



SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIALS D'UN CAMP ELÈCTRIC.

Lluís Nadal Balandras. I.B. de Manlleu. Curs 1984-1985.

El mètode que s'exposa a continuació en realitat permet visualitzar les "línies equipotencials" donç es treballa en el plà. Esta basat en una pràctica descrita en el llibre de COU: "Física": J. Aguilar Peris, J. Doria Rico i J. de la Rubia Pacheco. Pàgina 93. Ed. Anaya. Aquí s'ha ampliat i desenvolupat d'altres aspectes. El mètode té algunes limitacions com es veurà posteriorment però és útil per la seva simplicitat i economia.

ES POT UTILITZAR PAPER "TELEESTOS" EN LLOC DE LA CARTULINA GRACITADA, PERO CAL POSAR-HI L'ANELL DE CARTULINA D'ALUMINI O EL PAPER D'ALUMINI (ES PODRIA UTILITZAR PINTURA DE PLATA PERO ES MASSA CARA).

El material necessari és: cartulina blanca, paper d'alumini (o bé cartulina d'alumini), grafit en pols, grapadora, cola de cautxú, 6 pinces de cocodrill, cables de connexió, voltímetre de 5 V o millor un tèsler, 2 piles de 4.5 V, i opcionalment: cubeta, paper de filtre i un llapis 6B (llapis de grafit molt tuc).

Per estudiar les línies equipotencials no s'utilitzen càrregues puntuals si no un muntatge equivalent: si en un conductor de dues dimensions hi mantenim una diferència de potencial mitjançant una pila, els punts connectats al pol positiu es comporten com "càrregues positives" i els que ho estan al pol negatiu com "negatives".

El conductor és un disc (o un rectangle segons els casos) de grafit que es fa pintant una cartulina amb grafit en pols tal com es descriurà a continuació. El grafit té una resistivitat més gran que els metalls però és un bon conductor. Després de pintada a la cartulina se li posa un anell conductor d'alumini pel voltant i uns contactes en el centre que seran les "càrregues".

Construcció del disc de grafit.

Dibuixem una circumferència de 12 cm de radi en una cartulina blanca, hi tirem una mica de grafit en pols i pintem la cartulina utilitzant un cotó-fluix i passant dels límits de la circumferència. Hi afegim grafit quan sigui necessari i passem el cotó en totes direccions fins que la superfície quedi brillant i uniforme. L'uniformitat es pot comprobar amb un téster: mesurem la resistència elèctrica entre diversos punts de la circumferència i el centre, si és la mateixa per tots (uns 2000 ohms) la capa de grafit és uniforme, sinó hem de continuar pintant en direcció als punts amb més resistència elèctrica. Quan el cercle estigui pintat el retallarem.

A continuació farem l'anell conductor: dibuixem una circumferència de 12 cm de radi en una altra cartulina i l'hi encolem paper d'alumini mitjançant la cola de cautxú. A continuació retallem el cercle però deixant 2 o 4 trossos de cartulina que sobresurtin per puguer fer les connexions. Després dibuixem una circumferència centrada amb l'anterior de 10 cm de radi, retallem el disc interior sense tallar l'anell exterior que és el que ens interessa.

Una vegada tenim l'anell el posem ben centrat amb el disc de grafit i els grapem junts de manera que el paper d'alumini estigui en contacte amb el grafit, tal com es veu a la figura 1.

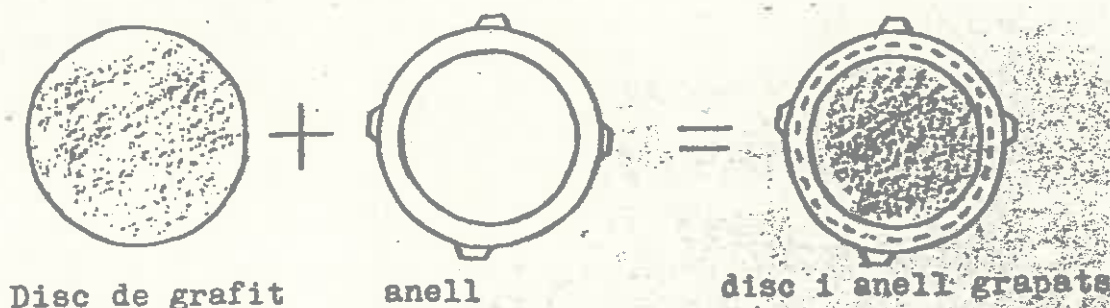


FIGURA 1.

L'anell es pot fer més ràpidament amb cartulina d'alumini però s'ha de tenir en compte que aquesta normalment no és conductora donç està protegida. La capa protectora es pot treure passant-hi un cotó amb acetona i llavors ja es pot utilitzar.

Els contactes per les càrregues els farem passant un cargol d'1/8 de polsada, amb una arandel·la per cada costat i una femella. Si volem una sola càrrega el cargol el posarem al centre del disc.

Conectant adequadament piles entre els cargols i l'anell tindrem diferents combinacions de càrregues. Si hi ha càrregues de diferent signe l'anell exterior no és necessari. Això es pot veure a la figura 2.

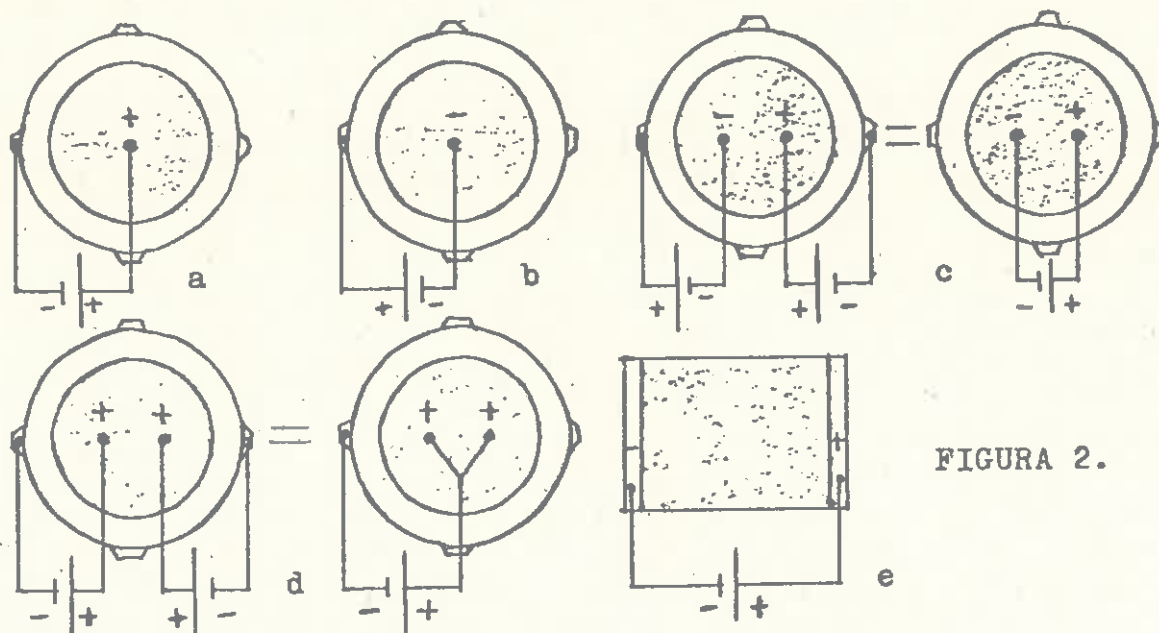


FIGURA 2.

- a) Es el muntatge equivalent d'una càrrega positiva;
 b) una càrrega negativa; c) un dipol elèctric (dues càrregues iguals i de signes contraris); d) dues càrregues positives; e) un camp uniforme.

Es poden fer configuracions més complicades afegint-hi més càrregues amb els signes que vulguem. Si volem que dues càrregues siguin de magnituds diferents només cal connectar més piles a l'una que a l'altra.

Còm es busquen les línies equipotencials.

Conectem les piles tal com es veu a la figura 2, connectem el negatiu del t ester a l'anell i el positiu a la mina d'un llapis de grafit, aix  adem s de buscar els punts ja els podem marcar amb el mateix llapis. Suposem per exemple que volem la línia (o les línies) que estan a un potencial de 2 V respecte a l'anell (en realitat podem escullir qualsevol altre origen per mesurar els potencials, canviar  el valor del potencial de la línia pero no la forma de la línia), llavors desplacem la punta del llapis per damunt del grafit fins trovar un punt on el t ester marqui 2 V, el marquem amb el llapis i a continuació busquem més punts fins que la línia ja es vegi prou bé. Després, podem buscar d'altres línies a d'altres potencials. Els punts es poden calcar amb paper vegetal o plàstic transparent i dibuixar-hi les línies. El muntatge es veu a la figura 3.

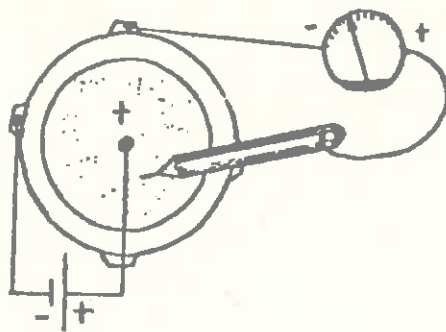


FIGURA 3.

S'ha de tenir en compte que si es busquen els punts a prop d'una càrrega negativa s'haurà d'invertir les conxions del t ester donq  el potencial ser  negatiu. No convé buscar punts a menys de 3 cm de les càrregues. En cada c s s'haurà d'utilitzar el t ester en l'escala adequada.

Les línies que s'obtenen són com les de les làmines 1 i 2, les quals s'han obtingut per un altre mètode que s'exposar  a continuació.

Mètode alternatiu.

Un altre mètode consisteix en utilitzar una cubeta amb aigua de l'aixeta que és prou conductora (una altura de pocs mil·límetres) i tants electrodes com càrregues es vulguin.

Si hi ha càrregues de diferent signe es pot mesurar el potencial respecte a una d'elles. Si només en hi ha una o bé son del mateix signe llavors s'ha de posar un electrode en forma d'anell centrat amb les càrregues i mesurar el potencial respecte a l'anell com en el cas dels discos de grafit. Aquest electrode es pot fer de filferro.

Els punts es poden marcar directament en la cubeta amb el llapis però és millor posar un paper de filtre en el fons de la cubeta i cubert d'aigua i marcar-los en el paper donç així una vegada eixugat ja es poden dibuixar les línies amb facilitat. Per puguer escriure sota l'aigua s'ha d'utilitzar un llapis molt tou 6B o 8B.

En aquest mètode s'ha d'utilitzar corrent altern per evitar la polarització dels electrodes. Si s'utilitza corrent continu el potencial en un punt determinat varia en poc temps la conseqüència és que les línies surten deformades a no ser que els punts es marquin mot de pressa. Això es pot veure a la làmina 1: A) i B) corresponen a un dipol i s'ha utilitzat una pila de 4.5 V, C) correspon a un camp uniforme.

En el cas del corrent altern el signe de les càrregues és arbitrari donç tots els electrodes oscilen alternativament de negatiu a positiu. Ara bé dues càrregues seràn del mateix signe si el corrent hi esta en fase i seran de signes contraris si la diferència de fase és de 180° .

La figura D) de la làmina 1, s'ha fet utilitzant un plat, un anell de filferro i un electrode central. Per mitjà d'un transformador s'ha aplicat un potencial de 6 V altern entre l'anell i l'electrode central. Els potencials s'han mesurat respecte a l'anell. Les línies surten deformades de

gut que l'anell no estava ben centrat ni era ben rodó. El signe s'ha escullit arbitràriament. Les línies però son anàlogues a les obtingudes amb els discos de grafit.

La figura C) s'ha fet en una cubeta rectangular posant-hi un electrode de paper d'alumini en cada extrem i de la mateixa llargada que l'amplada de la cubeta. El potencial s'ha mesurat respecte a l'electrode negatiu i emprant una pila de 4.5 V.

A la làmina 2 es poden veure les línies d'un dipol. S'ha utilitzat una cubeta rectangular amb dos elctrodes .S'ha aplicat una diferència de potencial de 12 V altern entre els electrodes mitjançant un transformador amb punt mig (o sigui dues sortides de 6 V amb una sortida comú) i els potencials s'han mesurat respecte al punt mig perque surtin simètrics. També es poden mesurar respecte a un qualsevol dels electrodes, llavors tots els valors seran creixents. Les línies no son ben simètriques degut que els electrodes no estaben ben centrats, pel demés son anàlogues a les que s'obtenen amb els discs de grafit.

Es pot veure el muntatge a la figura 4.

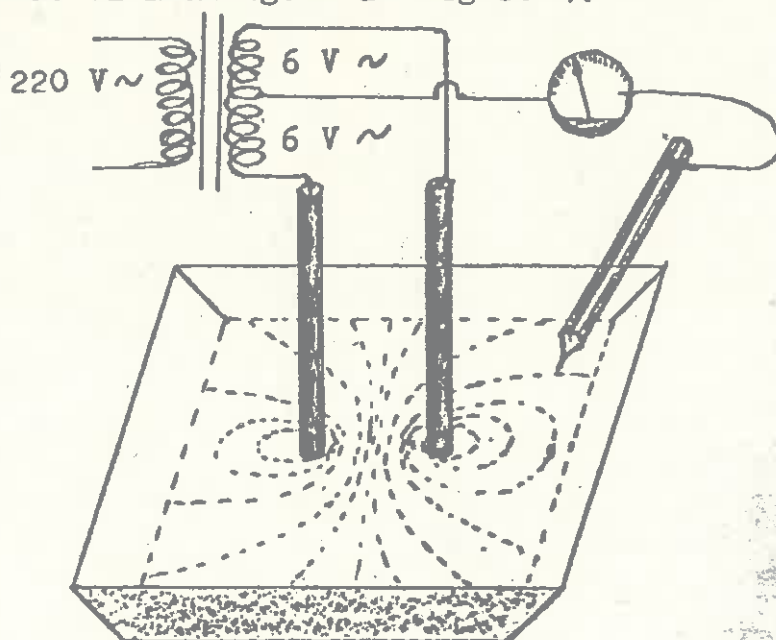


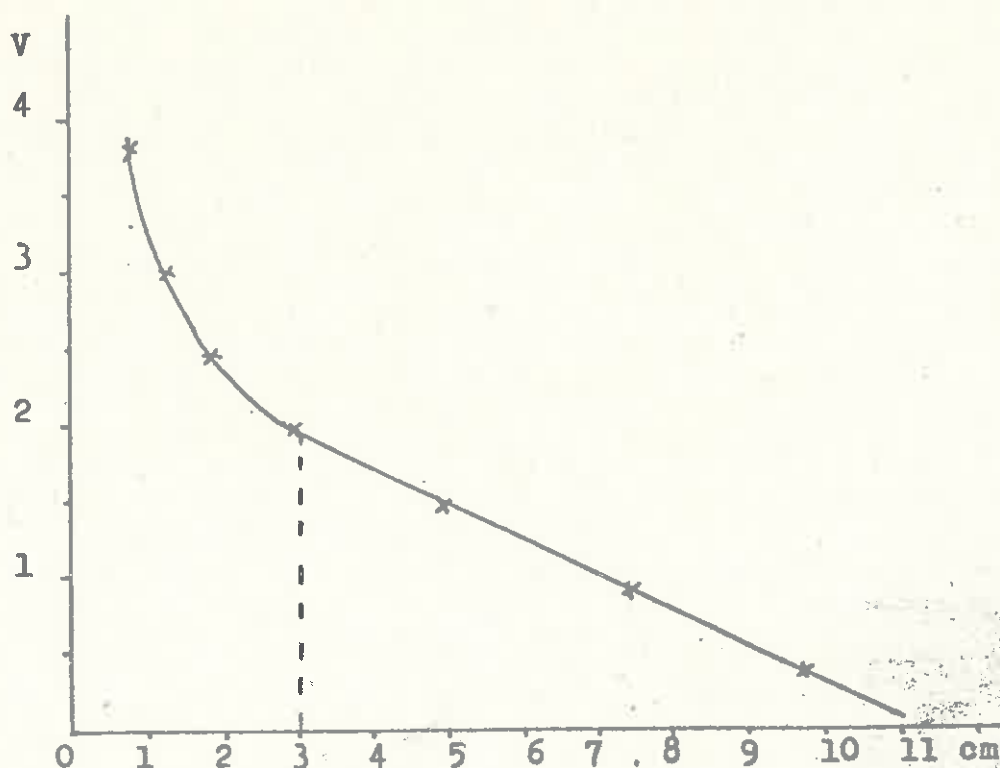
FIGURA 4.

LIMITACIONS DEL METODE.

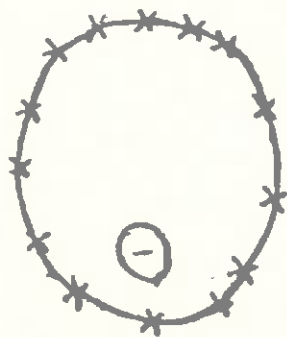
1) Si es fa un gràfic del potencial en funció de la distància per una càrrega es veu que és linial a partir de 3 cm. A una distància més petita les càrregues ja no es comporten com a puntuals. Així donç les línies s'han de buscar a partir de 3 cm de les càrregues.

2) El mateix gràfic anterior demostra que el potencial és proporcional a la distància (a partir de 3 cm) mentre que per una càrrega real és inversament proporcional. La conseqüència és que les línies no tenen la forma exacta que per una càrrega real però sí que tenen les mateixes característiques.

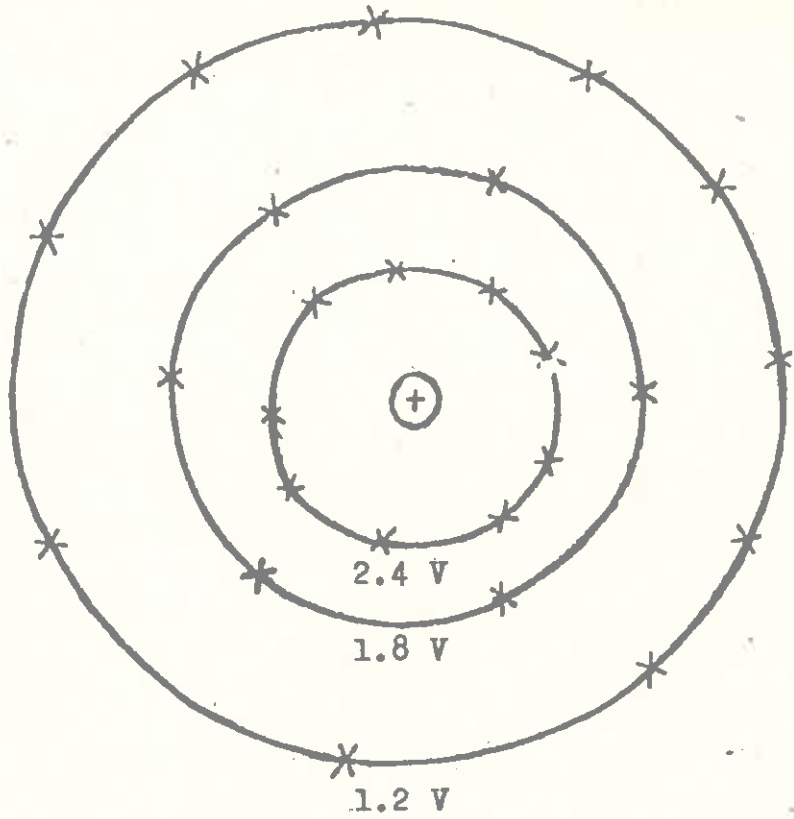
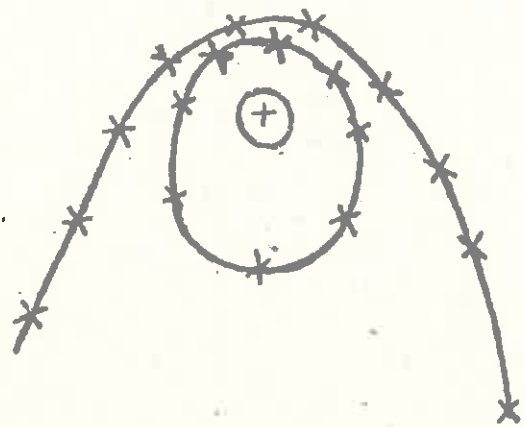
GRAFIC POTENCIAL-DISTANCIA:



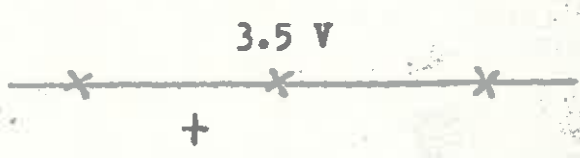
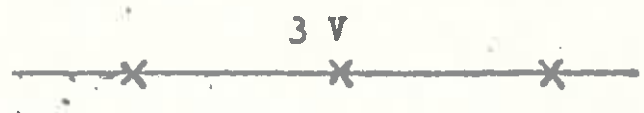
El gràfic correspon a un disc de 12 cm de radi.



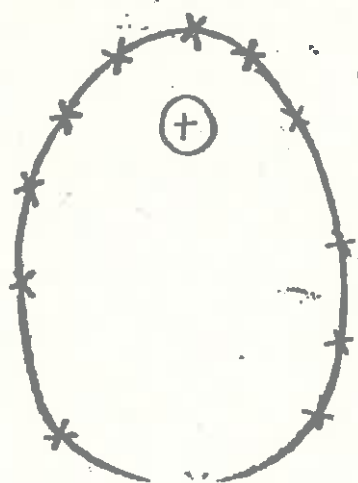
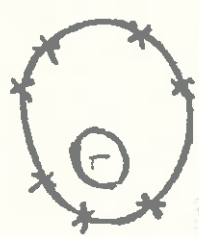
(A)



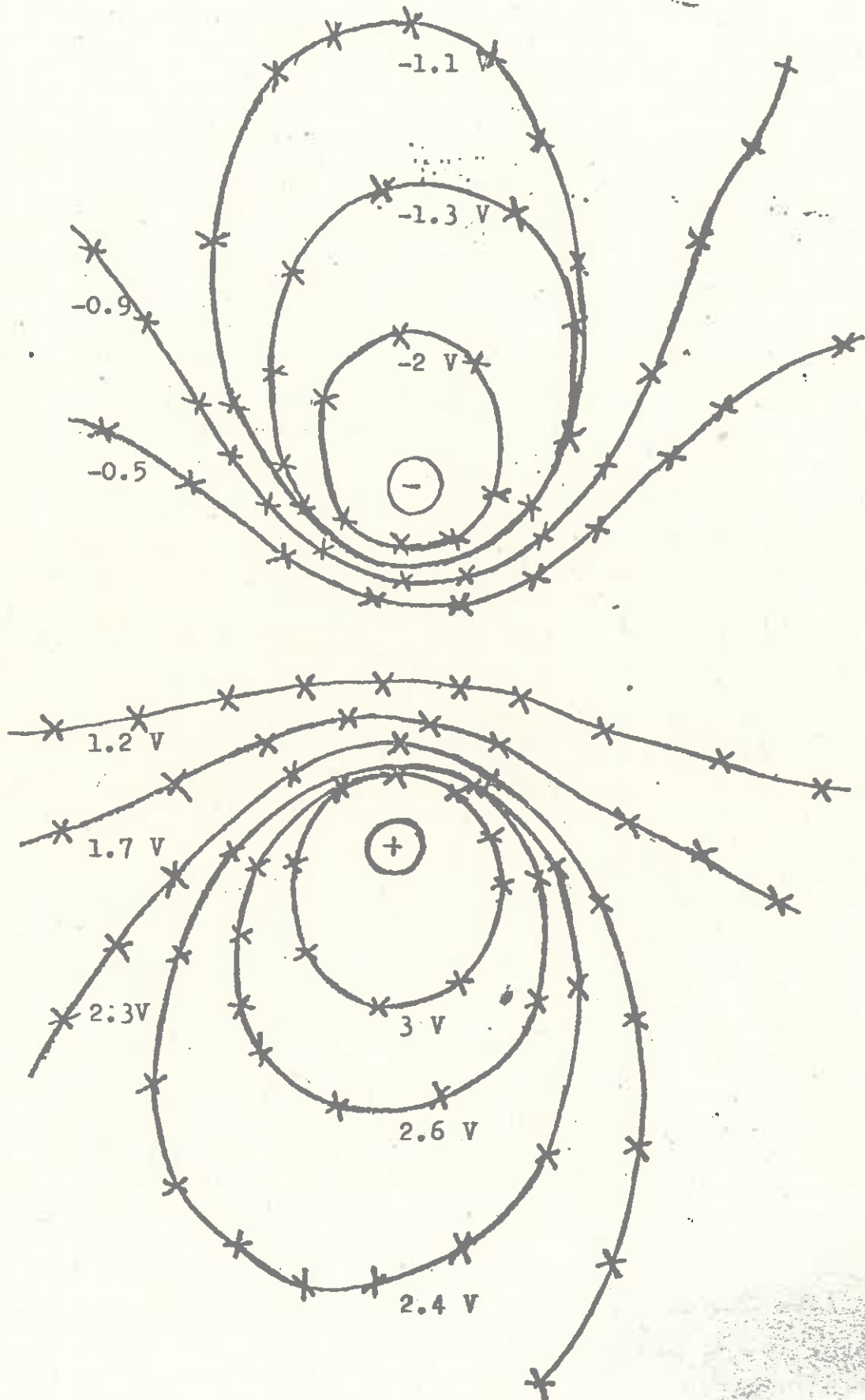
(D)



(c)



(B)



LAMINA 2.
(tamany natural)

PRACTICA Nº 3.
SUPERFICIES EQUIPOTENCIALS D'UN CAMP ELECTRIC.

MATERIAL: plaques de grafit, 6 c ables de conexi , 7 pinces de cocodrill, 2 piles de 4.5 V, t ester (o voltimetre) llapis.

FONAMENT.

Una càrrega puntual produeix un camp en tot l'espai al seu entorn. Si ara posem una segona càrrega en el camp de la primera, estar  sotmesa a una força (d'atracció o de repulsió) i tindrà una certa energia potencial.

La diferència de potencial entre dos punts A i B d'un camp elèctric originat per una càrrega puntual, és el treball necessari per traslladar l'unitat de càrrega positiva d'A a B, i correspon a l'increment d'energia potencial canviat de signe. Per puguer parlar de potencial en un punt, hem d'escullir un origen de potencials. Normalment s'esculleix que el potencial és nul a l'infinit. Aix  el potencial en un punt és el treball necessari per traslladar l'unitat de càrrega positiva des del punt a l'infinit. El potencial  s un escalar de manera que el potencial en un punt, originat per varies càrregues, és la suma aritmètica dels potencials deguts a cadascuna de les càrregues considerades individualment. Una càrrega positiva origina un potencial positiu i si és negativa, negatiu. S'ha de tenir present per l'origen de potencials podem escullir qualsevol valor que ens vagi bé i per tant per mesurar el potencial només ens cal mesurar la diferència de potencial respecte a l'origen escullit. Aix  es pot fer còmodament amb un voltimetre.

El potencial produït per una càrrega puntual és:

$V = kq/r$, on k és una constant, q és la càrrega i r la distància del punt a la càrrega.

Si unim tots els punts que estan a un mateix potencial obtindrem una superfície equipotencial. Les superfícies equipotencials compleixen que: a) les línies de camp i l'intensitat de camp son normals a les superfícies; b) no s'ha de fer treball per traslladar una càrrega per la superfície equipotencial.

En el nostre c s no utilitzarem càrregues puntuals aïllades sinó el seu equivalent: disposem d'un conductor en dues dimensions i mantenim una diferència de potencial per mit a d'una pila. Els punts conectats al pol ~~es~~ positiu es comporten com càrregues positives i els que ho estan al negatiu, com a negatives.

Com que treballarem en el pla, les superfícies seran línies EQUIPOTENCIALS.

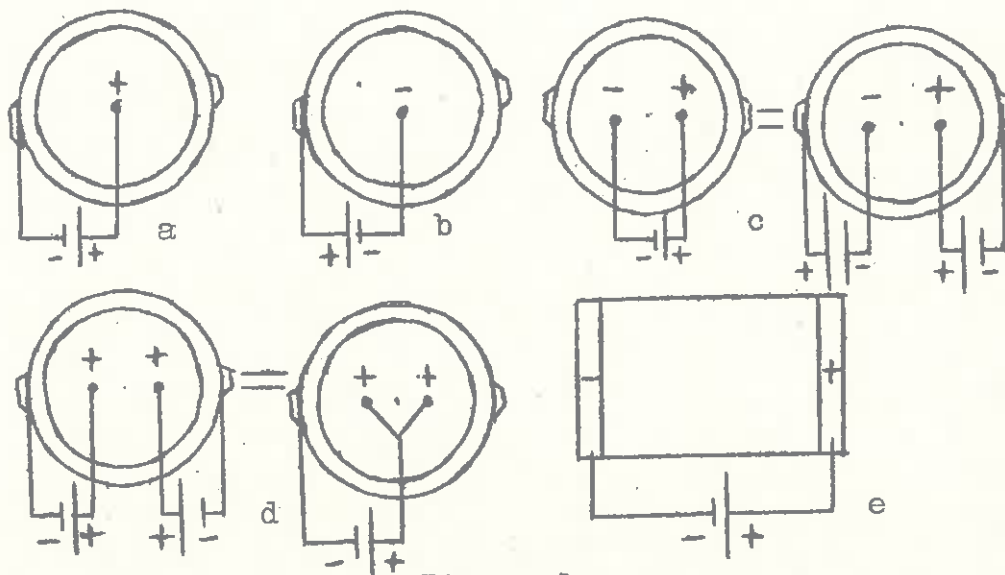


Figura 1.

En la figura 1: a) és el muntatge equivalent a una càrrega positiva; b) una càrrega negativa; c) un dipol (una càrrega positiva i una de negativa); d) dues càrregues positives; e) l'equivalent d'un camp uniforme.

També es poden fer configuracions més complicades afegint-hi més càrregues amb els signes que vulguem.

Per fer que dues càrregues siguin diferents en magnitud, només cal connectar més piles en un contacte que a l'altre.

Les plaques utilitzades són de cartulina recuberta de grafit (que és conductor però menys que els metalls) i un anell exterior d'alumini en contacte amb el grafit. Si hi ha càrregues de diferent signe l'anell exterior no és necessari.

Un altre mètode consisteix en utilitzar una cubeta amb aigua de l'aixeta que és prou conductora, i ficar-hi tants electrodes com càrregues es vulguin. En aquest cas s'ha d'utilitzar corrent altern per evitar la polarització dels electrodes. Ara tots els electrodes seran alternativament positius i negatius; dos electrodes tindran el mateix signe si el corrent està en fase i tindran signe contrari si hi ha una diferència de fase de 180°. Els punts que es van buscant es poden marcar en la mateixa cubeta o bé posar un paper de filtre al fons, cobert per l'aigua i marcar els punts en el paper. L'avantatge és que després de deixar-lo eixugar s'hi poden dibuixar les línies directament. El nivell d'aigua ha de ser de pocs mil·límetres. Si volem una sola càrrega un dels