A que temperatura comum o anel se ajustará exatamente a barra?

Problema 08. Densidade é massa dividida por volume. Como o volume depende da temperatura, a densidade também depende. Mostre que, se a temperatura variar de T, a variação da densidade será

$$\Delta = -\beta\rho\Delta T$$

onde β é o coeficiente de dilatação volumétrica. Explique o sinal negativo.

Problema 09. Uma barra composta, de comprimento $L = L_1 + L_2$, é feita de uma barra de material 1 e comprimento L_1, ligada a outra de material 2 e comprimento L_2. (a) Mostre que o coeficiente de dilatação efetivo para esta barra é

$$\alpha = \frac{\alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2}{L}.$$

(b)) Usando aço e latão, dimensione uma barra composta de $52,4cm$ e o coeficiente de dilatação linear efetivo $13 \times 10^{-6}/^oC$

Problema 10. O tanque de gasolina do seu carro tem capacidade para 50 *litros*. Suponha que você encha o tanque (até o 'talo') numa manhã, na sombra, a 15^oC e logo depois estacione o carro ao sol, atingindo 35^oC. A variação do volume do tanque é considerada desprezível, qual o volume de gasolina que vaza do tanque? (Dado $\gamma = 9,6 \times 10^{-4}/^oC$).

Problema 11. Quase todos os líquidos aumentam de volume quando a temperatura aumenta. O modelo proposto para explicar a dilatação dos sólidos também pode ser aplicado aos líquidos. Entretanto, o líquido mais comum, a água, não se comporta como os outros líquidos. Explique esse comportamento anômalo da água e suas consequências.

Calor e a 1^a Lei da Termodinâmica.

Problema 12. Um bloco de gelo, em seu ponto de fusão e com massa inicial de $50kg$,desliza sobre uma superfície horizontal, começando à velocidade de $5,38m/s$ e finalmente parando, depois de percorrer $28,3m$. Calcule a massa de gelo derretido como resultado do atrito entre o bloco e a superfície. (Suponha que todo o calor produzido pelo atrito seja absorvido pelo bloco de gelo).

Problema 13. (a) Dois cubos de gelo de $50g$ são colocados num vidro contendo $200g$ de água. Se a água estava inicialmente à temperatura de 25^oC e se o gelo veio diretamente do freezer a -15^oC, qual será a temperatura final do sistema quando a água e o gelo atingirem o equilíbrio térmico? (b) Supondo que somente um cubo de gelo foi usado em (a), qual a temperatura final do sistema? Ignore a capacidade térmica do vidro.

Problema 14. Quantos cubos de gelo de $20g$, cuja temperatura inicial é de 10^oC, precisam ser colocados em 1 litro de chá quente com temperatura de inicial de 90^oC, para que a mistura final tenha a temperatura de 10^oC? Suponha que todo o gelo estará derretido na mistura final e que o calor específico do chá seja o mesmo da água.

Problema 15. Uma amostra de gás se expande a partir de uma pressão e um volume iniciais de $10Pa$ e $1m^3$ para um volume final de $2m^3$. Durante a expansão, a pressão e o volume são obtidos pela equação $p = aV^2$, onde a $= 10N/m^8$. Determine o trabalho realizado pelo gás durante a expansão.

Problema 16. Enuncie a 1ª Lei da Termodinâmica e avalie a sua aplicação num processo: (a) Cíclico; (b) Adiabático; (c) Isocórico.

Problema 17. Um gás dentro de uma câmara passa pelo ciclo mostrado na figura. Determine o calor total adicionado ao sistema durante o processo CA, se o calor Q_{AB} adicionado ao sistema durante o processo AB for $20,0J$; nenhum calor for transferido durante o processo BC; e o trabalho realizado durante o ciclo for $15,0J$.

Problema 18. Quando um sistema passa de um estado i para f pelo caminho iaf na figura, $Q = 50cal$. Pelo caminho ibf, $Q = 36cal$. (a) Qual o trabalho W para o caminho ibf? (b) Se $W = -13cal$ para o caminho curvo de retorno fi, qual é Q para esse caminho? (c) Seja $\Delta E_{int,i} = 10cal$, qual é $\Delta E_{int,f}$? (d) Se $\Delta E_{int,b} = 22cal$, quais os valores de Q para os processos ib e bf?

Problema 19. Mostre que a transmissão de calor numa placa composta por dois materiais diferentes (k_1 e k_2), entre dois reservatórios térmicos é dada por $H = \frac{A(T_H - T_C)}{(l_1/k_1)+(l_2/k_2)}$.

Problema 20. Um grande tanque cilíndrico de água com fundo de $1,7m$ de diâmetro é feito de ferro galvanizado de $5,2mm$ de espessura. Quando a água esquenta, o aquecedor à gás embaixo mantém a diferença de temperatura entre às superfícies superior e inferior, da chapa do fundo, em $2,3^oC$. Quanto calor e conduzido atravé dessa placa em $5,0$ *minutos*? O ferro tem condutividade térmica igual a $67W/mK$.

6^a*Lista de Exercícios de Física II*

Prof. Nilson E. Souza Filho

Teoria Cinética dos Gases.

Problema 01. Se as moléculas de água em $1,0g$ de água fossem distribuídas uniformemente pela superfície da Terra, quantas moléculas haveria em $1,0cm^2$ da superfície?

Problema 02. Uma amostra de ar, que ocupa $0,14m^3$ à pressão manométrica de $1,03 \times 10^5 Pa$, se expande isotermicamente até atingir a pressão atmosférica e é então resfriada, à pressão constante, até que retorne ao seu volume inicial. Calcule o trabalho realizado pelo ar.

Problema 03. A densidade de um gás à $273K$ e $1,00 \times 10^{-2} atm$ é de $1,24 \times 10^{-5} g/cm^3$. (a) Encontre a velocidade v_{rms} para as moleculas do gás. (b) Ache a massa molar do gás e identifique-o.

Problema 04. Mostre que e a equação do gás ideal pode ser escrita nas formas alternativas: (a) $p = \frac{\rho RT}{M}$, onde ρ é a densidade de massa do gás e M, a massa molar; (b) $pV = NkT$, onde N é o número de partículas do gás (átomos ou moléculas).

Problema 05. $20,9J$ de calor são adicionados a um gás ideal. Como resultado o seu volume aumenta de 50 para $100cm^3$, enquanto a pressão permanece constante ($1atm$). (a) Qual a variação na energia interna do gás? (b) Se a quantidade de gás presente for de $2,00 \times 10^{-3} mol$, calcule o calor específico molar à pressão constante. (c) Calcule o calor específico molar à volume constante.

Problema 06. Suponha que $4,0moles$ de um gás ideal diatômico, cujas moléculas estejam em rotação sem oscilar, sofrem um aumento de temperatura de $60,0K$ a pressão constante. (a) Quanto calor foi transferido para o gás? (b) Em quanto aumentou a energia interna do gás? (c) Quanto trabalho foi realizado pelo gas? (d) Qual foi o aumento na energia interna translacional das moléculas do gás?

Problema 07. A massa molar do iodo é de $127g/mol$. Uma onda estacionária em um tubo cheio de gás de iodo a $400K$ tem os seus nós $6,77cm$ distantes um do outro, quando a frequência é $1000Hz$. O gás de iodo é monoatômico ou diatômico?

Problema 08. Um litro de gás com $\gamma = 1,3$ está à $273K$ e sob pressão de $1atm$. Este gás repentinamente (adiabaticamente) comprimido até a metade do seu volume original. (a) Encontre suas pressão e temperatura finais. (b) O gás é agora resfriado até 0^oC sob pressão constante. Qual é seu volume final?

Problema 09. Um gás ideal sofre uma compressão adiabática de $p = 1,0\ atm$, $V = 1,0 \times 10^6\ l$ e $T = 0^oC$ para uma pressão $p = 1,0 \times 10^5 atm$, $V = 1,0 \times 10^3 l$. (a) Este gás é monoatômico, diatômico ou poliatômico? (b) Qual a temperatura final? (c) Quantos *mols* de gás estão presentes? (d) Qual é a energia cinética de translação total, por *mol*, antes e depois da compressão? (e) Qual é a taxa dos quadrados das velocidades quadráticas médias de antes e depois da compressão?

Problema 10. Uma amostra de gás ideal se expande de pressão e volume iniciais correspondentes a $32atm$ e $1,0 litro$, respectivamente, para um volume final de $4,0 litros$. A temperatura inicial do gás era de $300K$. Quais serão a pressão e temperatura finais desse gás e quanto trabalho ele realizará durante a expansão, se esta for (a) Isotérmica, (b) Adiabática e o gás monoatômico, e (c) Adiabática e o gás diatômico?

Entropia e a 2^a Lei da Termodinâmica.

Problema 11. Enuncie a 2^a Lei da Termodinâmica: (a) Associada a inexistência de uma máquina térmica perfeita; (b) Associada a inexistência de um refrigerador prefeito; (c) Sob que condições uma máquina térmica ideal seria 100% eficiente?

Problema 12. (a) O que é uma variável de estado? (b) que é Entropia e qual é sua relação com a 2^a Lei da Termodinâmica?

Problema 13. Descreva: (a) O Ciclo de Carnot; (b) O funcionamento do motor de explosão de um automóvel; (c) O funcionamento de um refrigerador; (d) O demônio de Maxwell.

Problema 14. Uma bomba térmica é usada para aquecer um edifício. Do lado de fora a temperatura é -5^oC e dentro do edifício deve ser mantida a 22^oC. O coeficiente de performance é $3,8$ e a bomba injeta $1,8Mcal$ de calor no edifício por hora. A que taxa devemos realizar trabalho para manter a bomba operando?

Problema 15. Um cubo de gelo de $10g$ a -10^oC é colocado num lago que está a 10^o. Calcule a variação de entropia do sistema quando o cubo de gelo atingir o equilíbrio térmico com o lago. O calor específico do gelo é $0,50cal/g^oC$. (Sugestão: O cubo de gelo afetará a temperatura do lago?)

Problema 16. Um *mol* de um gás ideal monoatômico evolui de um estado inicial à pressão p e volume V até um estado final à pressão $2p$ e volume $2V$, através de dois diferentes processos. (I) Ele expande isotermicamente até dobrar o volume e, então, sua pressão aumenta a volume constante até o estado final. (II) Ele é comprimido isotermicamente até duplicar a pressão e, então, seu volume aumenta isobaricamente até o estado final. Mostre a trajetória de cada processo num diagrama $p - V$. Para cada processo calcule, em função de p e de V: (a) o calor absorvido pelo gás em cada parte do processo; (b) o trabalho realizado pelo gás em cada parte do processo; (c) a variação da energia interna do gás, $E_{int,f} - E_{int,i}$ e (d) a variação de entropia do gás, $S_f - S_i$

Problema 17. Um *mol* de um gás monoatômico passa pelo ciclo mostrado na figura . (a) Quanto trabalho e realizado quando o gás se expande de a até c pelo caminho abc? (b) Quais as variações de energia interna e entropia de b até c? (c) Quais as variações de energia interna e entropia num ciclo completo? Expresse todas as respostas em termos de p_o, V_o, R e T_o.

Problema 18. Um mol de um gas ideal é usado em uma máquina que opera seguindo o ciclo da figura. BC e DA sáo processos adiabáticos reversíveis. (a) O gás e monoatômico, diatômico ou poliatômico? (b) Qual a eficiencia da máquina?

Problema 19. Um mol de um gás ideal monoatômico, inicialmente à pressão de $5,00 kN/m^2$ e temperatura de $600K$ expande a partir de um volume inicial $V_i = 1,00m^3$ ate $V_f = 2,00m^3$. Durante a expansão, a pressão p e o volume do gás estáo relacionados por

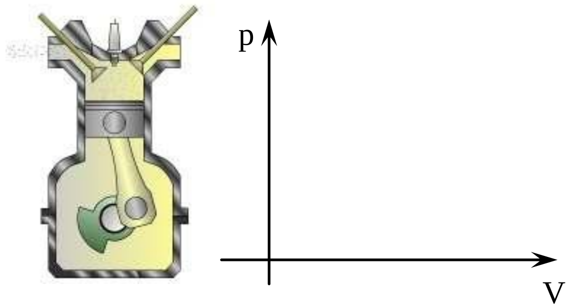
$$p = (5,00 \times 10^3)e^{(Vi-V)/a},$$

onde p está em kN/m^2, V_i e V_f estão em m^3 e $a = 1,00m^3$. Quais são: (a) a pressão final e (b) a temperatura final do gás? (c) Qual o trabalho realizado pelo gás durante a expansão? (d) Qual a variação de entropia do gás as durante a expansão? (*Sugestão*: use dois processos reversíıveis simples para achar a variaçã de entropia.)

Problema 20. Avalie a 2^a Lei da Termodinâmica e avalie a sua aplicação no 2^o e 3^o estágio (transformações: B à C; C à D e D à E) de um motor de explosão a quatro tempos correspondente ao ciclo de Otto. Construa um diagrama $p - V$ para cada estágio.

Etapas de um motor de explosão a quatro tempos

1ª Lei da Termodinâmica –

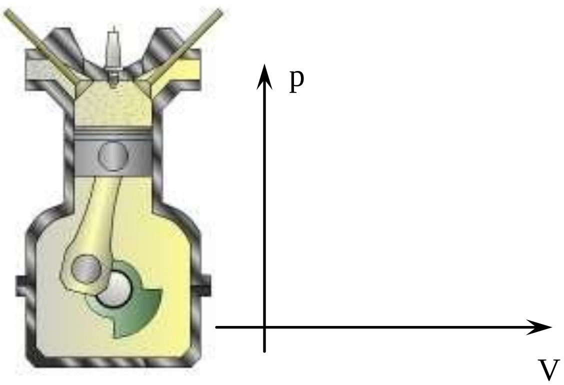


1º Estágio: Admissão.

Transformação ______________ A → B

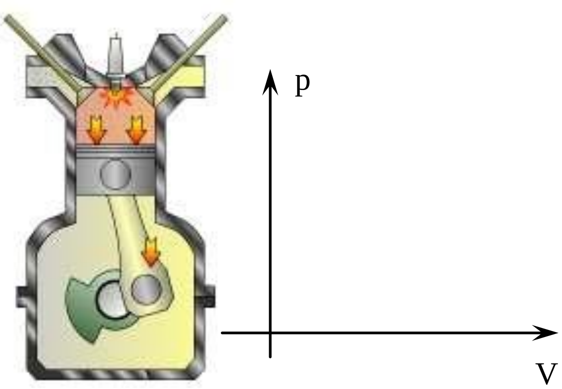
2º Estágio: Compressão.

Transformação ________________ B → C

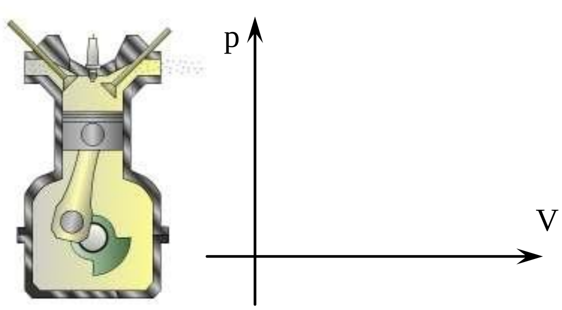


3º Estágio: Explosão.

Transformação ________________ C → D;



Transformação ________________ D → E



4º Estágio: Exaustão.

Transformação ________________ E → B;

Transformação ________________ B → A.