

5. Potencial i camp elèctric

Objectius

- Localitzar superfícies (línies) equipotencials en diversos camps elèctrics.
- Dibuixar les línies de camp d'un camp elèctric a partir de les línies equipotencials localitzades.
- Relacionar el camp i el potencial elèctric.

Introducció

Les magnituds característiques d'un camp elèctric són la intensitat de camp $\vec{E}$ (vector) i el potencial V (escalar), ja que ens permeten saber la $\vec{F}$ (força elèctrica) i la E_p (energia potencial) d'una càrrega Q en un punt del camp ja que :

$$\vec{F} = Q\vec{E} \quad \text{i} \quad E_p = Q \cdot V$$

Les superfícies equipotencials són les que tenen el mateix potencial en cada un dels punts que les formen. En el pla parlem de línies equipotencials.

Les línies de camp són perpendiculars a les superfícies equipotencials i tenen el sentit de la força elèctrica que rebria la unitat de càrrega positiva en aquest punt del camp.

Per visualitzar el camp elèctric ho fem dibuixant les superfícies equipotencials i les línies de camp. Cal recordar que només es poden mesurar variacions de potencial elèctric. No es possible saber el valor absolut del potencial elèctric. Els valors obtinguts sempre són relatius a un nivell arbitrari que es pren com a referència.

Material

– Cubeta de plàstic de fons transparent d'uns 16x21 cm² – Tros d'escuma de poliestirè d'uns 16 cm x 21 cm x 2 cm – Tros de paper mil·limetrat d'uns 16 cm x 21 cm – Tros de plàstic autoadhesiu transparent de 17 cm x 22 cm – Tros de paper de filtre d'uns 15 cm x 21 cm amarat en dissolució saturada de nitrat de potassi	– 2 làmines metàl·liques d'uns 10 cm x 12 cm (elèctrodes) – 2 claus grans (elèctrodes) – 2 cables de connexió – Voltímetre amb una sonda – 2 suports amb borns aïllants. – Font d'alimentació corrent altern de 25 V – Font de corrent continu d'uns 10 V
--	---

1a experiència: Per a dos elèctrodes puntuals

Procediment

Muntatge de l'experiència

Retalla un full de paper mil·limetrat de la mida del fons de la cubeta i dibuixa-hi, al centre, uns eixos de coordenades. Després enganxa'l per sota de la cubeta amb plàstic autoadhesiu transparent.

Posa aigua a la cubeta fins a 1cm de fondària aproximadament, i subjecta els elèctrodes als suports amb els borns aïllants dels equips d'electrostàtica.

Execució de l'experiència

1. Fixa bé els elèctrodes dins l'aigua i anota la posició que ocupen (per exemple a (-6,0) i (6,0) cm) del paper de la base de la cubeta.
2. Connecta'ls a la font de 25 V de corrent altern. És molt important que durant tot el procés de recollida de dades no es canviï la posició dels elèctrodes, però en cas que accidentalment es moguessin desconnecta el corrent i torna'ls a posar en les posicions inicials.
3. Posa el selector del voltímetre a l'escala adequada de corrent altern i connecta la sonda negativa a un dels elèctrodes que et servirà de referència (potencial zero).
4. Desplaça l'altra sonda per la superfície de l'aigua i determina els potencials dels diferents punts.

Adquisició i enregistrament de les dades

Mou la sonda per la superfície de l'aigua i busca les coordenades d'uns sis punts a un mateix potencial (per exemple de 9 V), quan els trobis, anota la seva posició a la taula següent:

Potencial	Punts					
9 V						
11 V						
13 V						
15 V						
17 V						
19 V						

Observacions qualitatives

Obtenció de les línies equipotencials i del camp

A partir de les dades de la taula pots construir en un paper mil·limetrat, igual que el del fons de la cubeta, les línies equipotencials.

En una de les línies equipotencials centrals, que són pràcticament rectes -perpendiculars a la línia que uneix els dos elèctrodes-, assenyala sis punts igualment espaiats. A partir de cada un d'aquests punts pots construir de manera aproximada la línia de camp que hi passa. Per fer-ho caldrà dibuixar una línia suau que intercepti cada una de les equipotencials en angle recte. Aquesta línia s'ha de dibuixar a banda i banda del punt fins a arribar als dos elèctrodes.

Conclusions

Càlcul del camp

Una vegada dibuixades les sis línies de camp podem obtenir el valor mitjà del camp elèctric en la zona limitada entre dues línies equipotencials. En efecte, la diferència de potencial entre els dos punts extrems de la línia serà de 2 V, i la longitud serà la del tros de línia que limiten les dues equipotencials veïnes. El camp elèctric valdrà:

Mòdul del camp

$$E = \Delta V / \Delta l$$

Compte amb les unitats!

D'aquesta forma podrem trobar el valor aproximat de camp mig a diferents punts del diagrama. Aquest càlcul del valor del camp elèctric el fas per a sis punts situats en diferents zones de la regió on tenim dibuixades les equipotencials.

(Com a referència podeu prendre els punts (-5,5,1.5), (-3,3), (0,0), (2,-4), (4,- 5) i (5,-1.5) però no han de ser necessàriament aquests). Construint-nos una escala pels vectors camp (per exemple 1 cm = 250 V/m) podrem representar els vectors camp, a escala, en els punts on han estat determinats.

2a experiència: Per a dos elèctrodes laminars

Procediment

Muntatge de l'experiència

Dibuixa una quadricula (1cm x 1cm) en el paper de filtre amb retolador per a vidre o amb llapis. Amara el paper de filtre en la dissolució de saturada de KNO_3 . Després d'eliminar l'excés de líquid amb una mica de cotó posa el paper de filtre sobre la làmina de poliestirè i als extrems col·loca-hi perpendicularment les dues làmines que han de quedar ben paral·leles i a uns 20 cm una de l'altra. És important que hi hagi un bon contacte entre les làmines i el paper de filtre.

Execució de l'experiència

1. Connecta les làmines mitjançant els borns aïllants, els cables i les pinces de cocodril a la font de corrent continu a 10 V.
2. Posa el selector del voltímetre a l'escala adequada de corrent continu i connecta la sonda negativa a un dels elèctrodes: et servirà de referència (potencial zero).
3. Desplaça l'altra sonda per la superfície del paper de filtre i determina els potencials dels diferents punts.

Adquisició i enregistrament de les dades

Per determinar el potencial mou la punta vermella (positiva) per diferents punts de les línies que van d'una làmina a l'altra. Anota aquests valors a la taula següent:

Punt	Voltatge/ V	Punt	Voltatge/V	Punt	Voltatge/V
(- 8,0)		(- 8,4)		(- 8, - 4)	
(-6,0)		(-6,4)		(-6, - 4)	
(-2,0)		(-2,4)		(-2, - 4)	
(0,0)		(0,4)		(0, - 4)	
(2,0)		(2,4)		(2, - 4)	
(6,0)		(6,4)		(6, - 4)	
(8,0)		(8,4)		(8, - 4)	

Observacions qualitatives

Obtenció de les línies equipotencials i del camp

A partir de les dades de la taula pots construir en un paper mil·limetrat les línies equipotencials. Les línies equipotencials són pràcticament rectes paral·leles a les làmines. En una d'elles assenyaleta sis punts igualment espaiats. A partir de cada un d'aquests punts pots construir de manera aproximada la línia de camp que hi passa.

Per fer-ho caldrà dibuixar una línia suau que intercepti cada una de les equipotencials en angle recte. Aquesta línia s'ha de dibuixar a banda i banda del punt fins a arribar als dos elèctrodes.

Conclusions

Com són les línies de camp i les línies equipotencials entre si?
De quina mena de camp es tracta?

Càlcul del camp

Una vegada dibuixades les sis línies de camp podem obtenir el valor aproximat del camp elèctric fent la relació entre la caiguda de tensió entre dues línies equipotencials consecutives, situades més o menys al centre, i la distància entre elles:

$$\text{Mòdul del camp} \quad E = \Delta V / \Delta l \quad \textbf{Compte amb les unitats!}$$

D'aquesta forma podrem trobar el valor aproximat de camp entre dues làmines paral·leles.

Qüestionari

1. Realment existeixen línies equipotencials o superfícies equipotencials?
2. Com han de ser les línies de força en relació amb les superfícies equipotencials? Per què?
3. Hi ha alguna zona on el camp és uniforme? En quina?
4. No és possible saber el valor absolut del potencial elèctric. Els valors obtinguts sempre són relatius a un nivell arbitrari que es pren com a referència. De vegades el nivell de referència zero es fa correspondre a l'infinit. Ha estat així en el cas dels potencials mesurats?
5. Quina diferència hi ha entre caiguda de tensió i caiguda de potencial?

Potencial i camp elèctric en una superfície d'aigua

Material per al professorat

Orientacions didàctiques

Temporització

- 1 hora per a l'experimentació i les conclusions
- 1 hora per al qüestionari

Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de batxillerat

Orientacions metodològiques

Per a dos elèctrodes puntuals la font d'alimentació ha de ser alterna, millor de baixa tensió. Això es fa per evitar l'electròlisi. En treballar amb corrent altern, no obtenim uns potencials i camps constants sinó alterns. Els valors obtinguts són en tot moment els "valors eficaços" d'aquests. L'equivalent del muntatge és el de dues càrregues iguals i de signe contrari.

Per a dos elèctrodes laminars sobre el paper de filtre es pot fer servir corrent continu de baixa tensió, l'electròlisi no es posa de manifest. Els potencials i camps obtinguts són constants, i no ens cal pensar en "valors eficaços". L'equivalent del muntatge és el de dues plaques planes i paral·leles.

Propostes de recerca

Suggestiments sobre altres possibles activitats relacionades amb el tema o treballs de recerca per a 2n de batxillerat.

És fàcil investigar el camp produït per altres disposicions geomètriques d'elèctrodes, per exemple un anell circular que té en el seu centre un elèctrode puntual. L'anell es pot fer amb una làmina metàl·lica flexible o bé recobrint amb cinta metàl·lica adhesiva un anell fet amb rodanxa d'una ampolla de plàstic grossa buida.

Orientacions tècniques

La solució de nitrat de potassi es pot substituir per qualsevol altra que sigui un electròlit. Cal anar amb compte amb el corrent.

Conclusions

Respostes al qüestionari

1. **Realment existeixen línies equipotencials o superfícies equipotencials?**
No, són línies convencionals.
2. **Com han de ser les línies de força en relació amb les superfícies equipotencials? Per què?**
Perpendiculars entre si. Si no fos així el treball fet pel camp sobre una càrrega en moure's en una superfície equipotencial no seria nul.
3. **Hi ha alguna zona on el camp és uniforme? En quina?**

Al mig de les làmines paral·leles.

4. **No és possible saber el valor absolut del potencial elèctric. Els valors obtinguts sempre són relatius a un nivell arbitrari que es pren com a referència. De vegades el nivell de referència zero es fa correspondre a l'infinit. Ha estat així en el cas dels potencials mesurats?**

No, es pren com a potencial zero el que està unit al pol negatiu del polímetre.

5. **Quina diferència hi ha entre caiguda de tensió i caiguda de potencial?**

Cap