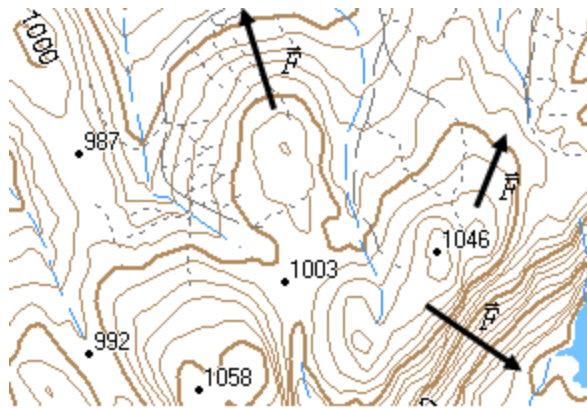


LIGNES ÉQUIPOTENTIELLES ET LIGNES DE CHAMP ÉLECTRIQUE

Cette expérience a pour but de vous permettre de tracer les lignes de champ électrique autour de divers objets chargés.

Pour y arriver, on doit d'abord tracer ce qu'on appelle des lignes équipotentielles autour de ces objets.

Théorie

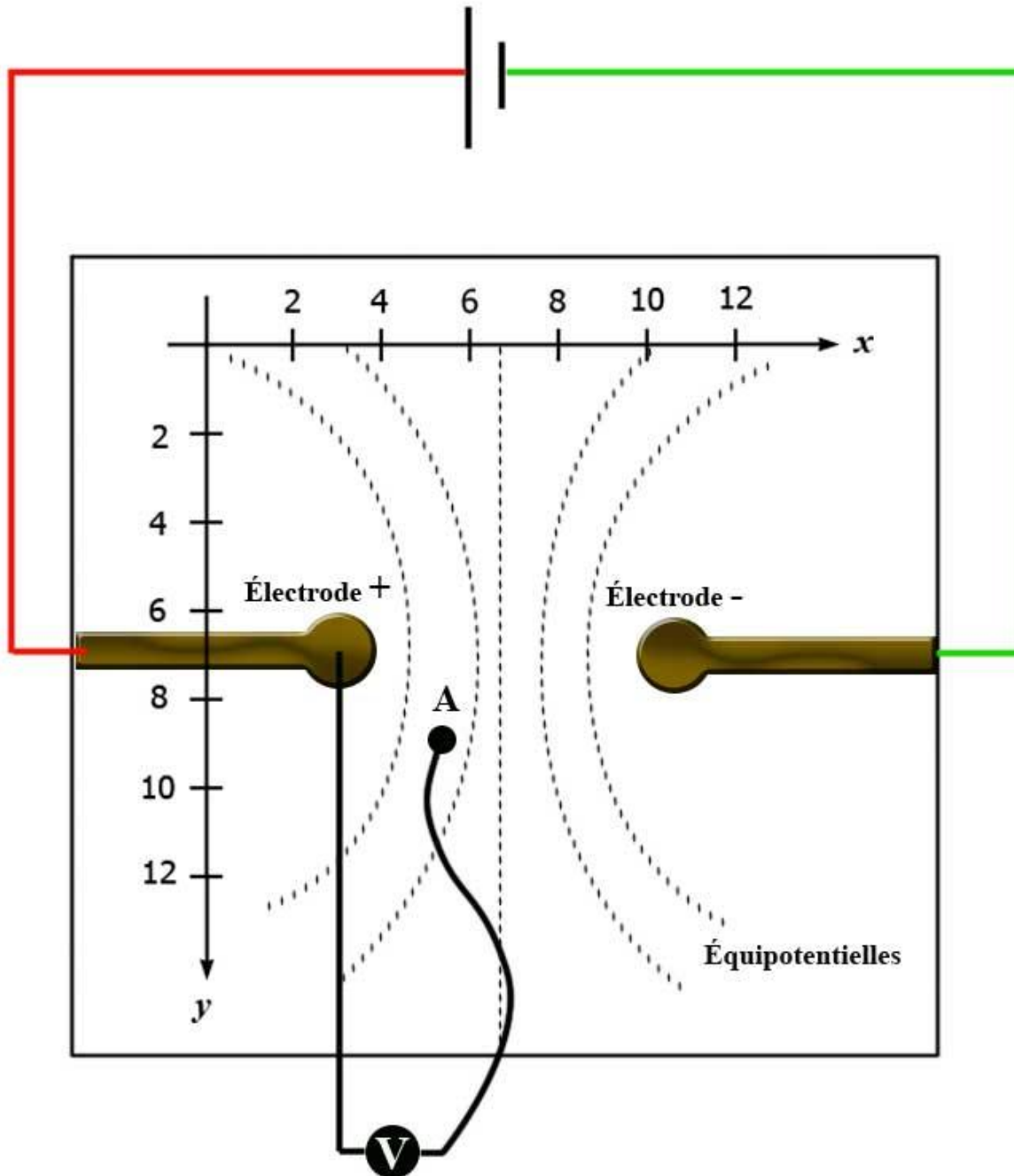


Les lignes équipotentiels ressemblent aux courbes de niveau d'une carte topographique : En terrain accidenté, un objet qu'on déplacerait sur une courbe de niveau aurait toujours la même énergie potentielle gravitationnelle (mgh) car il serait toujours à la même hauteur par rapport au niveau de la mer. (Les courbes de niveau sont ainsi des lignes équipotentiels gravitationnelles.) Traverser les courbes de niveau d'un relief correspond à gravir ou descendre une pente. Le trajet le plus abrupt est toujours perpendiculaire aux courbes de niveau. S'il n'y avait aucun frottement, une balle qu'on laisserait aller en terrain accidenté accélérerait spontanément selon la pente la plus abrupte, la force résultante étant perpendiculaire aux courbes de niveau.

Il en est de même en électricité : une charge test se trouvant dans le champ d'un objet chargé (ou charge source) possède une énergie potentielle électrique qui varie selon sa position, exactement comme l'énergie potentielle gravitationnelle d'un objet se déplaçant en terrain accidenté. Nous allons tenter de trouver le lieu des points où une charge d'épreuve a toujours la même énergie potentielle : c'est une ligne équipotentielle, analogue à une courbe de niveau. Comme dans l'analogie gravitationnelle de la carte topographique, la force électrique sur une charge test est perpendiculaire aux équipotentiels. Il en est de même du champ électrique (qui est la force divisée par la charge test).

Ainsi, les lignes de champ étant en tous points perpendiculaires aux lignes équipotentiels, une détermination de la configuration des lignes équipotentiels vous permettra de reproduire le patron des lignes du champ électrique.

Description de l'expérience



Considérez le schéma ci-dessus. À l'aide d'une source de tension, on alimente deux électrodes fixes. Les électrodes reposent sur une plaque faiblement conductrice, si bien qu'un faible courant peut s'écouler entre-elles. La différence de potentiel (voltage) entre les deux électrodes fixes est la même que celle fournie par la source.

On dispose d'un voltmètre, dont l'une des extrémités est fixée à l'électrode positive, et l'autre est mobile. Cela permet donc de mesurer la différence de potentiel qui existe entre l'électrode positive et n'importe quel point de la plaque. Pour une valeur de différence de potentiel donnée, on déplace l'électrode mobile sur la plaque pour voir où se situent les points qui sont au même potentiel.

Manipulations

1. Placez l'électrode mobile au point (0, 2), et lisez la valeur du potentiel. Ensuite, déplacez votre électrode mobile de manière à trouver une dizaine d'autres points qui sont au même potentiel.
2. Reportez ces points sur du papier millimétrique.
3. Refaites les étapes 1 et 2, en plaçant l'électrode mobile aux positions initiales suivantes : (0,4), (0,6). Ensuite, faites (1, 0), (4, 0) et (5, 0). Vous devriez tracer un total de 6 lignes équipotentiellles, chacune comportant une dizaine de points.
4. (Si le professeur juge que le temps le permet) Avec la configuration des plaques (on vous donnera une nouvelle feuille), refaites la même chose, cette fois en partant des points (0,1), (0,2), (0,3), (0,4), (0,5) et (0,6). Ensuite, tracez approximativement, **par symétrie** avec ces lignes, les 5 autres lignes partant de (0,7), (0,8), (0,9), (0,10), (0,11).
5. Numérotez de 1 à n vos équipotentiellles sur chacun de vos schémas, où n est le nombre d'équipotentiellles que vous aurez tracé sur celui-ci

Analyse des données

A. MODULE DU CHAMP ÉLECTRIQUE

Il s'agit ici de déterminer la valeur du champ électrique à différents points de l'espace. On verra plus loin dans le cours qu'on peut le trouver par l'expression suivante :

$$E(x, y) = \frac{V_{i+1} - V_i}{d}$$

où V_i est la valeur du potentiel d'une ligne donnée, et V_{i+1} est la valeur du potentiel de la ligne suivante (en se dirigeant vers la droite). Le point (x, y) est situé à mi-chemin entre les deux lignes, et d donne la distance entre les deux lignes, lorsqu'on passe par le point (x, y)

Calculez le champ en 12 points. L'idée est de calculer le champ sur les trois lignes horizontales $y = 4$, $y = 6$ et $y = 12$. Sur chaque ligne, vous calculerez la valeur du champ pour quatre valeurs de x différentes, que vous choisirez. Reportez vos valeurs dans le tableau donné à la dernière page.

Truc pour déterminer x :

1. Tracez la ligne en $y = 4$ (pâte) de part et d'autre de la feuille.
2. Essayez de relier deux équipotentiellles voisines par une droite perpendiculaire qui croise votre ligne $y = 4$. (en pointillés sur le schéma ci-dessous)
3. Le point x se situe à l'intersection de cette droite et de $y = 4$.
4. La valeur de d est donnée par la longueur de la ligne pointillée



B. DIRECTION DU CHAMP ÉLECTRIQUE

Sachant que les lignes de champ électrique sont toujours perpendiculaires aux équipotentiels, tracez approximativement les lignes de champ. Utilisez une nouvelle couleur, et tracez-les sur la même feuille que celle où se trouvent déjà vos équipotentiels.

Questions

1. Qu'indique le resserrement des lignes équipotentiels entre les deux charges ponctuelles?
2. Y a-t-il des équipotentiels qui entrent dans électrodes?
3. À quel angle les lignes de champ entrent-elles dans les électrodes?

À remettre

- Feuilles sur lesquelles vous aurez tracé les équipotentiels (30%) et les lignes de champ électrique (20%)
- Tableau des mesures pour le champ électrique (30%)
- Réponses aux questions (20%)

Tableau I : Mesure du potentiel et calcul du champ électrique

y	x	V_{i+1}	V_i	d	E
4					
4					
4					
4					
6					
6					
6					
6					
12					
12					
12					
12					