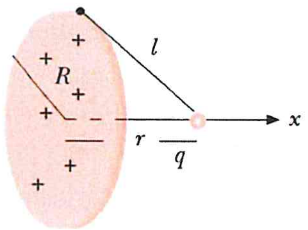
Universita` di Trieste, A.A. 2021/2022

Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e Informatica

Fisica Generale 2 - Prima simulazione, 4/11/2021

Cognome .... Nome ....

<u>Istruzioni per gli esercizi:</u>
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: ***la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, e il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.***



1. Sul bordo di un disco isolante di raggio R=10 cm, uniformemente carico con densita` superficiale σ, e` appeso un filo di lunghezza l, al cui estremo e` attaccata una pallina isolante di massa m=2 g e carica q=4 10^{-8} C. All'equilibrio la pallina si trova esattamente sull'asse x del disco (vedi figura) a distanza r=2 cm da esso.

a. Calcolate il campo elettrico nel punto di equilibrio in funzione della densita` di carica σ, e confrontatelo con il campo di un piano indefinito.

$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(1-\frac{r}{\sqrt{r^2+R^2}}\right)\hat{\imath}$ contro $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{\imath}$, $1-\frac{r}{\sqrt{r^2+R^2}} = 0.804$

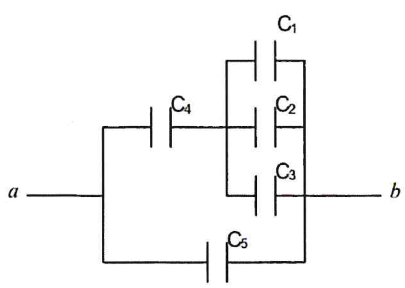
$\ell = \sqrt{r^2+R^2}$

b. Da questo e dalla configurazione di equilibrio ricavate la carica Q del disco.

$E = \frac{mgr}{qR}$, $Q = \frac{2\pi\varepsilon_0 mgR}{q\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{\ell}\right)} = 6.79\times10^{-8}$ C

c. Approssimando adesso il disco come una superficie piana indefinita, ipotizzate di portare la pallina a contatto col disco per poi rilasciarla. A che velocita` passera` dal punto di equilibrio?

$K = qEr - mg(\ell - R) = 5.88\times10^{-5}$ J, $v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 2.42\times10^{-1}$ m/s



2. Il sistema di condensatori in figura, con C_1 = 1pF, C_2 = 2 pF, C_3 = 3 pF, C_4 = 4 pF, C_5 = 5 pF, e` soggetto a V_{ab} = 100 V.

a. Calcolate la capacita` efficace del sistema.

$C_{eq} = \frac{(C_1+C_2+C_3)\,C_4}{C_1+C_2+C_3+C_4} + C_5 = 7.4$ pF

$$C_{1234} = \frac{(C_1+C_2+C_3)C_4}{C_1+C_2+C_3+C_4}$$

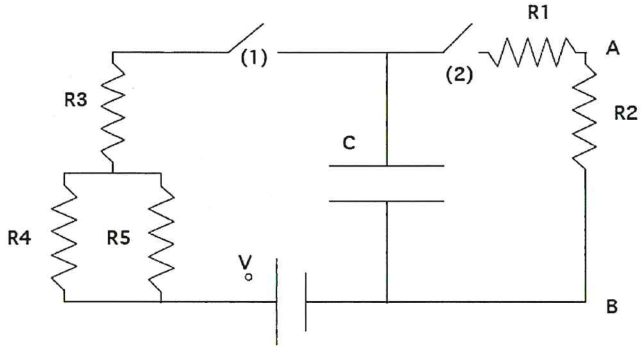
b. Calcolate l'energia elettrostatica del sistema.

$$C_{123} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$U = \frac{1}{2} C_{eq} V_{ab}^2 = 3.70 \times 10^{-8}\ J$$

c. Calcolate la carica e la tensione del condensatore 2.

$$V_2 = V_{ab} \frac{C_{1234}}{C_{123}} = 40\ V, \quad Q_2 = V_2 C_2 = 80\ pC$$



3. Un condensatore piano, tra le cui armature di superficie A=1 m^2 e distanza d=8.82 mm è fatto il vuoto, è connesso a un generatore di forza elettromotrice V_0=10 V attraverso un interruttore (1) e tre resistenze uguali $R_3=R_4=R_5$=2 kΩ disposte come in figura. Partendo da carica nulla, il condensatore viene caricato lasciando l'interruttore (1) chiuso per un tempo t=1 μs. Il condensatore puo` successivamente scaricarsi attraverso un interruttore (2), su una maglia con resistenze $R_1=R_2$=1 kΩ.

a. Calcolate, a condensatore caricato, la tensione V ai suoi capi e la carica Q accumulatasi sulle armature dopo il tempo di carica.

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = 1\ nF, \quad \tau_1 = \left(R_3 + \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5}\right) C = 3.01\ \mu s, \quad Q = V_0 C \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right) = 2.84\ nC$$

b. Il condensatore viene quindi riempito con un dielettrico di costante relativa κ=5.1. Calcolate la densita` di energia del campo elettrico all'interno del condensatore.

$$u = \frac{1}{2} \kappa \varepsilon_0 \left(\frac{V_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)}{\kappa d} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{Q V_0 \left(1 - e^{-\frac{t_1}{\tau_1}}\right)}{\kappa A d} = 8.91 \times 10^{-8}\ J\, m^{-3}$$

c.. Ad un istante che chiamiamo t_2=0 l'interruttore (2) viene chiuso, calcolate la corrente che passa sulla resistenza R_1 dopo t=3.5 μs.

$$\tau_2 = (R_1 + R_2) C \kappa = 10.2\ \mu s, \quad I = \frac{Q}{\tau_2} e^{-\frac{t}{\tau_2}} = 1.97 \times 10^{-4}\ A$$