

# DM 6 : Électrostatique

Pour Vendredi 22 Novembre

## Résolution guidée de Allumer un tube fluorescent sans le brancher

Dans cette résolution de problème on cherche à déterminer qu'elle doit être la tension des câbles d'un pylône afin qu'un tube fluorescent s'allume de lui même lorsqu'il se trouve à ses pieds.



Un tube fluorescent est un tube en verre rempli d'un gaz de mercure avec des électrodes métalliques à ses extrémités. Lorsqu'un champ électrique suffisamment important de l'ordre de  $10 \text{ kV.m}^{-1}$  est appliqué au sein du tube, des électrons se déplacent d'une électrode à l'autre. Au cours de leur déplacement leurs chocs avec les atomes de mercure, provoque une émission lumineuse ultraviolette. Enfin la poudre fluorescente sur la paroi du tube absorbe le rayonnement ultraviolet et émet un rayonnement visible.

Dans le réseau électrique français il existe différent type de pylône électrique classé selon la tension des câbles électrique.

| Très Haute Tension | Haute Tension    | Moyenne tension  | Basse tension  |
|--------------------|------------------|------------------|----------------|
| de 225 kV à 400 kV | de 63 kV à 90 kV | de 15 kV à 20 kV | de 220 à 400 V |

1. Modéliser et faire un schéma de la situation comme un fil rectiligne de longueur infini et uniformément chargé (le câble du pylône) au dessus d'un plan infini uniformément chargé (le sol).
2. En utilisant une invariance et une symétrie choisir le plan dans lequel on peut étudier le champ électrostatique et en déduire simplement celui dans tout l'espace.
3. Dans ce plan qu'elles sont les symétries et invariances de la distribution de charge.
4. Le sol est une surface équipotentielle, on parle généralement de câble de Terre, à quelle symétrie correspondent les surfaces équipotentielles ?
5. Remplacer le sol par seulement une surface équipotentielle et en déduire distribution de charge équivalente créant le même champ électrostatique.
6. Pour cette nouvelle distribution de charge tracer la carte des lignes de champ et des équipotentielles.

7. Pourquoi faut-il toujours garder une distance de sécurité avec les câbles des pylônes électriques et ne jamais grimper sur un pylône ?
8. Sur quelle ligne de champ va-t-il être le plus simple de calculer l'expression champ électrostatique ? A l'aide du théorème de Gauss calculer le champ électrostatique créé par un fil infini. A l'aide du principe de superposition exprimer le champ électrostatique sur cette ligne de champ.
9. En prenant le sol comme référence de potentiel et en posant  $U$  la tension entre la Terre et la surface du câble du pylône, utiliser la circulation du champ électrostatique pour calculer l'expression du champ électrostatique au sol en fonction de la tension du pylône.
10. En déduire sous quel(s) type(s) de pylône les tubes fluorescent s'allumeront sans être branché.
11. Munissez-vous d'un tube fluorescent et réalisez l'expérience chez vous en vous à proximité de source de champ électrique comme sous la capot d'une voiture par exemple. Ci-dessous une photo de l'exposition artistique de Richard Box illustre expérimentalement la conclusion de ce problème.



### En bonus :

N'importe quel(s) exos(s) des précédents TD non corrigé en classe dont vous voulez la correction