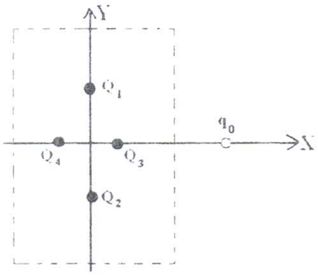
1^a Questão: (3.5)

A)

No desenho temos 4 cargas, $Q_1 = 3Q$, $Q_2 = -3Q$, $Q_3 = Q$ e $Q_4 = -Q$, com posições $\mathbf{r}_1 = 2d\,\hat{j}$, $\mathbf{r}_2 = -2d\,\hat{j}$, $\mathbf{r}_3 = d\,\hat{i}$, $\mathbf{r}_4 = -d\,\hat{i}$. O pontilhado na figura representa uma caixa preta, com as 4 cargas no seu interior. Uma carga de prova q_0 se encontra no exterior da caixa, na posição $\mathbf{r}_0 = 4d\,\hat{i}$.



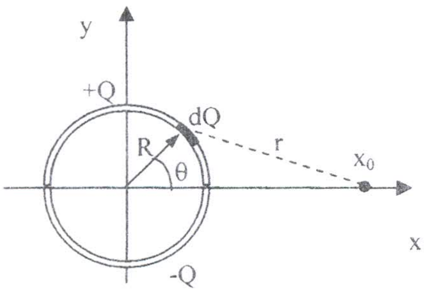
a) (**0.5**) Qual é o valor do fluxo elétrico total através da caixa preta?

b) (**1.0**) Se a carga de prova q_0 for largada a partir do repouso na posição indicada na figura, ela ira sentir uma força resultante?

Se sua reposta for afirmativa, calcule a força que ela sente. Se sua resposta for negativa, justifique por que.

B)

Na figura a seguir, na metade superior de um circulo esta distribuída uniformemente uma carga elétrica +Q e na metade inferior esta distribuída uma carga elétrica –Q.



a) (**1.0**) Calcule o vetor diferencial de campo elétrico d**E** no ponto x_0 indicado na figura, gerado por um par de cargas diferenciais +dQ e –dQ, com posições simétricas em relação ao eixo X.

b) (**1.0**) Mostre que o campo elétrico total no ponto x_0 esta na direção $-\hat{j}$ e que o modulo pode ser escrito como:

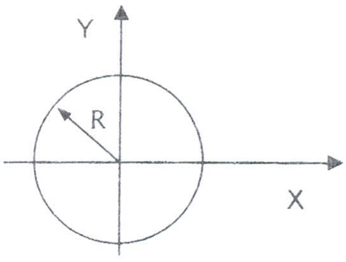
$$E = \frac{2R^2\lambda}{4\pi\epsilon_0}\int_0^{\pi}\frac{sen\theta d\theta}{[x_0^2 + R^2 - 2x_0 R cos\theta]^{3/2}}$$

Onde $\lambda = Q/(\pi R)$ é o modulo da densidade linear de carga em qualquer uma das metades.

Obs: <u>não queremos que calcule a integral. Somente queremos que mostre como chegar nessa expressão.</u>

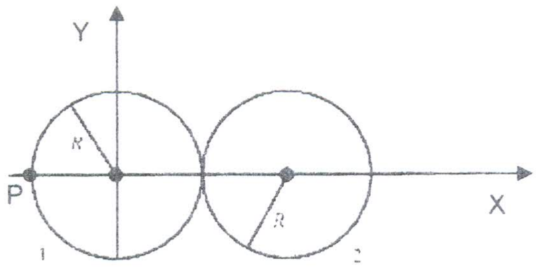
2^a Questão: (3.5)

Considere uma esfera isolante de raio R uniformemente carregada com carga Q_1 <u>conhecida.</u>



a) (**1.0**) Utilizando a lei de Gauss, encontre o campo elétrico **E** (módulo, direção e sentido) na região r < R.

Considere agora a situação abaixo onde uma segunda esfera isolante com o mesmo raio R da primeira é posicionada como em figura. Esta segunda esfera está uniformemente carregada com carga Q_2 desconhecida.



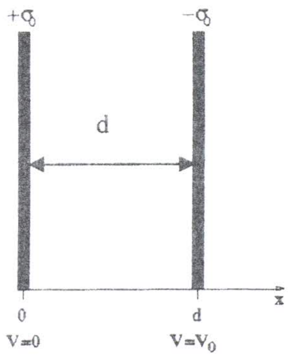
b) (**1.0**) Utilizando o resultado do item (a) e a Lei de Gauss, encontre o valor da carga Q_2 em função de Q_1 para que o modulo do campo elétrico no ponto **P** indicado em figura seja igual a zero.

c) (**1.0**) Considere agora uma superfície gaussiana centrada na segunda esfera e passante pelo ponto **P**. Considerando o resultado do item anterior (b) o campo elétrico neste ponto é igual a zero. Neste caso podemos afirmar que também o valor do fluxo elétrico ϕ através da superfície gaussiana traçada é zero ? Em caso afirmativo, justifique a sua resposta. Em caso negativo, calcule o valor deste fluxo elétrico.

d) (**0.5**) No caso que as duas esferas de raio R em contato fossem condutoras o que poderia dizer com relação aos valores de Q_1 e Q_2 ? Faça um desenho da distribuição das cargas nas duas esferas.

3ª Questão: (3.0)

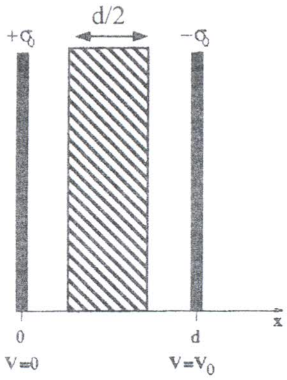
Duas placas isolantes muito grandes e de espessura desprezível são colocadas paralelas uma em relação a outra, como mostrado na primeira figura.



Na placa à esquerda, há uma distribuição superficial uniforme de cargas positivas. Na placa à direita, a distribuição de cargas é também uniforme, porém de densidade superficial igual e oposta à da esquerda. A distância entre as placas vale d.
Tomando a placa a direita (na posição x=0) como o referencial para o potencial (V=0), mede-se que sobre a placa esquerda (x=d) o potencial tem valor V_0.

a) (**1.0**) Calcule a densidade superficial de cargas, σ_0, da placa isolante positiva.

b) (**0.5**) O sinal de V_0 é positivo ou negativo? **Justifique.**



Suponha agora que uma placa **condutora** neutra de espessura d/2 seja colocada na região entre as duas placas isolantes, como mostrado na segunda figura.

c) (**1.0**) Mostre esquematicamente como fica a distribuição de cargas na placa condutora. Encontre as densidades superficiais de carga nas faces esquerda, σ^c_{esq}, e direita, σ^c_{dir}, desta placa. **Seu raciocínio deve ser justificado!**

d) (**0.5**) Faça um gráfico do potencial V(x) em função da distância para 0<x<d, nesta nova configuração.