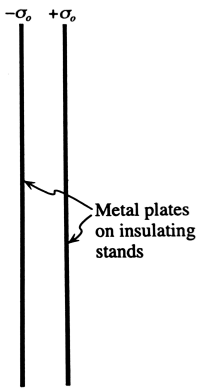
Física por Atividades II - Atividade 5

1 Capacitância

1.1 Pré-Teste

Duas placas metálicas finas apoiadas em suportes isolantes são colocadas lado a lado como mostrado. Suponha que as placas sejam grandes e próximas o suficiente para que possamos ignorar efeitos em suas bordas e que todas a carga em cada uma delas resida em sua *superfície interna*.



1. A densidade de cargas em uma das placas é $+\sigma_0$; na outra, é $-\sigma_0$. Como se altera cada uma das quantidades abaixo nomeadas quando aproximamos as duas placas uma da outra (mas sem permitir contato!)? Exponha seu raciocínio.

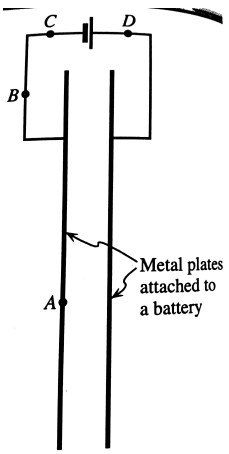
. a densidade de carga em cada placa

. o campo elétrico na região entre as placas

. a diferença de potencial entre as placas

. a capacitância do par de placas

2. As duas placas metálicas são descarregadas e em seguida ligadas a uma bateria como mostrado.



Como se altera cada uma das quantidades abaixo nomeadas quando aproximamos as duas placas uma da outra (mas sem permitir contato!)? Exponha seu raciocínio.

. a diferença de potencial entre as placas

. o campo elétrico na região entre as placas

. a densidade de carga em cada placa

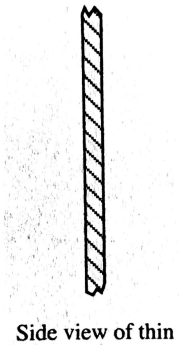
. a capacitância do par de placas

3. Coloque em ordem decrescente o módulo das diferenças de potencial elétrico ΔV_{AB}, ΔV_{BC}, ΔVCD, e ΔVDA entre os pontos A, B, C, e D do diagrama da questão 2. Exponha seu raciocínio.

1.2 O campo elétrico nas vizinhanças de uma placa condutora

A. A figura ao lado mostra uma visão lateral bastante ampliada de uma pequena porção na parte central de uma *placa* condutora muito fina. A porção mostrada tem uma carga Q_1 e cada lado da porção mostrada tem uma área A_1.

Escreva uma expressão que determine a densidade superficial de carga em cada um dos lados da porção mostrada.



Side view of thin charged plate

B. Use o princípio de superposição para determinar o campo elétrico no interior da placa condutora.

Sua resposta está consistente com o que você já sabia a respeito do campo eletrostático no interior de um condutor em equilíbrio? Explique porque.

C. Use o princípio de superposição para determinar o campo elétrico em cada um dos lados da placa.

A carga localizada na superfície da *direita* contribui para o campo elétrico no lado *esquerdo* da placa - mesmo havendo metal separando estas duas regiões? Justifique sua resposta.

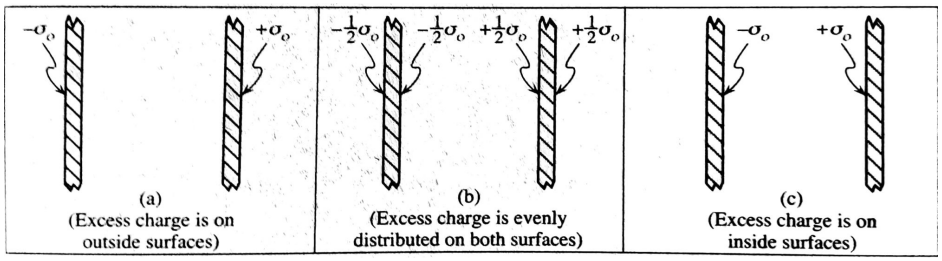
D. Considere agora uma porção perto da parte central de um *plano* muito grande carregado. Como a placa da parte A, esta porção contém uma carga Q_1 e tem área A_1.

Compare a densidade superficial de carga neste plano σ com a densidade que você calculou para cada lado da placa na situação anterior. Justifique sua resposta..

Compare agora o campo elétrico de um lado do *plano carregado* com o campo elétrico do mesmo lado da *placa carregada*. Justifique sua resposta.

E. Uma segunda *placa* com carga de mesmo módulo que a primeira, mas *de sinal oposto*, é agora posta próxima e paralela a ela, como mostram as figuras abaixo. As placas são grandes o suficiente, e estão próximas o suficiente, para que efeitos de borda influenciando o campo elétrico na região próxima às extremidades das placas possam ser desprezados.

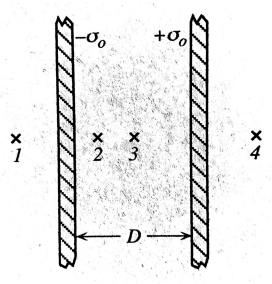
Os diagramas abaixo exibem algumas alternativas para a distribuição de cargas nas superfícies das duas placas. Decida qual destes arranjos está fisicamente correto, e justifique seu raciocínio com clareza.



Discuta suas respostas até agora com o instrutor antes de prosseguir

1.3 Placas paralelas e capacitância

Duas placas condutoras paralelas muito finas e muito grandes estão a uma distância D uma da outra. A área de cada face de ambas as placas é A_1. A figura mostra uma vista lateral do arranjo das duas placas perto de sua região central.



A. A superfície interna de uma das placas tem densidade superficial de carga uniforme $+\sigma_0$, enquanto a outra tem densidade $-\sigma_0$. A densidade de carga nas paredes externas das placas é nula.

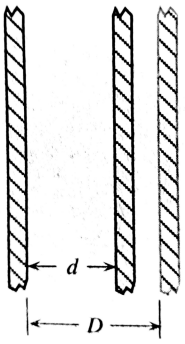
1. Represente com vetores o campo elétrico gerado por cada uma das placas nos pontos identificados na figura. Você vai desenhar dois vetores em cada ponto.

2. Escreva expressões que calculem as quantidades abaixo, em termos dos valores dados nos textos acima.

. o campo elétrico nos pontos 1, 2, 3 e 4.

. a diferença de potencial elétrico entre as placas.

3. A placa da direita é agora movida para a esquerda, como mostra a figura. As duas placas são mantidas isoladas do ambiente, não podendo trocar carga com ele. Descreva como vai mudar o valor de cada uma das quantidades abaixo. Se seu valor não mudar, explique porque.



. a densidade de carga em cada placa

. o campo elétrico, no interior da região entre as placas e fora dela.

. a diferença de potencial entre as placas.

4. Escreva expressões para calcular as quantidades abaixo, em função de σ_0 e d (a nova distância entre s placas).

. o módulo do campo elétrico na região entre as placas.

. a diferença de potencial entre as placas.

5. Determine $\frac{Q}{\Delta V}$ (a razão entre o módulo da carga em cada uma das placas e a diferença de potencial entre elas).

Como mudaria o valor desta razão se as densidades superficiais de cargas nas placas fossem alteradas para $+2\sigma_0$ e $-2\sigma_0$?

Discuta suas respostas até agora com o instrutor antes de prosseguir

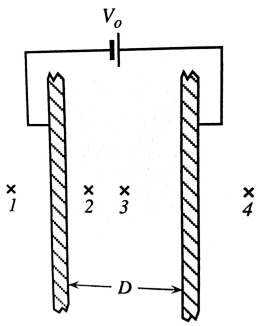
B. Suponha agora que estas placas sejam descarregadas e em seguida colocadas a uma distância D entre si e conectadas a uma bateria. Mais uma vez, ignore os efeitos de borda presentes nas extremidades das placas.

1. Escreva expressões para as quantidades abaixo em função dos dados. Justifique seu raciocínio em cada caso.

. a diferença de potencial ΔV entre as placas

. o campo elétrico nos pontos 1, 2, 3 e 4

. a densidade de carga em cada placa

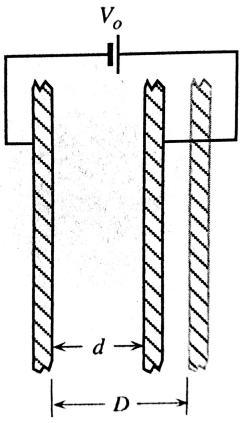


2. A placa da direita é agora movida para a esquerda. Descreva como vão mudar os valores das quantidades abaixo. Justifique seu raciocínio em cada caso.

. a diferença de potencial ΔV entre as placas

. o campo elétrico nos pontos 1, 2, 3 e 4

. a densidade de carga em cada placa



3. Escreva expressões para as quantidades abaixo em função de V_0 e d (a nova distância entre as placas).

. o módulo do campo elétrico na região entre as placas

. a densidade de carga em cada placa

4. Determine $\frac{Q}{\Delta V}$ (a razão entre o módulo da carga em cada uma das placas e a diferença de potencial entre elas).

Como mudaria o valor desta razão se a voltagem da bateria fosse alterada para $2V_0$?

Discuta suas respostas da parte B com o instrutor antes de prosseguir

C. Compare a razão $\frac{Q}{\Delta V}$ que você calculou para duas placas eletricamente isoladas na parte A com o mesmo cálculo feito quando as duas placas estão conectadas com a bateria na parte B.

1. A razão $\frac{Q}{\Delta V}$ tem valor diferente se as placas estiverem ou não conectadas com uma bateria?

2. A razão $\frac{Q}{\Delta V}$ depende da distância entre as placas?

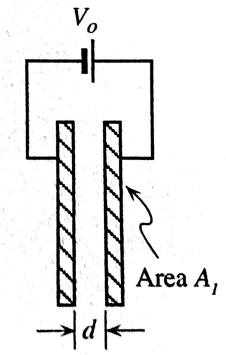
A diferença de potencial ΔV entre dois condutores eletricamente isolados depende de suas cargas e de sua disposição geométrica. Se os condutores têm cargas $+Q$ e $-Q$, a razão $\frac{Q}{\Delta V}$ é chamada a *capacitância* (C) deste arranjo particular dos dois condutores.

D. Para os casos abaixo, determine se cada uma das quantidades q, σ, E, ΔV e C se altera ou mantém seu valor inalterado.

1. Duas placas condutoras isoladas são movidas de forma a se distanciarem

2. Duas placas condutoras conectadas a uma bateria são movidas de forma a se distanciarem

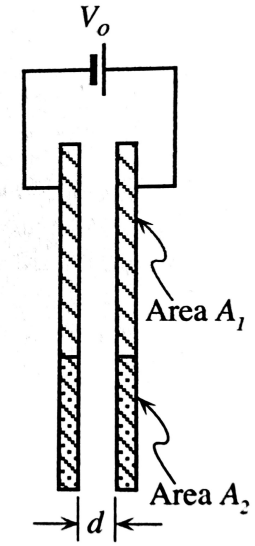
1.4 Exercícios



1. Duas placas condutoras planas grandes estão separadas por uma distância d. As placas estão ligadas a uma bateria.

a. A área da face de cada placa é A_1.

Escreva uma expressão para a capacitância do conjunto das placas em termos de A_1 e d.



b. Um novo capacitor é formado ligando-se duas placas metálicas descarregadas, cada uma com área A_2, ao capacitor original como mostra a figura. A bateria continua ligada ao capacitor.

i. Depois de ligadas as duas novas placas, a diferença de potencial elétrico entre as placas do capacitor *aumenta*, *diminui*, ou *permanece a mesma*? Exponha seu raciocínio.

ii. Escreva uma expressão que calcule o trabalho feito pela força elétrica sobre uma carga $+q_0$ que vai da placa da esquerda do capacitor para a placa da direita. Exprima sua resposta em termos das variáveis dadas. Exponha seu raciocínio.

iii. Escreva uma expressão para o módulo e a direção do campo elétrico entre as placas do capacitor. O módulo do campo elétrico depois das placas terem sido acrescidas é *maior que*, *menor que*, ou *igual a* o módulo do campo elétrico no interior do capacitor original?

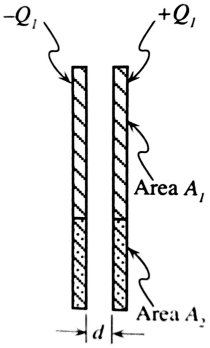
iv. Escreva uma expressão que calcule a densidade de cargas em cada placa do capacitor. Esta densidade de cargas é agora *maior que*, *menor que*, ou *igual a* seu valor nas placas do capacitor original? Exponha seu raciocínio.

v. Escreva uma expressão que calcule a carga total em uma das placas deste capacitor. Esta carga total é *maior que*, *menor que*, ou *igual a* a carga em uma das placas do capacitor original? Exponha seu raciocínio.

vi. Use a definição para determinar a capacitância deste capacitor ampliado.

Ela é *maior que*, *menor que*, ou *igual a* a capacitância do capacitor original?

2. Duas placas de área A_1 são mantidas a uma distância d uma da outra e tem uma carga total $+Q$ e $-Q$ respectivamente. Suponha que toda a carga está distribuída uniformemente sobre a superfície interna de cada placa.



Duas placas adicionais descarregadas e de área A_2 são conectadas às placas originais como mostra a figura.

a. Encontre a densidade de cargas nas placas depois de feita a conexão. Exponha seu raciocínio.

b. Determine a diferença de potencial elétrico entre as placas. Exponha seu raciocínio.

c. Mostre que a capacitância na configuração com as placas ampliadas é igual à que você determinou no problema 1 desta lista.