



Nome:

RG ou CPF:

## Avisos importantes

- Todas as questões valem um (1,0) ponto;
- Resolva os problemas de forma clara, indicando os passos seguidos. Falta de clareza o prejudicará na avaliação;
- As respostas devem ser escritas à caneta.

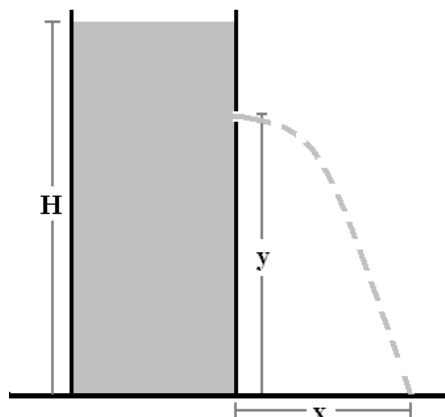
## Fórmulas e dados

- Constante de Planck:  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{kg/s}$
- Velocidade da luz no vácuo:  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$
- Permeabilidade magnética do vácuo:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$
- $2d \sin \theta = m\lambda$  ;
- $F_{cp} = \frac{mv^2}{r}$  ;
- $f_{e,m\acute{a}x} = \mu_e F_N$
- $Ec_{max} = hf - W = \frac{hc}{\lambda} - W$  ;
- $Ec = mc^2(\gamma - 1)$  ;
- $E_r = mc^2$
- $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$  ;
- $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i dl}{r^2} \sin \theta$
- $f_{bat} = |f_2 - f_1|$  ;
- $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$  ;
- $\sin 15^\circ = 0,26$ ;  $\cos 15^\circ = 0,97$ ;  $\tan 15^\circ = 0,27$ ;
- $\sin 7^\circ = 0,12$ ;  $\cos 7^\circ = 0,99$ ;  $\tan 7^\circ = 0,12$ .

Nome:

RG ou CPF:

- 1) Um recipiente cilíndrico, aberto e com paredes verticais, está preenchido por água até uma altura  $H$  em relação à base do recipiente. A intensidade do campo gravitacional na região onde se encontra o recipiente é  $g$ . Um pequeno orifício com diâmetro  $d$  na parede lateral do recipiente, situado a uma altura  $y$  da base do recipiente permite que a água esguiche para fora do recipiente segundo uma direção que é normal à parede do recipiente. O diâmetro  $D$  do recipiente é 500 vezes maior do que o diâmetro  $d$  do orifício. A pressão do ar no meio externo ao recipiente é 1 atm. Considere que a água lançada para fora do orifício descreva a trajetória galileana do projétil;  $x$  é o alcance da água sobre um plano horizontal coincidente com a base do orifício.



Utilizando a “Equação de Bernoulli” prove que:

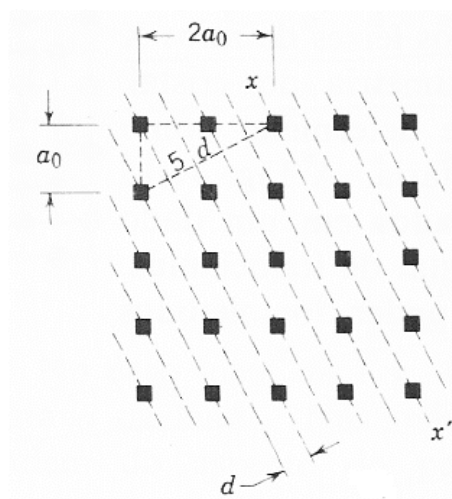
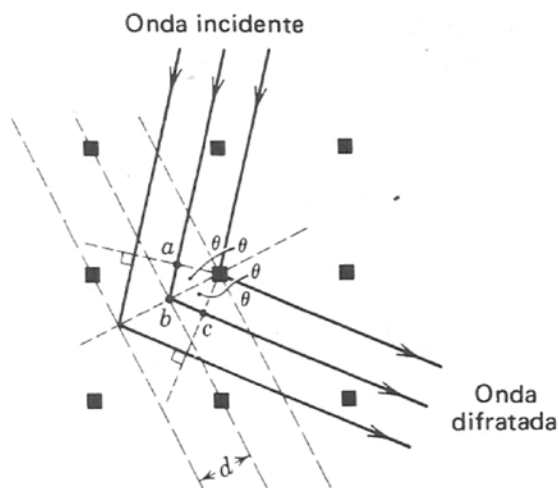
- A vazão volumétrica  $V$  no orifício é  $V \cong \pi \cdot d^2 \sqrt{\frac{g \cdot (H-y)}{8}}$ .
- O alcance da água é  $x \cong 2 \sqrt{H \cdot y - y^2}$ .
- Mostre que o alcance máximo  $X$  ocorre quando  $y \cong \frac{H}{2}$  e vale  $X \cong H$ .

Nome:

RG ou CPF:

- 2) Suponha que um feixe de raios X, com comprimento de onda  $\lambda = 1,10 \text{ \AA}$ , incide sobre uma família de planos do material cloreto de sódio, segundo um ângulo de incidência  $\theta$  com os planos, conforme mostrado na figura superior à direita. Na figura inferior mostra-se um corte do reticulado de células unitárias de cloreto de sódio (NaCl), em que a dimensão da célula unitária é  $5,63 \text{ \AA}$ . Nessas condições:

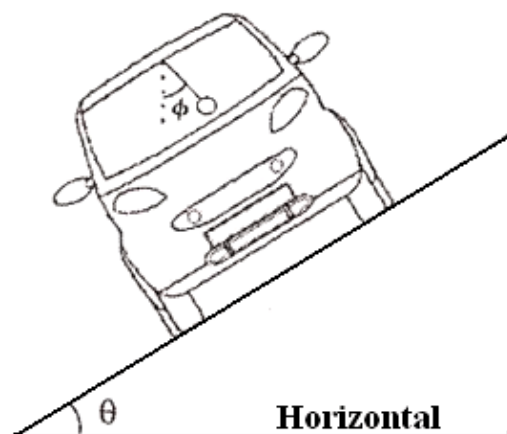
- Calcule o afastamento interplanar do material;
- Discuta com que ângulo(s) o feixe deve incidir na família de planos para formar um feixe difratado.



Nome:

RG ou CPF:

- 3) Você está no seu carro, com uma massa total  $M = 1000 \text{ kg}$ , fazendo uma curva sobre uma pista com inclinação lateral  $\theta$  como mostrado na figura. Dentro da cabine de passageiros do carro (cujas janelas estão fechadas), pendendo de um cordão amarrado ao espelho retrovisor, está um ornamento de sua estimação. À medida que o carro entra na curva, o ornamento se inclina e acaba por ficar em repouso em relação ao automóvel quando o fio que sustenta o ornamento faz um ângulo  $\phi$  a partir da vertical. Considere que o ornamento e o centro de massa do veículo descrevam trajetórias circulares em um plano horizontal como o mesmo raio e com velocidade em módulo constante no tempo. São desprezados todos efeitos do ar no automóvel.



A inclinação lateral máxima preconizada para as rodovias de Classe 0 (as rodovias BRs) pelo DNIT é  $7,0^\circ$  e o raio das curvas usualmente tem diversos quilômetros de extensão. Considere que em uma curva com  $\theta = 7,0^\circ$  de inclinação lateral, em uma curva com  $4,0 \text{ km}$  de raio, o automóvel trafegue com uma velocidade que determine que o ângulo  $\phi = 7,0^\circ$ . O coeficiente de atrito estático entre a borracha dos pneus e o asfalto da pista de rolamento é  $0,90$ .

- Determine a intensidade da aceleração sofrida pelo carro em relação à estrada.
- Qual é o valor do módulo da velocidade do automóvel em relação à estrada.
- Determine o valor da força normal à estrada exercida no automóvel.
- Determine o valor da força de atrito que a estrada exerce nos pneus do automóvel.



Nome:

RG ou CPF:

- 4) Do ponto de vista histórico, a concepção de matéria que fez uso da Mecânica Clássica como alicerce da Teoria Cinética dos Gases marca o apogeu da cosmovisão mecanicista de Newton. A Teoria Cinética tomou por base a existência de sistemas microscópicos e, de que a matéria, em qualquer estado físico, é constituída por partículas (átomos e moléculas). Com a contribuição da Química ficou claro que o número dessas partículas (moléculas ou átomos) em um volume de gás é muito grande e que seria impraticável descrever o estado do gás especificando posição e velocidade de cada uma dessas partículas.

Pede-se para enumerar, de forma clara, um conjunto de hipóteses, pelo menos cinco (5), segundo as quais a Teoria Cinética foi estabelecida tendo como base o modelo mecânico de um gás ideal.



Nome:

RG ou CPF:

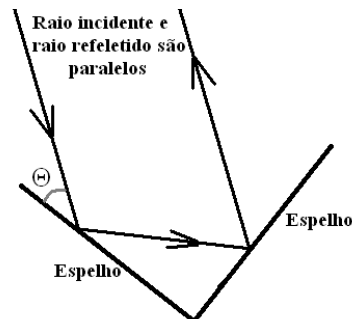
- 5) Um afinador de cordas de um instrumento musical utiliza um diapásão que emite um som de 262 Hz. Uma corda de aço tensionada e presa pelas extremidades, com comprimento de 80 cm, é excitada de maneira a oscilar de acordo com o seu segundo harmônico. O som emitido pela corda é notoriamente mais grave do que 262 Hz e então o afinador aumenta lentamente a força tensora na corda. Quando a força tensora atinge 500 N o afinador percebe 5 batimentos por segundo ao ouvir os sons do diapásão e da corda simultaneamente.
- a) Para que valor de força tensora a corda emitirá o som de 262 Hz como segundo harmônico.
  - b) Qual é a densidade linear de massa na corda?
  - c) Sendo a frequência de ressonância da corda 262 Hz para o segundo harmônico, liste as frequências dos quatro primeiros harmônicos da corda.

Nome:

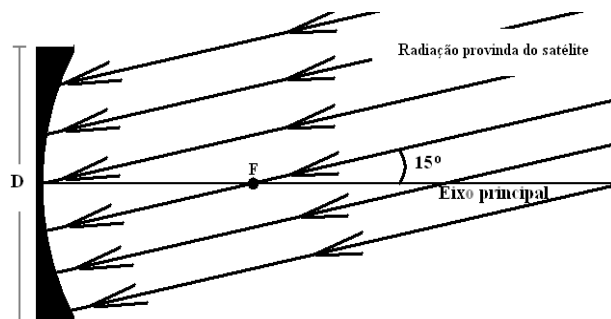
RG ou CPF:

- 6) Os dois enunciados seguintes apresentam efeitos decorrentes da reflexão da radiação eletromagnética por espelhos.

- a) Um *retrorefletor* é um sistema óptico capaz de fazer com que a luz que sobre ele incide retorne segundo a mesma direção de incidência, não importando qual seja a orientação da direção de incidência em relação ao sistema. Demonstre que um sistema de espelho planos ortogonais entre si tem a capacidade da *retroreflexão* para um raio luminoso, contido no plano que é perpendicular à aresta de junção dos dois espelhos, que é refletido sucessivamente por ambos os espelhos, independentemente do ângulo  $\Theta$ , conforme representado pela figura abaixo.



- b) A antena receptora de sinais provindos de um satélite é constituída por uma superfície refletora côncava com raio de curvatura  $R$  de 3,0 m. A dimensão característica  $D$  da antena preenche a condição  $D \ll R$ . A radiação provinda do satélite, representada por raios paralelos entre si, atinge a antena segundo uma direção que faz  $15^\circ$  com o eixo principal (eixo de simetria) da antena conforme indicado na figura (F é o foco da antena).



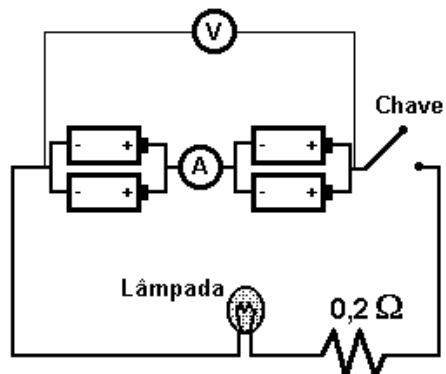
- Represente na figura a radiação refletida pela antena.
- O sensor LNB que registrará o sinal enviado pelo satélite deve ser instalado no local onde a radiação refletida pela antena possui intensidade máxima. Localize a posição ideal do sensor LNB fornecendo a distância à antena sobre o eixo principal e a distância do eixo principal que ele deve estar.

Nome:

RG ou CPF:

- 7) O diagrama representa um circuito com quatro pilhas idênticas, um voltímetro **V** ideal e um amperímetro **A** ideal. Quando a chave está aberta, o voltímetro indica uma ddp de 4,0 V.

Quando a chave é fechada o amperímetro registra uma corrente 2,0 A e o voltímetro uma diferença de potencial elétrico de 3,2 V.



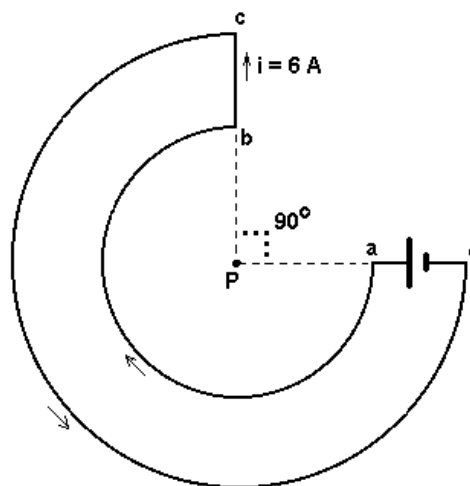
- Qual é a fem e a resistência interna de cada pilha?
- Qual é a potência elétrica na lâmpada quando a chave é fechada?



Nome:

RG ou CPF:

- 8) A figura representa uma espira condutora plana percorrida por uma corrente com intensidade de 6,0 A no sentido indicado. O ponto P é o centro de curvatura dos trechos ab e cd; os raios dos respectivos trechos são 3 cm e 5 cm. Utilize a lei de Biot-Savart para determinar a orientação e a intensidade da indução magnética produzida pela espira em P.





Nome:

RG ou CPF:

- 9) Uma fonte emite luz de comprimento de onda  $\lambda$  incide sobre uma superfície metálica e ejeta fotoelétrons com energia cinética máxima de 1 eV ( $1,602 \times 10^{-19}$  J). Uma segunda fonte luminosa emite luz cujo comprimento de onda é  $\lambda/2$  e ejeta fotoelétrons com energia cinética máxima igual a 4 eV. Determine a função trabalho do material.



Nome:

RG ou CPF:

- 10) Uma nave espacial tem sua energia cinética igual à sua energia de repouso. Para um passageiro dessa nave, qual o tempo que transcorre durante uma viagem até onde se encontra a sonda espacial Voyager 1 (em torno de  $1,5 \times 10^{10}$  km da Terra)?