

# Olimpíada de Física para Alunos do Curso Secundário

H. Sato\*, E. A. Vidotto, A. S. dos Santos, M. S. P. Francisco,  
C. B. Rodella, E. L. Registro, D. Schiel e E. Marega Jr.

\* Centro de Divulgação Científico e Cultural - USP

Departamento de Física e Ciência dos Materiais

Instituto de Física de São Carlos - USP

C.P. 369, 13560-970 São Carlos, SP, Brasil

e-mail: euclides@uspfc.ifqsc.sc.usp.br

Trabalho recebido em 29 de julho de 1997

## I. Objetivos Gerais

O Centro de Divulgação Científico e Cultural (CDCC) vêm realizando desde 1995 uma Olimpíada de Física para alunos do curso secundário. A Olimpíada de Física para alunos do segundo grau é um evento que tem como objetivos principais: 1- Motivar o aluno ao estudo de Física como ciência; 2- Integrar estudantes e escolas; 3- Em nível pedagógico a Olimpíada serve como instrumento de avaliação da qualidade do ensino de Física ministrado na região onde o evento ocorre.

A CDCC é responsável pela organização (elaboração) e correção das provas de todas as cidades participantes, que por sua vez possuem um coordenador, responsável pela organização local da prova. Todas as escolas de segundo grau são convidadas e participantes natas do evento e responsáveis pela seleção dos alunos para a prova a nível local, que é específica para as três séries do segundo grau.

## Regras da Olimpíada

### Das inscrições

1) Poderão se inscrever alunos que estiverem regularmente matriculados em suas escolas e estiverem cursando o 2º grau.

2) O aluno deve se inscrever na série em que estiver cursando.

2.1) O aluno que infringir o item 2, desclassificará a escola.

3) Será permitida a inscrição de 2 (dois) alunos por série e por escola.

4) Não será permitida a substituição de um aluno já inscrito.

5) As inscrições devem ser feitas através do professor de Física de cada escola.

### Das Provas

1) As provas da primeira fase serão realizadas no mesmo dia e horário nas cidades participantes.

2) As provas serão específicas para cada série do 2º grau.

3) As questões serão realizadas por professores da rede de ensino<sup>1</sup> e professores do Instituto de Física de São Carlos.

4) As questões serão dissertativas e cada questão terá o mesmo peso.

5) No dia da prova, será permitido apenas o uso de lápis, borracha e caneta.

### Do Resultado

1) O resultado da primeira fase será feita após um mês da data da realização das provas.

<sup>1</sup> alunos de pós-graduação

- 2) Cabe à banca examinadora a correção da prova.
- 3) As provas ficarão arquivadas no Setor de Física do CDCC, porém não serão devolvidas aos participantes.
- 4) O gabarito da prova será divulgado uma semana após a realização da prova.
- 5) Para a segunda fase serão convocados os melhores alunos de cada série de cada cidade participante e os alunos que obtiverem índice que lhes qualifique. O índice será estipulado pela comissão organizadora de acordo com o desempenho geral dos alunos na primeira fase.
- 6) Serão premiados os três primeiros classificados de cada série ao final da segunda fase.

### Do Local

- 1) O local da realização da prova será divulgado com, pelo menos, um mês de antecedência.
- 2) O aluno que se atrasar no dia da prova não poderá participar.
- 3) A segunda fase será realizada no CDCC (São Carlos)

### Conteúdo das Provas

#### 1º colegial

- análise gráfica.
- cinemática: Movimento Uniforme(MU), Movimento Uniformemente Variado(MUV).
- Física do Cotidiano.

#### 2º colegial

- Conteúdo do 1º colegial +
- Dinâmica
  - Termologia
  - Física do Cotidiano

#### 3º colegial

- Conteúdo do 2º colegial +
- Óptica Geométrica.
  - Eletrostática (Lei de Coulomb/Campo elétrico).
  - Física do Cotidiano.

No item Física do Cotidiano são relacionados fenômenos Físicos que estão presentes no dia-a-dia.

## II - Prova de 1995

No ano de 1995 a Olimpíada foi realizada somente na cidade de São Carlos e contou com apenas uma fase.

### Alunos Participantes

- 1º colegial- 22 alunos
- 2º colegial- 22 alunos
- 3º colegial- 24 alunos

### Prova do 1º colegial

**Problema 1** - Suponha que você esteja na beirada do último vagão de um trem. O trem está indo em direção a Araraquara e você está voltado para São Carlos. Você possui uma bola de aço de massa  $m$ . O trem se desloca com velocidade constante  $v$ . Em Ibaté (cidade entre São Carlos e Araraquara), você estende o braço para fora do trem e joga a bola para o alto.

- a) A bola vai cair em sua mão ? Justifique a resposta.
- b) Qual a trajetória da bola que você observa ?
- c) Qual trajetória que a bola descreve para um observador situado na estação de Ibaté ? (vide figura 1)

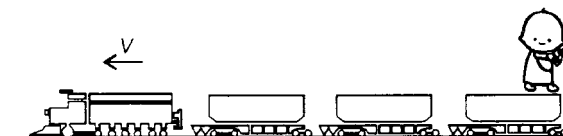


Figura 1

**Problema 2** - Agora você está voltando para São Carlos, vindo de Araraquara. Você está situado no primeiro vagão do trem, com velocidade constante  $v$ . Num dado instante, você começa a caminhar para o último vagão com uma velocidade  $v'$  e, no meio do caminho, resolve jogar a bola para o alto.

- a) Nos casos  $v = v'$ ,  $v > v'$  e  $v < v'$ , em qual deles a bola pode cair em sua mão ? Explique o que acontece nos três casos.
- b) Qual a trajetória que a bola descreve, nos três casos de velocidade, para um observador sentado no trem ? (vide figura 2)

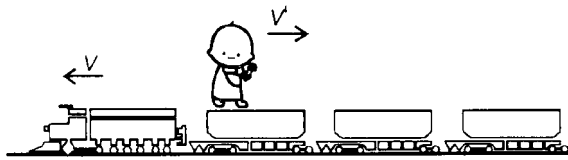


Figura 2

**Problema 3** - Neste mesmo trem, você encontrou um amigo. Pediu a ele que se posicionasse na janela posterior a sua, com a cabeça e um dos braços para fora. Você colocou a cabeça e um dos braços para fora e jogou a bola para cima. Desprezando o atrito do ar, responda:

a) Ela vai cair na sua mão ou na mão de seu amigo?

Justifique.

b) Qual a trajetória que você observa da bola?

c) Qual a trajetória que seu amigo observa da bola?

**Problema 4** - Em uma noite de tempestade, cheio de relâmpagos e trovões, um aluno resolveu realizar uma experiência. Ao ver um relâmpago, ele acionou um cronômetro e ao ouvir o trovão o travou. O tempo que ele marcou ao ver o relâmpago até ouvir o trovão foi de  $t$ . A partir disso, e tendo como dados a velocidade da luz  $c$ , a velocidade do som  $\nu$  ( $c \gg \nu$ ), qual a distância entre o aluno e o raio?

**Problema 5** - Um estudante caminha à noite, afastando-se de um poste luminoso. A altura do poste é de 6 metros e do aluno de 2 metros. O aluno caminha a uma velocidade constante de 4 km/h. Com que velocidade move-se a extremidade de sua sombra no chão?

**Problema 6** - Um barco está em movimento uniforme, rio acima, com velocidade própria  $\nu$ . Quando passa sob uma ponte, o barqueiro deixa cair uma garrafa, mas só percebe sua falta 15 minutos depois. Então, volta rio abaixo, com o barco sempre em movimento uniforme com velocidade própria  $\nu$ , em valor absoluto, indo encontrar a garrafa 1,8 km da ponte. Qual a velocidade da correnteza do rio, suposta constante, em m/s?

**Problema 7** - Um fotógrafo verificou que um filme comum é formado por uma série de fotografias individuais que são projetadas à razão de 24 imagens (quadros)

por segundo, o que nos dá a sensação de movimento contínuo. Esse fenômeno é devido ao fato de que nossos olhos retêm a imagem por um intervalo de tempo um pouco superior a  $1/20$  de segundo. Essa retenção é chamada *persistência da retina*. a) Numa projeção de filme com duração de 30 segundos, quantos quadros são projetados? b) Uma pessoa, desejando filmar o desabrochar de uma flor cuja duração é de aproximadamente 6 horas, pretende apresentar esse fenômeno num filme de 10 minutos de duração. Quantas fotografias individuais do desabrochar da flor devem ser tiradas? c) De quanto em quanto tempo você deve tirar uma foto, nas 6 horas de filmagem, para obter os 10 minutos de projeção?

**Problema 8** - Um químico, fazendo uma experiência no laboratório de física, verificou que uma certa grandeza  $H$  é função de outras três grandezas,  $e$ ,  $s$  e  $T$ . Suas medidas lhe permitiram construir os gráficos mostrados na figura 3. Observando os gráficos, escreva e explique qual a relação existente entre a grandeza  $H$  e as outras três grandezas. A seguir, escreva uma relação (uma fórmula) que descreva as relações.

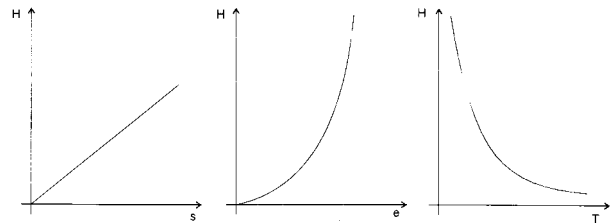


Figura 3

**Problema 9** - A tabela a seguir apresenta as massas de diversos conjuntos de moedas (todas elas são iguais). A massa é dada em gramas. Utilize papel milimetrado para construção dos gráficos. a) Construa o gráfico massa ( $m$ ) em função do número de moedas ( $N$ ), abandonando alguma medida duvidosa. b) Esse gráfico deve passar pela origem? Por quê? c) Usando o gráfico, determine a massa de 20 moedas. d) Através do gráfico, quantas moedas terão uma massa total de 127 gramas? e) Determine a inclinação do gráfico. O que ela apresenta? f) Escreva a relação matemática entre  $m$  e  $N$ .

N	6	12	17	22	25	28	31	34	36	39
m(g)	29	59	83	108	127	137	152	167	177	187

**Problema 10** - Considere um corpo se deslocando em movimento uniforme. Responda e esboce: a) O que podemos dizer sobre o valor da velocidade ? b) Como é o gráfico  $v \times t$  ? c) Como é o gráfico  $d \times t$  ? d) Como é o gráfico  $a \times t$  ? e) Qual a expressão que relaciona a distância percorrida  $d$ , a velocidade  $v$  e o tempo  $t$  do movimento ? f) O que representa a inclinação do gráfico  $d \times t$  ?

**Problema 11** - Dois atletas, Joaquim Cruz e Zequinha Barbosa, percorrem uma pista circular de 350 metros de comprimento, no mesmo sentido. Partem um ao lado do outro, no mesmo instante, com velocidades escalares  $v_j = 7\text{m/s}$  e  $v_z = 5\text{m/s}$ , mantidas constantes. a) Em quanto tempo, a partir da saída, Joaquim Cruz terá vantagem de 1 volta sobre Zequinha Barbosa ? b) Quantas voltas de vantagem terá após decorridos 8 min e 10 seg. ?

**Problema 12** - O gráfico da figura 4 representa, de forma aproximada, o movimento de um carro durante um percurso. Determine a velocidade média do carro nesse percurso. Admitindo que o móvel se encontra no marco zero no instante  $t = 0$ , construa o gráfico do espaço  $s$  em função do tempo  $t$ .

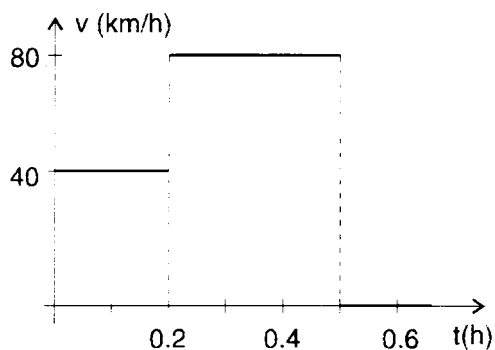


Figure 4

## Prova do 2º colegial

**Problema 1** - Explique por que se tentarmos nos elevar, puxando nosso próprio cabelo, não conseguimos ? Porém, se amarrarmos uma corda na cintura e passarmos por uma roldana fixa no teto e puxarmos conseguiremos. Explique.

**Problema 2** - Numa biblioteca, duas pessoas retiram livros da estante. A prateleira está a 1 metro do chão. A primeira pessoa retira 3 livros de 320 gramas cada e os leva até uma mesa, de 50 cm de altura, situada a 25 metros de distância. A segunda retira dois livros de 200 gramas cada e os coloca no chão. Após um certo tempo, a primeira pessoa recoloca os 3 livros, de onde os retirou. A segunda pessoa esquece os livros no chão. Calcule o trabalho realizado pela primeira e pela segunda pessoa. Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**Problema 3** - Num domingo de manhã ensolarada, um Físico resolve se divertir pescando, em seu bote, num lago. Após um tempo, ele observa uma fruta num galho de uma árvore, próxima à extremidade do bote. O Físico levanta e caminha no bote para apanhar a fruta. Explique se ele conseguirá, ou não, apanhar a fruta (despreze todo o tipo de atrito existente).

**Problema 4** - É possível determinar a massa de um corpo que afunda numa vasilha de forma retangular com água, utilizando apenas uma régua ? Explique como você pode fazer esta medida. Dados: densidade do corpo =  $d$ .

**Problema 5** - Baseando-se na definição de calor, que é a energia transferida de um corpo ao outro em virtude de uma diferença de temperatura entre estes e, que os processos de transferência de calor são três (condução, convecção e radiação), discuta os fatos descritos abaixo, indicando qual (ou quais) processos de transferência de calor estão envolvidos.

1. No inverno sentimos sensação de frio e nos agasalhamos.
2. Os congeladores situam-se na parte superior das geladeiras.

3. As garrafas térmicas possuem uma região que contém vácuo entre suas paredes.

**Problema 6** - Após sofrer um acidente, um paciente está deitado na maca da ambulância com aceleração  $a$ . Dentro da ambulância temos um fio preso ao teto, o qual prende um frasco de soro de massa  $m$  na outra extremidade. O fio faz um ângulo  $\theta$  com a vertical (vide figura 5). O paciente, estudante de física, aplica a 2ª Lei de Newton ao frasco de soro e afirma que:

$$T + P = ma = 0$$

pois o frasco está em repouso em relação à ele. Entretanto, o resultado de  $T + P$  não é nulo. Forneça a solução para  $T + P$ , explicando o raciocínio.

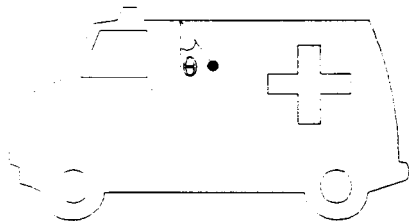


Figura 5

**Problema 7** - É frequente, em restaurantes, encontrar-se latas de óleo com um único orifício. Nesse caso, ao virar a lata, o freguês verifica desanimado que, após a queda de umas poucas gotas, o processo estanca, obrigando-o a uma tediosa repetição da operação. a) Fisicamente, por que isto ocorre? Justifique. b) Calcule a pressão exercida pelo óleo no fundo da lata, dados altura  $h = 15\text{cm}$  e densidade do óleo  $= 0,8 \text{ g/cm}^3$ . (vide figura 6)

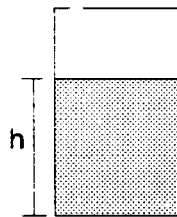


Figura 6

**Problema 8** - Um tubo de vidro de massa  $m = 30\text{g}$  está sobre uma balança. Na parte inferior do vidro, está um ímã cilíndrico de massa  $M_1 = 90\text{g}$  (vide figura 7). Dois outros pequenos ímãs de massas  $M_2 = M_3 = 30\text{g}$  são colocados no tubo e ficam suspensos devido às forças magnéticas e aos pesos. a) Qual a direção e o módulo (em Newton) da resultante das forças magnéticas que agem sobre o ímã de massa  $M_1$ ? b) Qual a indicação da balança (em gramas)?

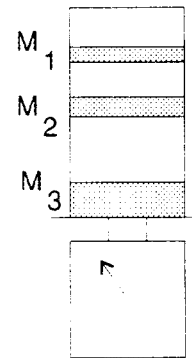


Figura 7

**Problema 9** - Para enchermos uma bola de futebol com uma bomba, é necessário adaptar a ela um “bico”, que diminui a área por onde o ar é expelido. Se o corpo da bomba for de metal, é possível perceber que, ao efetuarmos essa operação, a bomba apresenta um determinado aquecimento. Explique por que isso ocorre.

**Problema 10** - Idem ao problema 2 do 1º colegial.

**Problema 11** - Idem ao problema 8 do 1º colegial.

**Problema 12** - Considere um corpo de massa  $m$ , colocado a uma altura  $H$  do chão, conforme o desenho da figura 8. O corpo é solto e desliza sem atrito na região I. Na região II, o corpo sofre a influência do atrito ( $\mu$ ) da superfície. Qual a distância  $x$  que o corpo alcançará ao sair da rampa?

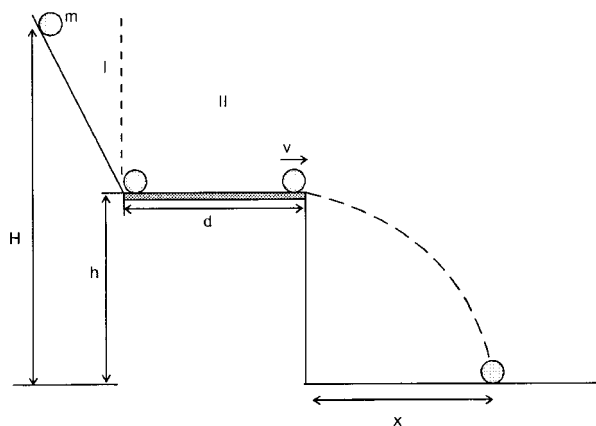


Figura 8

### Prova do 3º colegial

**Problema 1** - Idem ao problema 3 do 2º colegial.

**Problema 2** - Na figura 9 observamos o esquema representativo de um chuveiro. Vemos que o resistor possui 3 pontos de contato, sendo que um deles permanece sempre ligado ao circuito. Indique qual o contato elétrico da posição verão (água pouco aquecida) e qual da posição inverno (água muito aquecida). Justifique sua resposta.

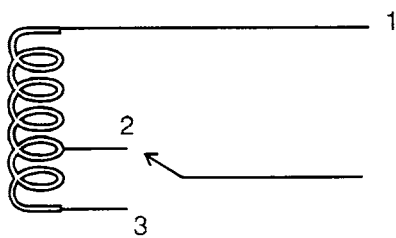


Figura 9

**Problema 3** - Idem ao problema 5 do 2º colegial.

**Problema 4** - Idem ao problema 4 do 2º colegial.

**Problema 5** - Por que a chama de uma vela está sempre voltada para cima, mesmo quando a vela não está na posição vertical? Explique.

**Problema 6** - Em navios que transportam combustível, os marinheiros precisam utilizar sapatos cujas

solas são de material condutor de eletricidade. Alguns caminhões que também transportam combustível possuem uma corrente pendurada na carroceria, que fica arrastando no asfalto. Os fatos descritos acima possuem em comum a segurança. Qual o motivo dessa segurança? Explique quais princípios estão envolvidos nesses fatos.

**Problema 7** - Como podem ser ligados, convenientemente, eletrodomésticos e lâmpadas em uma residência, isto é, deve ser feita uma associação em série ou em paralelo? Por que?

**Problema 8** - Idem ao problema 8 do 2º colegial.

**Problema 9** - Sabemos que um corpo, quando aquecido, sofre uma dilatação, e quando resfriado, uma contração. Realizou-se, então, uma experiência com um pêndulo de haste  $h = 60\text{cm}$  e feita com material de coeficiente de dilatação linear  $\alpha$ . Um corpo de massa  $m$ , presa na haste, tem coeficiente de dilatação volumétrica  $\gamma$ . Colocou-se o pêndulo em uma câmara frigorífica e mediu-se o seu período de oscilação,  $T_C$ . Em seguida, mediu-se o período deste mesmo pêndulo no laboratório, o qual resulta em uma diferença dada por  $T_L = 1,1T_C$ . a) Explique e indique, quais fatores influenciaram neste resultado. b) Qual a variação de temperatura entre o laboratório e a câmara frigorífica, em função de  $\alpha$ .

**Problema 10** - Uma balança de pescador é constituída por uma mola sustentada numa das extremidades sendo a outra livre, onde colocam-se os peixes. Para calibrar a balança, o pescador usa um objeto de massa conhecida, tomada como padrão, que, colocada no prato da balança, produz uma certa distensão na mola. Se a massa for de  $500\text{g}$  e a distensão, provocada na mola, é de  $2\text{cm}$ . De que maneira poderia ser calibrada essa balança para aferir desde  $1/4\text{kg}$  a  $4\text{kg}$ ?

**Problema 11** - Três blocos metálicos (A, B e C) encontram-se em contato, apoiados sobre uma mesa de material isolante, conforme a figura 10. Dois bastões  $P_1$  e  $P_2$ , eletrizados positivamente, são colocados próximos às extremidades dos blocos A e C. Uma pessoa, usando luvas isolantes, separa os blocos entre si e, em seguida,

afasta os bastões eletrizados. Desceva o movimento de elétrons livres nos blocos, causado pela aproximação dos bastões  $P_1$  e  $P_2$ . Diga qual é o sinal da carga de cada bloco após serem separados.

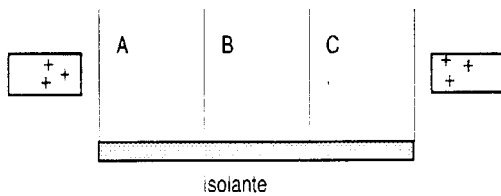


Figura 10

**Problema 12** - Um corpo de massa  $M$  e velocidade  $v$  colide elasticamente com outro corpo de mesma massa e em repouso, situado numa região de atrito  $m$  (figura 11). Considerando que o choque do corpo 2 com a parede seja também elástico, qual deve ser a velocidade  $v$  para que a situação final dos corpos esteja a representada pela figura 11(b), ou seja, o corpo 2 colide com a parede e volta, parando na sua posição inicial ?

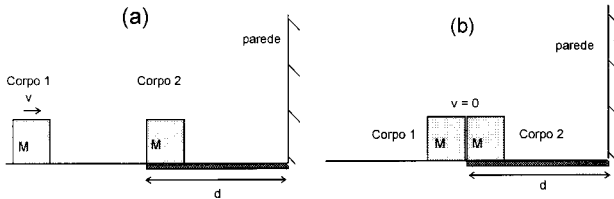


Figura 11

**III - Prova de 1996**

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
v(m/s)	10	12	14	16	16	16	15	18	20

- a) Construa o gráfico de  $v \times t$ .
- b) Em quais intervalos de tempo o movimento do carro possui aceleração ?
- c) Em qual intervalo a aceleração do carro é nula ?
- d) Em qual intervalo a aceleração do carro é negativa ?
- e) Em que intervalo, o movimento é uniformemente acelerado ?

**Problema 3** - Deixa-se cair uma pedra num poço pro-

No ano de 1996 a Olimpíada foi estendida às seguintes cidades: São Carlos, Franca, Ribeirão Preto, Batatais, Altinópolis, Brodoski, Sertãozinho, Barrinha, Jaboticabal, Pirassununga, Porto Ferreira, Descalvado, Colina, Barretos, São Caetano do Sul, Araraquara e Morro Agudo, num total de aproximadamente 80.000 alunos. Neste ano o evento contou com duas fases, sendo a primeira de classificação e a segunda a fase final.

**Alunos Participantes**

**Primeira Fase**

- 1<sup>o</sup> colegial - 145 alunos
- 2<sup>o</sup> colegial - 153 alunos
- 3<sup>o</sup> colegial - 126 alunos

**Segunda Fase (alunos convocados)**

- 1<sup>o</sup> colegial - 13 alunos
- 2<sup>o</sup> colegial - 15 alunos
- 3<sup>o</sup> colegial - 17 alunos

**III.1 - Provas da primeira fase**

**Prova do 1<sup>o</sup> colegial**

**Problema 1** - Explique por que, em geral, os dias são mais quentes do que as noites.

**Problema 2** - Um automóvel, deslocando-se em linha reta, tem sua velocidade variando com o tempo de acordo com a tabela abaixo.

fundo. O barulho da queda é ouvido 2 segundos depois. Sabendo-se que a velocidade do som no ar é de 330 m/s, calcule a profundidade do poço.

**Problema 4** - Um vaso com plantas cai do alto de um edifício e passa pelo 3<sup>o</sup> andar, situado 20 m acima do chão, 0,5 s antes de se espatifar no chão.

- (a) Qual a altura do edifício ?
- (b) Com que velocidade (em m/s e km/h) o vaso atinge o chão ?

**Problema 5** - O sinal amarelo num cruzamento fica ligado durante 3s. A largura do cruzamento é de 15m. A aceleração máxima de um carro que se encontra a 30m do cruzamento, quando o sinal muda para o amarelo, é de  $3\text{m/s}^2$ , e ele pode ser freiado a  $5\text{m/s}^2$ . Que velocidade mínima o carro precisa ter na mudança do sinal para o amarelo, a fim de que possa atravessar nesta cor? Qual é a velocidade máxima, que ainda lhe permite parar, antes de atingir o cruzamento? (vide figura 12)

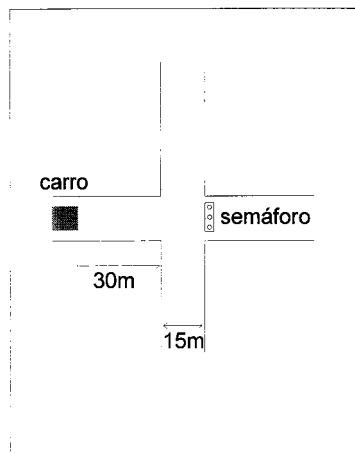


Figura 12

**Problema 6** - Você quer treinar para malabarista, mantendo duas bolas no ar, e suspendendo-as até uma altura máxima de 2m. De quanto em quanto tempo e, com que velocidade você tem de mandar as bolas para cima?

**Problema 7** - O gráfico da figura 13 representa a marcação do velocímetro de um automóvel em função do tempo. Trace os gráficos correspondentes da aceleração e do espaço percorrido pelo automóvel em função do tempo. Qual a aceleração média entre:

(a)  $0 < t < 1 \text{ min}$  ?

(b)  $2 < t < 3 \text{ min}$  ?

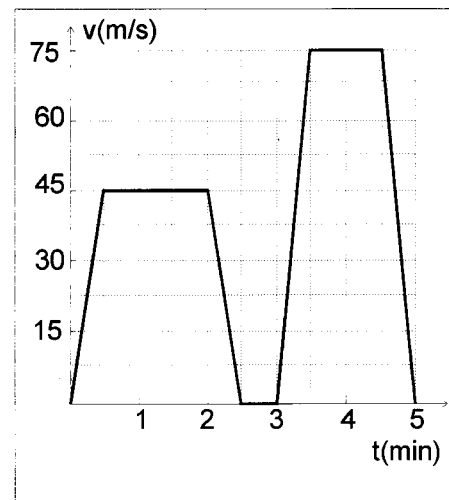


Figura 13

**Problema 8** - O gráfico de velocidade em função do tempo para uma partícula que parte da origem e se move ao longo do eixo Ox está representado na figura 14.

(a) Trace os gráficos da aceleração  $a(t)$  e da posição  $x(t)$  para  $0 \leq t \leq 16 \text{ s}$ .

(b) Quantos metros a partícula terá percorrido ao todo (para frente e para trás) no fim de 12 segundos?

(c) Qual é o valor de  $x$  nesse instante?

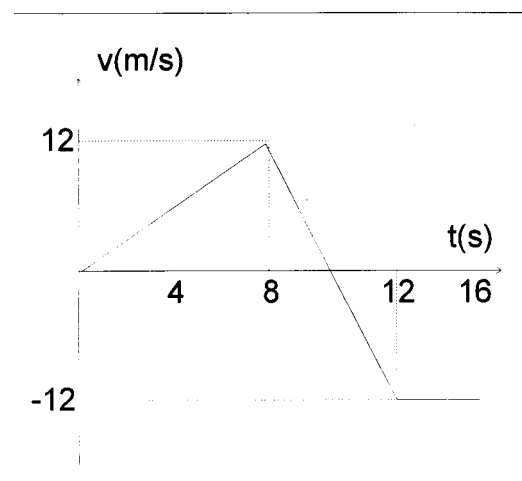


Figura 14

**Problema 9** - Um livro pesado e uma folha de papel são abandonados, simultaneamente, de uma mesma altura.



- (a) Se a queda for no ar, qual deles chega primeiro ao chão ?
- (b) E se a queda for no vácuo ?
- (c) Por que as duas experiências apresentam resultados diferentes ?

**Problema 10** - O movimento de um corpo depende do referencial no qual ele é observado. Cite exemplos que ilustrem esta afirmação.

- (a) Descreva uma situação na qual um corpo se encontra em repouso para um observador, mas em movimento em relação a outro observador.
- (b) Quando dizemos que a Terra gira ao redor do Sol, onde estamos supondo que está situado o referencial ? E quando dizemos que o Sol gira em torno da Terra ?

**Prova do 2<sup>o</sup> colegial**

**Problema 1** - Idem ao problema 2 do 1<sup>o</sup> colegial.

**Problema 2** - Idem ao problema 8 do 1<sup>o</sup> colegial.

**Problema 3** - Quando uma pessoa inicia uma caminhada, num certo sentido, podemos afirmar que a Terra se movimenta no sentido oposto ? Explique, baseando-se nas leis de Newton.

Observação: admitir que o sistema é constituído somente pela Terra e pela pessoa.

**Problema 4** - Idem ao problema 5 do 1<sup>o</sup> colegial.

**Problema 5** - Um menino está sentado no alto de um monte semi-hesférico de gelo (iglu). Ele recebe um leve empurrão e começa a deslizar sobre o iglu.

- (a) Sendo a superfície do iglu sem atrito, mostre que ele é projetado para fora do iglu de um ponto cuja altura é  $2R/3$ , onde R é igual ao raio da semi esfera.
- (b) Se houver atrito entre o gelo e o menino, ele é projetado de uma altura maior ou menor que a de (a) ?

**Problema 6** - Uma partícula é abandonada do repouso no ponto A, conforme indica a figura 15. Desprezando o atrito, determine o alcance a, sobre o plano horizontal BC, considerando:

$$\begin{aligned} h_1 &= 50\text{m} \\ h_2 &= 10\text{m} \\ q &= 300 \end{aligned}$$

$$g = 10\text{m/s}^2$$

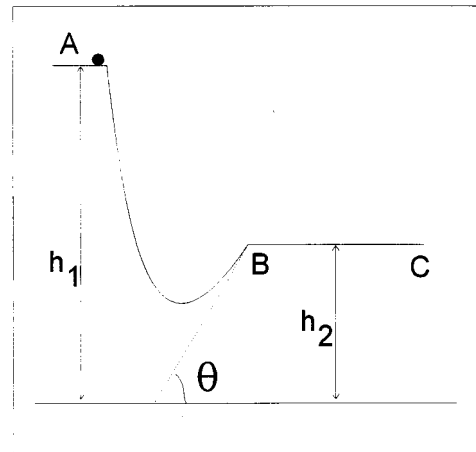


Figura 15

**Problema 7** - Um bloco de isopor com massa desprezível é preso por um fio no fundo de um recipiente, que está sendo preenchido com água (vide figura 16). O gráfico mostra como varia a tração T do fio em função da altura Y da água no recipiente:

- a) Qual a altura h do bloco de isopor ? Justifique.
- b) Qual o empuxo da água sobre o bloco, quando este está totalmente coberto por água ? Justifique.

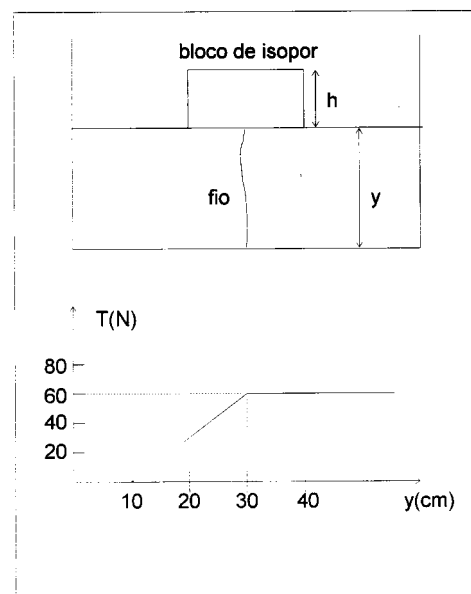


Figure 16

**Problema 8** - Uma pulga de massa igual a 2mg é capaz de saltar verticalmente a uma altura de 50cm. Durante o intervalo de tempo (muito curto) em que estica as patas para impulsionar o salto, ela se eleva de 1mm antes que suas patas “decolem” do solo. Calcule a força média exercida pela pulga sobre o solo ao pular e compare-a com o peso da pulga.

**Problema 9** - Num local onde a água ferve a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aquece-se 1 litro de água. A temperatura da água varia conforme o gráfico da figura 17. Considere o calor específico da água igual a  $1\text{cal/g }^{\circ}\text{C}$  e o calor latente de vaporização da água igual a  $540\text{cal/g}$ :

a) Quantas calorias a água recebeu durante os primeiros 5min ?

b) Se a transferência do calor for mantida na mesma razão, em que instante toda a água terá se vaporizado ?

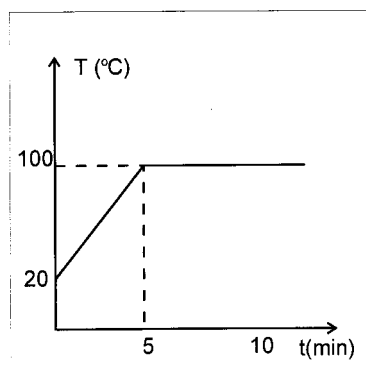


Figura 17

**Problema 10** - Uma pessoa sedentária dissipa uma energia que equivale a uma lâmpada de 100W. Quantos gramas de carboidratos ela deve ingerir por dia para não engordar, sabendo que os carboidratos fornecem, em média, 4kcal/g. Caso esta quantidade de calor dissipada pela pessoa seja utilizada para aquecer de  $5^{\circ}\text{C}$  uma certa quantidade de água, qual será o volume de água aquecido ?

Dados:

densidade da água =  $1\text{g/cm}^3$

calor específico da água =  $1\text{cal/g }^{\circ}\text{C}$

$1\text{ cal} = 4,186\text{ J}$ .

### Prova do 3º colegial

**Problema 1** - Idem ao problema 2 do 1º colegial.

**Problema 2** - Idem ao problema 3 do 2º colegial.

**Problema 3** - Idem ao problema 6 do 2º colegial.

**Problema 4** - Idem ao problema 7 do 2º colegial.

**Problema 5** - Idem ao problema 10 do 2º colegial.

**Problema 6** - Duas bolinhas de isopor, de 0,5 g cada uma, estão suspensas por fios de 30 cm, amarrados no mesmo ponto. Comunica-se a mesma carga elétrica a cada bolinha; em consequência, os fios se afastam até formar um ângulo de  $60^{\circ}$  um com o outro. Qual é o valor da carga ?  $k = 9 \times 10^9\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ .

**Problema 7** - Uma lâmpada de 1,5 V e 6 W acende normalmente quando ligada a uma pilha. Já uma outra lâmpada de 1,5 V e 12 W, ligada à mesma pilha, não tem o brilho esperado. Explique por que isso acontece.

**Problema 8** - O que acontece com os dados armazenados num disquete de computador, quando um ímã é colocado muito próximo deste ? Explique.

**Problema 9** - As fibras óticas são longos fios capilares de vidro através dos quais a informação na forma de luz é transmitida. As fibras são formadas por dois tipos diferentes de vidro, como mostra a figura 18, um interno e outro externo.

Explique como deve ser feita a fibra, em termos dos índices de refração desses dois vidros, para que a luz transmitida perca pouco de sua intensidade ao percorrer o interior da fibra.

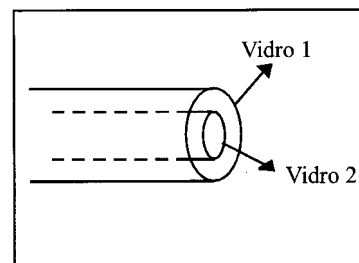


Figura 18

**Problema 10** - Uma célula solar capta os raios solares e os transforma através do efeito fotovoltaico em energia elétrica. Dois tipos de células solares de mesmo material porém, apresentando diferentes superfícies, foram testadas. Qual será a de maior eficiência ? Explique. (vide figura 19)

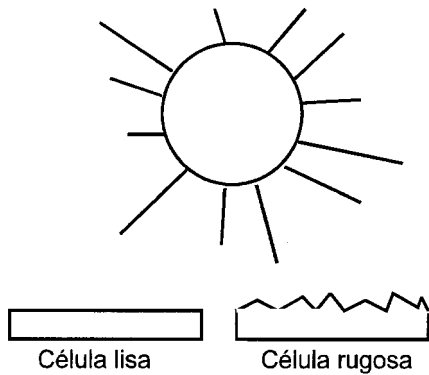


Figura 19

**Problema 3** - Pelo gráfico da figura 21 obtenha:

- a equação horária dos carros A e B.
- o tipo de movimento.
- qual a distância percorrida pelos carros A e B entre  $0 < t < 2h$ ?
- qual a aceleração do carro A e do B?

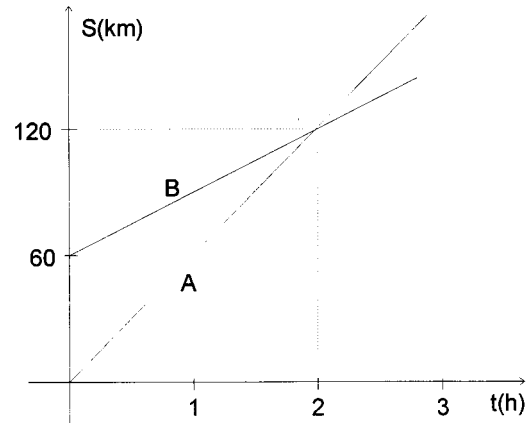


Figura 21

### III.2 - Provas da segunda fase

#### Prova do 1º colegial

**Problema 1** - Dada a tabela abaixo, construa o gráfico de  $S(m) \times t(s)$  e  $v(km) \times t(h)$ . Determine o espaço total percorrido pelo móvel e a velocidade média do percurso.

S(m)	0	20	60	40	40	50	6	0
t(min)	10	20	30	40	60	70	80	

**Problema 2** - Observe o gráfico da figura 20. Descreva o tipo de movimento em cada trecho e o que pode estar acontecendo com o móvel.

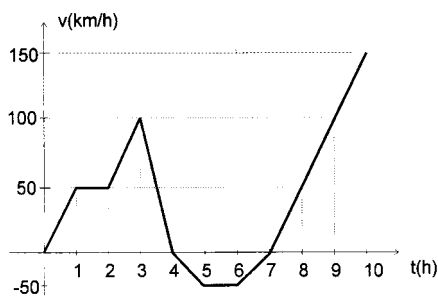


Figura 20

**Problema 4** - É dada a equação do movimento de um corpo que se desloca em linha reta,  $S(m)$  e  $t(s)$ :

$$S = 6t + 2,5t^2$$

A partir da equação, determine:

- o tipo de movimento
- o gráfico de  $S \times t$  para  $0 < t < 6s$
- o gráfico de  $V \times t$  para  $0 < t < 6s$
- o gráfico de  $a \times t$  para  $0 < t < 6s$

**Problema 5** - Em uma estrada de pista única, um carro de 4m de comprimento, com velocidade cujo módulo é 22m/s, quer ultrapassar um caminhão longo de 28m que está com velocidade constante de módulo 10m/s. O motorista do carro inicia a ultrapassagem, quando a frente do caminhão encontra-se a 50m de uma ponte.

Supondo que o carro faça a ultrapassagem com sua aceleração máxima de módulo  $4m/s^2$ :

- Calcule o tempo que ele leva para ultrapassar o caminhão.
- Verifique se o carro consegue ultrapassar o caminhão, antes de chegar à ponte.

**Problema 6** - Um caminhão de massa  $M$  transporta um carro de massa  $m$  na sua carroceria ("caminhão cegonha"):

a) Por que o motorista deve fazer a curva em baixa velocidade?

b) Na situação que o caminhão se desloca em linha reta:

b1) qual a máxima aceleração que se pode ser imprimida ao caminhão para que o carro não escorregue?

b2) qual a máxima força de freamento aplicada ao caminhão para que o carro não se choque com a cabine?

**Problema 7** - Uma caixa de papelão vazia, transportada na carroceria de um caminhão que trafega a 90km/h, num trecho reto de uma estrada, é atravessada por uma bala perdida (figura 22). A largura da caixa é de 2,0m; a distância entre as retas perpendiculares às duas laterais perfuradas da caixa e que passam, respectivamente, pelos orifícios de entrada e de saída da bala (ambos na mesma altura) é de 20cm:

a) Supondo que a direção do disparo é perpendicular às laterais perfuradas da caixa e ao deslocamento do caminhão e que o atirador estava parado na estrada, determine a velocidade da bala.

b) Supondo, ainda, que o caminhão se desloca para a direita, determina qual dos orifícios, A ou B, é o de entrada.

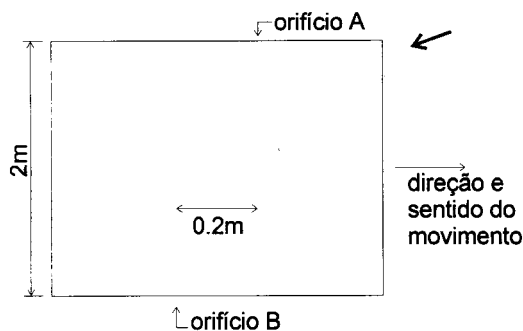


Figura 22

**Problema 8** - A fixação de um prego na parede requer uma força muito grande que pode ser aplicada com o uso de um martelo.

De que maneira as Leis de Newton explicam o surgimento de tal força? O que acontece se colocarmos uma borracha entre o prego e o martelo ?

**Problema 9** - O espaço ( $S$ ) de uma partícula variou com o tempo ( $t$ ), conforme indica o diagrama da figura 23:

No gráfico, os trechos AB e CD são arcos de parábola, ao passo que o trecho BC é um segmento de reta. Determine:

a) o espaço inicial ( $S_0$ ) da partícula;

b) a aceleração escalar no trecho CD;

c) o espaço ( $S_1$ ) da partícula em  $t = 10$ s.

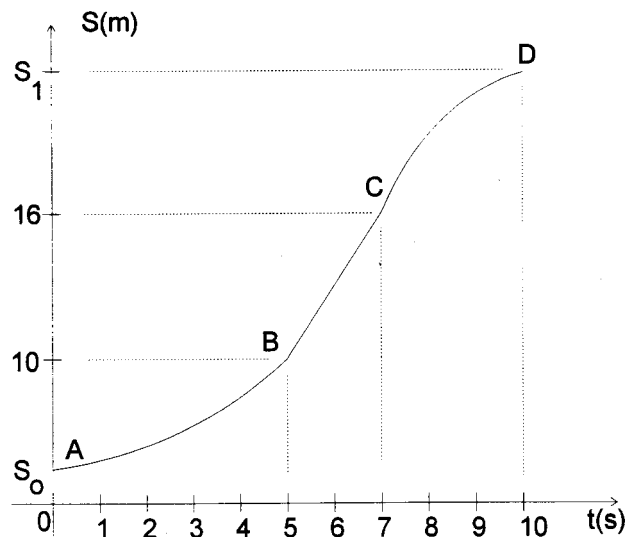


Figura 23

**Problema 4** - Problema 10 - Um móvel parte de um certo ponto com um movimento que obedece à lei horária  $S = 4t^2$ , válida no SI.  $S$  é abscissa do móvel e  $t$  é o tempo. Um segundo depois parte um outro móvel do mesmo ponto do primeiro, com movimento uniforme e seguindo a mesma trajetória. Qual a menor velocidade que deverá ter esse segundo móvel, a fim de encontrar o primeiro ?

### Prova do 2º Colegial

**Problema 1** - Idem ao problema 2 do 1º colegial.

**Problema 2** - Suponha que um automóvel de massa  $m=900$ kg vai descrever uma curva, cujo raio é  $R=30$ m, em uma estrada plana e horizontal. O carro possui velocidade  $v=10$ m/s. Responda:

a) Qual o valor da força de atrito que atua nele para que consiga fazer a curva ?

b) Se o coeficiente de atrito entre os pneus e a estrada vale  $m=0,50$ , o carro conseguirá fazer a curva ?

c) Qual o valor máximo da velocidade que o automóvel poderia desenvolver nesta curva, sem derrapar ?

**Problema 3** - Uma placa metálica apresenta um orifício central de área  $A_0$  a uma temperatura  $t_0$ . Explique o que acontece com a área deste orifício quando a temperatura varia para  $t > t_0$ .

**Problema 4** - Três barras A, B e C, de comprimento iniciais  $L_{0A}$ ,  $L_{0B}$  e  $L_{0C}$  são unidas de forma a se constituir numa única barra de comprimento  $L_0 = L_{0A} + L_{0B} + L_{0C}$ .

Mostre que o coeficiente de dilatação linear dessa nova barra, sabendo-se que os coeficientes de dilatação linear dos três materiais são respectivamente  $\alpha_A$ ,  $\alpha_B$  e  $\alpha_C$  é:

$$\alpha = \frac{L_{0A} \cdot \alpha_A + L_{0B} \cdot \alpha_B + L_{0C} \cdot \alpha_C}{L_{0A} + L_{0B} + L_{0C}}$$

**Problema 5** - Uma placa AB de peso  $P = 100N$  está articulada em A (figura 24). Em B suspende-se por meio de um fio de peso desprezível um corpo de peso  $Q=900N$ . Determine:

a) A intensidade da força horizontal F capaz de manter a barra em equilíbrio, formando  $30^\circ$  com a horizontal;

b) Todas as componentes horizontais e verticais da reação da articulação sobre a barra(ponto A).

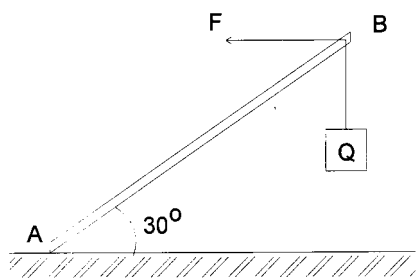


Figura 24

**Problema 6** - Idem ao problema 6 do 1º colegial.

**Problema 7** - Idem ao problema 7 do 1º colegial.

**Problema 8** - Duas esferas A e B, de massas iguais a M, estão presas às extremidades de uma barra rígida, de massa desprezível e de comprimento L. O sistema gira livremente (sem atrito), sobre um plano horizontal, em torno de um ponto P fixo no plano. A velocidade da esfera A tem módulo  $V_A$ , constante(vide figura 25).

a) Qual o módulo  $V_B$  da velocidade do corpo B ?

b) Qual o valor da razão entre os módulos das forças resultantes que agem nos corpos A e B, respectivamente ?

c) Qual o valor do módulo  $F_P$  da força que o pino P exerce sobre a barra ?

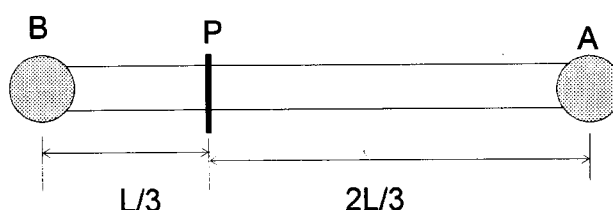


Figura 25

**Problema 9** - Nos países de inverno rigoroso, verifica-se o congelamento apenas da superfície dos lagos e rios. Porque toda a água não se congela e porque, do ponto de vista biológico, isto é importante ?

**Problema 10** - Em dias quentes, as pessoas têm a impressão de ver poças d'água no asfalto da estrada. Explique usando conceitos físicos o seu princípio.

**Prova do 3º Colegial**

**Problema 1** - Idem ao problema 7 do 1º colegial.

**Problema 2** - O campo elétrico no interior de uma capacitor de placas paralelas é uniforme, dado pela relação  $E = U/D$ , onde U é a diferença de potencial entre as placas e D é a distância entre elas. A figura 26 representa uma gota de óleo, de massa M e carga positiva Q, entre as placas horizontais do capacitor no vácuo. A gota está em equilíbrio sob ação das forças gravitacional e elétrica.

a) Encontre a relação entre U, D, M, Q e g.

b) Reduzindo a distância entre as placas para  $D/3$  e aplicando uma diferença de potencial  $U_1$ , verifica-se que a gota adquire uma aceleração para cima, de módulo igual ao da aceleração da gravidade  $g$ . Qual a razão  $U_1/U$  ?

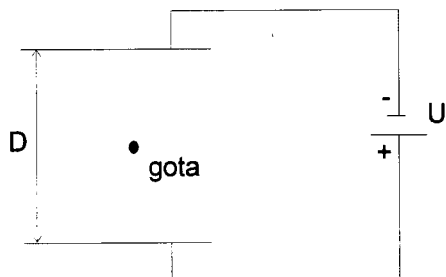


Figura 26

**Problema 3** - Idem ao problema 8 do 1º colegial.

**Problema 4** - A figura 27 representa uma mesma mola helicoidal nas posições de equilíbrio com diferentes massas suspensas. Qual é a constante elástica da mola e qual é o período das oscilações realizadas se cortarmos o fio AB ? dados:  $M=12\text{kg}$ ,  $m=0,25\text{kg}$  e  $g=10\text{m/s}^2$

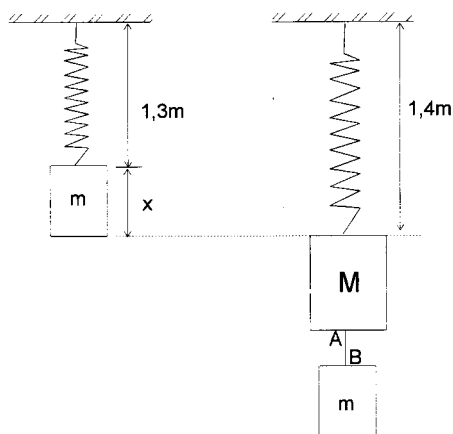


Figura 27

**Problema 5** - Numa instalação elétrica residencial não se deve colocar fusível no fio neutro, pois, se ele se queimar, é possível que haja um aumento de tensão indesejável em certos aparelhos. No esquema da figura 28, as resistências  $R$  representam lâmpadas iguais; os fios apresentam as tensões de  $+110\text{V}$ ,  $0\text{V}$  (neutro),  $-110\text{V}$

e  $P$  representa um fusível. Considerando o esquema, determine:

a) a tensão aplicada às lâmpadas, quando o fio neutro está ligado;

b) a tensão aplicada às duas lâmpadas de baixo, se o fusível  $P$  se queimar.

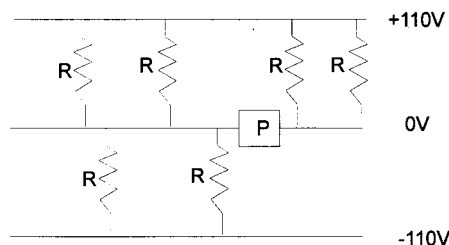


Figura 28

**Problema 6** - Uma fonte sonora, em repouso no ponto A dentro de um gás, emite ondas esféricas de frequência  $50\text{Hz}$  e comprimento de onda de  $6,0\text{m}$ , que se refletem em uma parede rígida. No ponto B, considere as ondas que se propagam entre A e B diretamente e refletindo-se na parede (figura 29). Determine:

a) a velocidade de propagação dessas ondas.

b) a diferença entre os tempos de propagação das ondas entre os pontos A e B.

c) a diferença de fase entre as ondas sonoras no ponto B, em radianos.

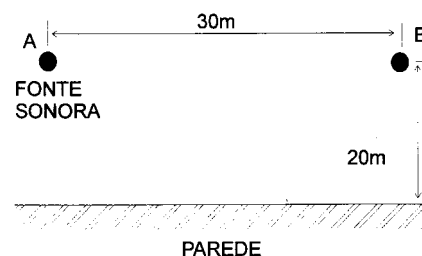


Figura 29

**Problema 7** - Idem ao problema 8 do 2º colegial.

**Problema 8** - Idem ao problema 3 do 2º colegial.

**Problema 9** - Na figura 30 temos um frasco com água, hermeticamente fechado por uma membrana na sua

parte superior. Dentro da água existe um balão de borracha, cuja massa específica média é igual à da água. Quando se comprime a membrana aplicando uma força  $F$ , o que acontece com o balão? Explique.

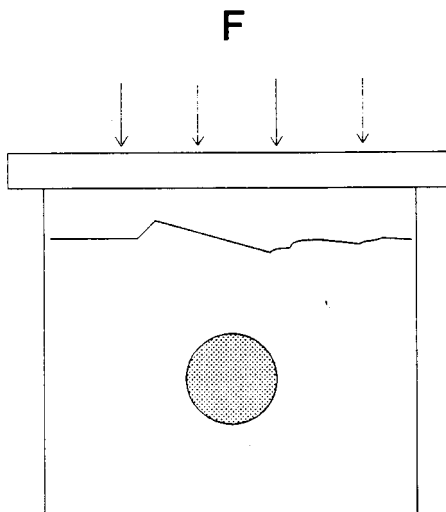


Figura 30

**Problema 10** - Idem ao problema 10 do 2º colegial.

#### IV - Considerações finais

A expectativa de obtenção dos objetivos propostos vêm sendo obtida nestes dois anos. Uma análise qualitativa mais profunda destes resultados, permitirá identificar as principais dificuldades dos estudantes na aprendizagem do conteúdo abordado no ensino de Física de segundo grau.

#### V - Agradecimentos

A comissão organizadora agradece às seguintes entidades e empresas pelo apoio destinado ao evento: Instituto de Física de São Carlos-USP, Centro de Divulgação Científico e Cultural-USP, Programa de Aperfeiçoamento em Ensino(PAE)/USP, Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da Universidade de São Paulo, Fundação Parque de Alta Tecnologia do município de São Carlos e à Editora Moderna.