

**Lliçó 3: Potencial elèctric**

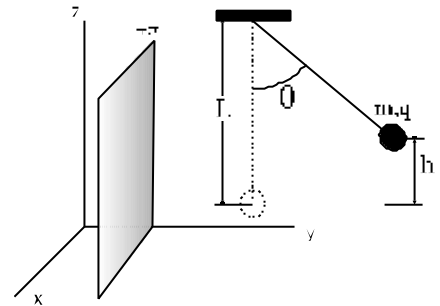
1. Dues plaques conductores paral·leles tenen densitats superficials de càrrega iguals i de signe oposat, de manera que el camp elèctric entre elles és uniforme. La diferència de potencial entre les plaques val 500 V i estan separades 10 cm. Deixem anar un electró des del repòs en la placa negativa. (a) Quant val el camp elèctric entre les plaques? Quina és la placa que té un potencial més elevat, la positiva o la negativa? (b) Esbrineu el treball realitzat pel camp elèctric sobre l'electró quan aquest es desplaça des de la placa negativa a la positiva. Expressen la resposta en electró-volts i en joules. (c) Quin és el canvi de l'energia potencial de l'electró quan es desplaça des de la placa negativa a la placa positiva? Quant val la seva energia cinètica quan arriba a la placa positiva? [Ti]

Sol.: (a) 5 KV/m, positiva, (b)  $8 \cdot 10^{-17} \text{J}$ , 500eV, (c) -500eV, 500eV

2. Un pla infinit, de densitat superficial de càrrega  $\sigma = +2,5 \mu\text{C}/\text{m}^2$ , es troba en el pla yz. (a) Quin és el mòdul del camp elèctric expressat en newtons per Coulomb? I en volts per metre? Quina és la direcció i el sentit del vector camp elèctric per a valors positius de x? (b) Quina és la diferència de potencial  $V_b - V_a$  quan el punt b es troba a  $x = 20 \text{ cm}$  i el punt a es troba a  $x = 50 \text{ cm}$ ? (c) Quin treball cal per què un agent extern desplaci una càrrega de prova  $q_p = +1,5 \text{ nC}$  des del punt a al punt b?

Solució: (a)  $E = (1,41 \cdot 10^5 \text{ N/C})\mathbf{i} = (1,41 \cdot 10^5 \text{ V/m})\mathbf{i}$ ; (b)  $4,24 \cdot 10^4 \text{ V}$ ; (c)  $6,35 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ .

3. Una esfera massissa no conductora de massa  $m$  i amb una càrrega  $+q$  (positiva) es suspèn d'un punt mitjançant una corda de longitud  $L$ . A prop d'aquesta càrrega situem un pla no conductor i carregat homogèniament amb una densitat de càrrega superficial  $+s$  (positiva), tal i com s'indica en el dibuix. (a) Avalueu l'angle  $\theta$  pel qual la bola està en equilibri. Si inicialment l'esfera forma un angle zero amb la vertical (traçat puntejat). (b) Avalueu en funció de l'angle  $\theta$  la variació d'energia potencial elèctrica entre el punt inicial i el punt d'equilibri.



Sol. (a)  $\theta = \arctg\left(\frac{qs}{2\epsilon_0 mg}\right)$ ; (b)  $\Delta U = -q \frac{s L \sin\theta}{2\epsilon_0}$

4. Sobre l'eix x hi ha tres càrregues puntuals:  $q_1$  a l'origen,  $q_2$  a  $x = 3 \text{ m}$  i  $q_3$  a  $x = 6 \text{ m}$ . Determineu el potencial en el punt  $x = 0, y = 3 \text{ m}$  si (a)  $q_1 = q_2 = q_3 = 2 \mu\text{C}$  (b)  $q_1 = q_2 = 2 \mu\text{C}$  i  $q_3 = -2 \mu\text{C}$ , (c)  $q_1 = q_3 = 2 \mu\text{C}$  i  $q_2 = -2 \mu\text{C}$ . [Ti]

Sol.: (a)  $1,29 \cdot 10^4 \text{ V}$ , (b)  $7,56 \cdot 10^3 \text{ V}$ , (c)  $4,44 \cdot 10^3 \text{ V}$ .

5. Determineu l'energia potencial electrostàtica per a les distribucions de càrrega descrites en el problema 4. [Ti]

Sol: (a) 0.03 J, (b) -0.006 J, (c) -0.018 J

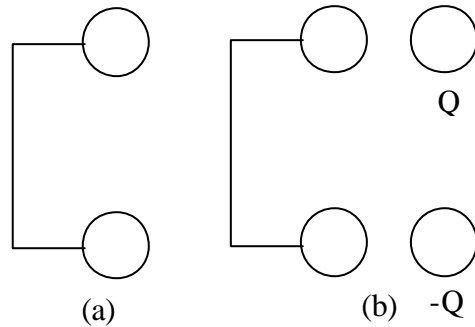
6. Un disc de 6.25 cm de radi conté una densitat superficial de càrrega uniforme  $\sigma = 7.5 \text{ nC/m}^2$ . Determineu el potencial en l'eix del disc a una distància de (a) 0.5 cm, (b) 3.0 cm i (c) 6.25 cm del disc. [Ti]

Sol.: (a) 24.5 V, (b) 16.7 V, (c) 11.0 V

7. Un generador Van de Graaff té una diferència de potencial d'1.25 MV entre la cinta i la capa exterior. Li comuniquem càrrega a un ritme de  $200 \mu\text{C/s}$ . Quina potència mínima cal per a moure la cinta? [Ti]

Sol.: 250 W

8. Dues esferes metàl·liques idèntiques sense càrrega estan connectades mitjançant un cable, com es veu a la figura a. Dues esferes conductores anàlogues amb càrregues iguals i de signes oposats són dutes a les posicions indicades en la figura b. (a) Representeu les línies del camp elèctric entre les esferes 1 i 3 i entre les esferes 2 i 4. (b) Què podem dir dels potencials  $V_1, V_2, V_3$  i  $V_4$  de les esferes? (c) Si connectem les esferes 3 i 4 amb un fil, demostreu que la càrrega final en elles serà nul·la. [Ti]



Sol.: (b)  $V_3 \geq V_1 = V_2 \geq V_4$ , igualtat amb  $Q = 0$

9. En el model de Bohr de l'àtom d'hidrogen, l'electró descriu una òrbita circular de radi  $r$  al voltant del protó. (a) Trobeu una expressió per a la energia cinètica d'un electró, en funció del radi de l'òrbita. Demostreu que a una distància arbitrària  $r$  l'energia cinètica és igual a la meitat del valor absolut de l'energia potencial. (b) Avalueu  $\frac{1}{2}mv^2$ ,  $U$ , i la energia total

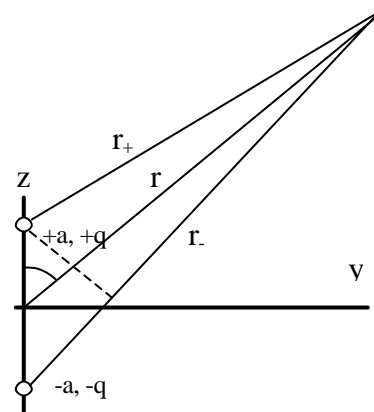
$E = \frac{1}{2}mv^2 + U$  en electró-volts per a  $r = 0.529 \cdot 10^{-10}$  m, el radi de l'òrbita de l'electró en l'hidrogen. L'energia  $|E|$  que s'ha de subministrar a l'àtom d'hidrogen per arrencar-ne l'electró s'anomena energia d'ionització. [Ti]

Sol.: (a)  $E_c = \frac{Ke^2}{2r}$ , (b) 13.6 eV, -27.2 eV, -13.6 eV

10. (a) Pel dipol de la figura, demostreu que el potencial en un punt fora de l'eix a gran distància  $r$  de l'origen és donat aproximadament per

$$V = \frac{2kqa \cos \theta}{r^2} = \frac{kp \cos \theta}{r^2} = \frac{kpz}{r^3}$$

Indicació: Demostreu que  $r_+^{-1} - r_-^{-1} \approx \Delta r / r^2$ , on  $\Delta r = r_+ - r_- \approx 2a \cos \theta$ . (b) Esbrineu les components  $x, y$  i  $z$  del camp elèctric en un punt fora de l'eix. [Ti]



Sol.:  $E_x = \frac{3kpzx}{r^5}$ ,  $E_y = \frac{3kpzy}{r^5}$ ,  $E_z = \frac{-kp}{r^3} + \frac{3kpz^2}{r^5}$

