

LFSM1105
Potentiel, condensateur,
résistance et puissance
électriques

Enseignant: **D. Lederer**



Année académique 2024-25

LFSM1105 - S9

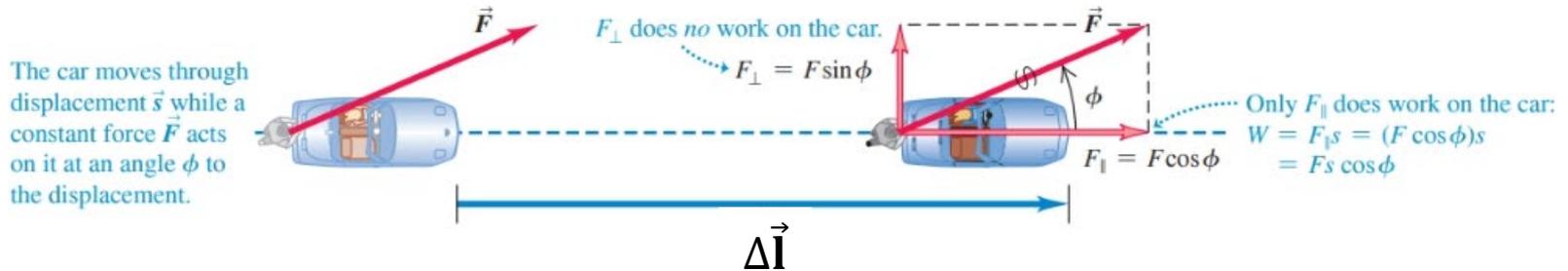
Agenda Cours 3

- 1. Travail et énergie**
- 2. Energie et potentiel électriques**
- 3. Condensateur et diélectrique**
- 4. Courant électrique**
- 5. Résistance électrique**
- 6. Puissance électrique**
- 7. Circuits RC**

Travail d'une force

- Lorsqu'une force \vec{F} agit sur un corps qui se déplace selon $\Delta \vec{I}$ on définit le **travail** réalisé par \vec{F} comme étant:

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{I} \quad [\text{Joules}]$$

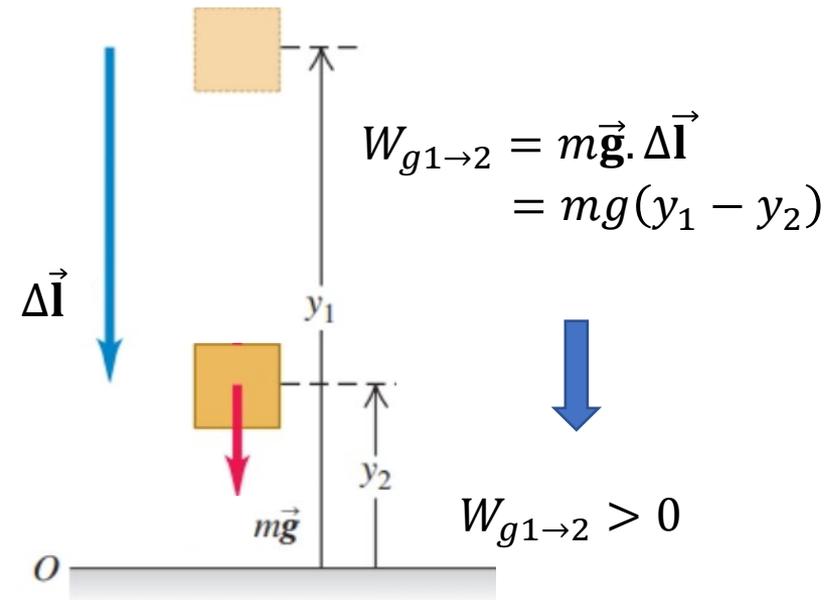


- Cette définition implique un **déplacement**, et donc une position **initiale** et une **position** finale.
- Le travail est exprimé en **joules** et est un **scalaire**.
- Il peut être **positif**, **nul** ou **négatif**.

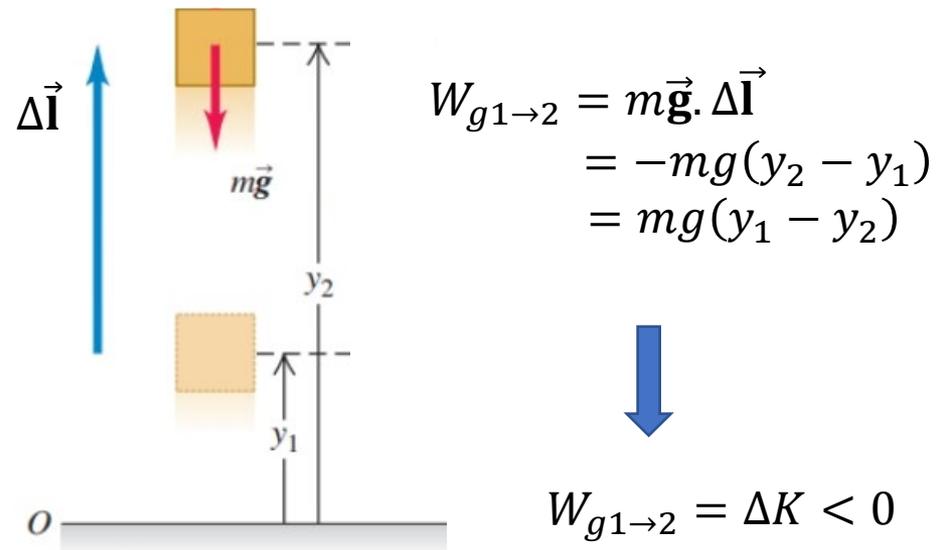
Cas de la gravité

- Imaginons le cas particulier d'un objet se déplaçant **verticalement**, et sous l'effet de la **gravité** (on ignore les forces de frottement). Intéressons-nous au **travail effectué par la force de gravité**.

Objet en chute libre:



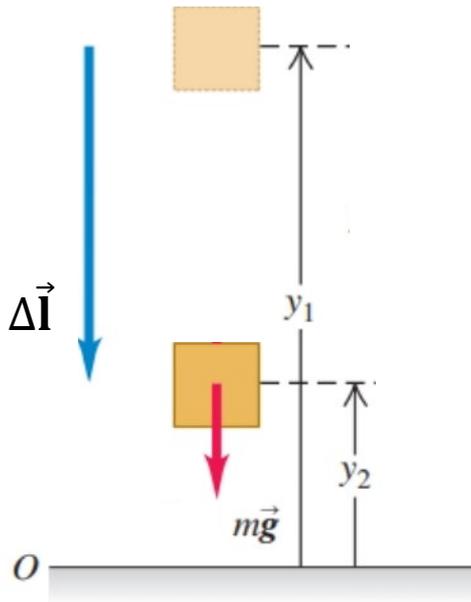
Objet qui monte:



Energie potentielle gravitationnelle

- ❑ On définit **l'énergie potentielle gravitationnelle**: $U_g \triangleq mgy + U_0$ [J]
- ❑ Cette énergie dépend de la **position**.
- ❑ Sa valeur dépend d'une **référence** (U_0) **choisie arbitrairement**.

Travail et force de gravité:



$$W_g = mgy_1 - mgy_2 = -(U_{g2} - U_{g1})$$

$$W_g = -\Delta U_g$$

Le travail effectué par la force gravitationnelle sur un objet se déplaçant entre deux points est l'opposé de la variation de son énergie potentielle entre ces points.

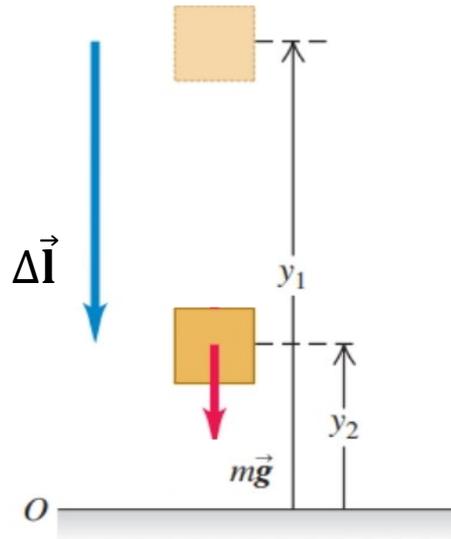
$W_g > 0$ et $\Delta U_g < 0$ si l'objet descend.

$W_g < 0$ et $\Delta U_g > 0$ si l'objet monte.

Energies potentielle et cinétique

- L'énergie mécanique $E_m = U_g + K$ reste constante! ($K = \frac{1}{2}mv^2$)
- Si U_g diminue K augmente et vice-versa.

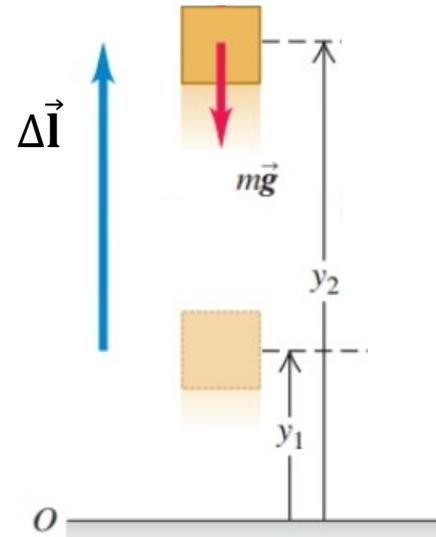
Objet en chute libre:



U_g diminue, K augmente

$$U_g + K = cst$$

Objet qui monte



U_g augmente, K diminue

$$U_g + K = cst$$

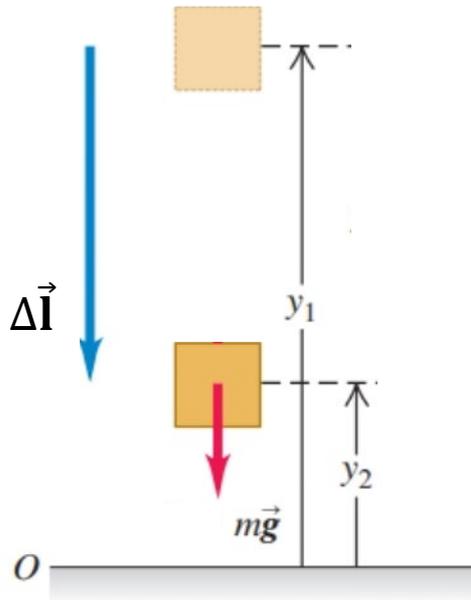
- L'énergie potentielle est un **réservoir d'énergie**, qui se consomme et se **transforme en énergie cinétique** durant le déplacement.

Agenda Cours 3

1. Travail et énergie
- 2. Energie et potentiel électriques**
3. Condensateur et diélectriques
4. Courant électrique
5. Résistance électrique
6. Puissance électrique
7. Circuits RC

Energie potentielle électrique

Travail et force de gravité:



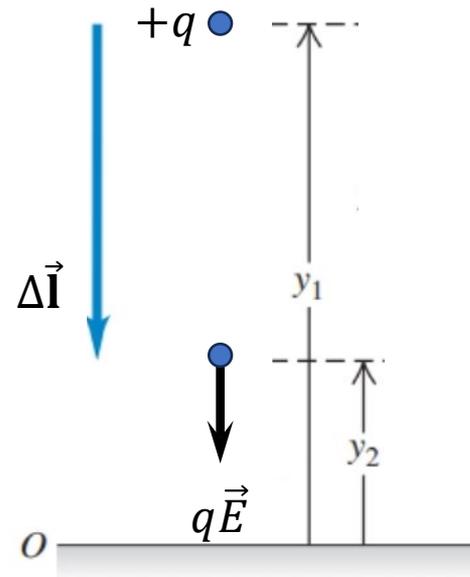
$$W_{g1 \rightarrow 2} = mg(y_1 - y_2)$$

$$U_g = mgy + U_{g0}$$

$$W_{g1 \rightarrow 2} = -\Delta U_g$$

$$K + U_g = \text{cst}$$

Travail et force électrique:



$$W_{e1 \rightarrow 2} = q_0 E (y_1 - y_2)$$

$$U_e \triangleq q_0 E y + U_{e0}$$

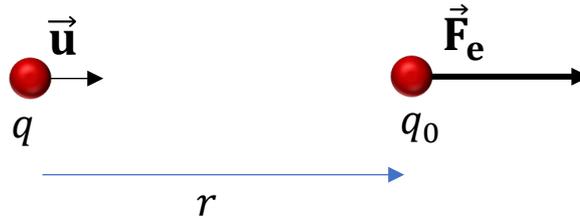
$$W_{e1 \rightarrow 2} = -\Delta U_e$$

$$K + U_e = \text{cst}$$

Définition de U_e !

Energie potentielle électrique: cas de deux charges ponctuelles

$$U_e(r) = k \frac{qq_0}{r}$$



- Si les deux charges sont **positives** la force est **répulsive**. Dans ce cas:

$$U_e(r) = k \frac{qq_0}{r}$$

- L'énergie potentielle électrique en un point représente le travail qui serait effectué par \vec{F}_e sur q_0 si q_0 se déplaçait de ce point jusque **l'infini**.
- C'est aussi le travail que devrait fournir une **force extérieure** pour amener la charge q_0 de l'infini au point considéré.

Potentiel électrique

- ❑ Pour un champ uniforme:

$$U_e = q_0 E y + U_0$$

- ❑ Pour deux charges ponctuelles:

$$U_e = k q_0 \frac{q}{r} + U_0$$

- ❑ Dans chaque cas:

- ❑ U_e dépend de la position dans l'espace,

- ❑ U_e est proportionnelle à q_0 .

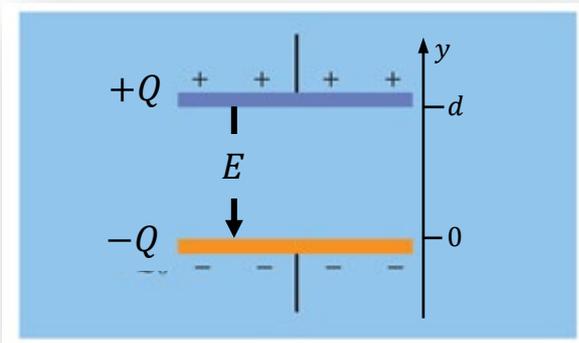
- ❑ On définit une nouvelle quantité **indépendante** de q_0 , le **potentiel électrique** V , telle que:

$$U_e = V q_0 \Rightarrow V [\text{J/C}]$$

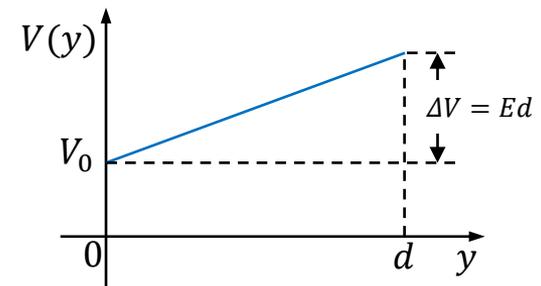
- ❑ $1 \text{ J/C} = 1 \text{ Volt} = 1 \text{ V}$

Cas de deux plaques parallèles

- ❑ Pour un champ uniforme: $V = Ey + V_0$
- ❑ Pour deux charges ponctuelles: $V = k \frac{q}{r} + V_0$
- ❑ Exemple de deux plaques parallèles: les charges créent un champ perpendiculaire aux plaques entre celles-ci



$$V(y) = Ey + V_0$$



Potentiel et champ électriques

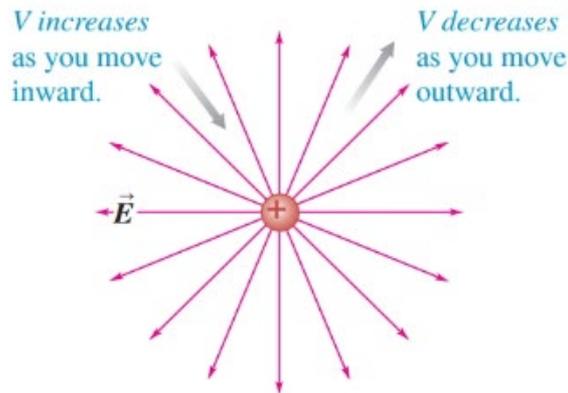
- ❑ Le potentiel électrique est lié à la présence d'un champ électrique
- ❑ Il depend de l'intensité du champ électrique et de la position dans l'espace
- ❑ Les deux sont liés mathématiquement: $\int_a^b \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{\mathbf{l}} = V_a - V_b$
- ❑ Si l'intégrale est positive (ie, si le chemin suit une ligne de champ):

$$V_a > V_b$$

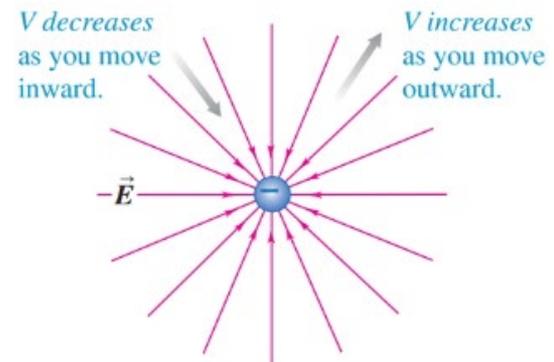
- ❑ Si l'intégrale est négative (ie, si le chemin remonte une ligne de champ):

$$V_a < V_b$$

(a) A positive point charge

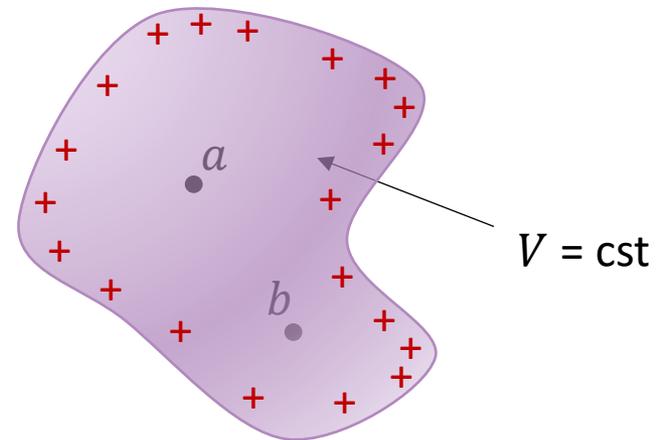


(b) A negative point charge



Equipotentielles et conducteurs

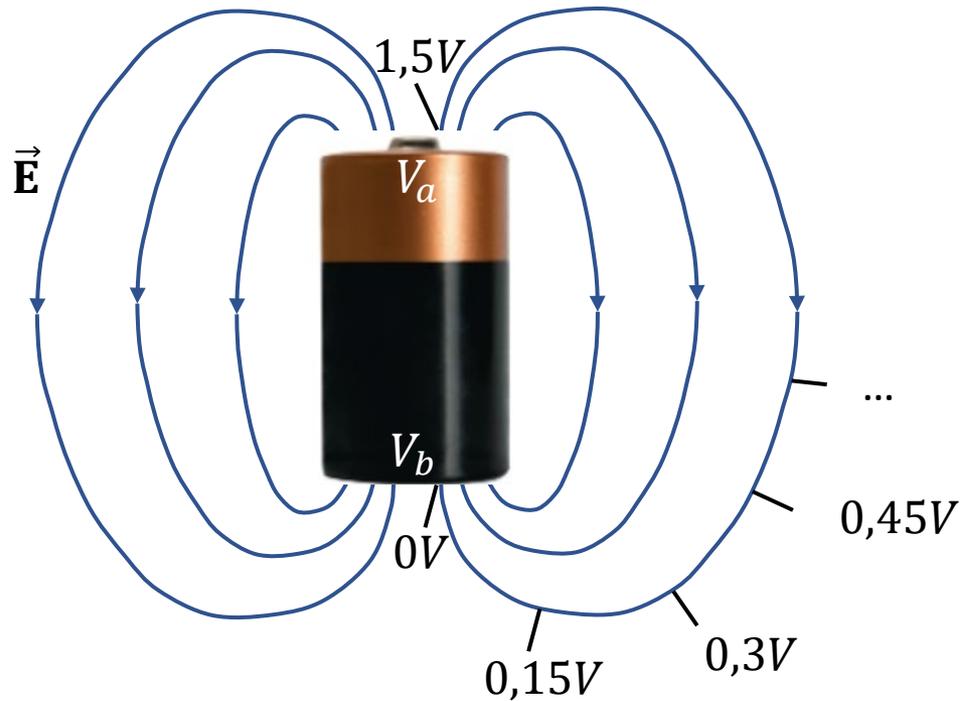
- ❑ Le champ électrique à l'intérieur d'un conducteur chargé au repos est nécessairement nul (sinon les charges ne seraient pas au repos).
- ❑ Puisque $\int_a^b \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{\mathbf{l}} = V_a - V_b$, on a $V_a - V_b = 0$ pour toute paire de point appartenant au conducteur.
- ❑ Le potentiel en tout point d'un conducteur chargé au repos est donc constant. Le **conducteur** chargé forme un **volume équipotentiel**.
- ❑ Aussi vrai pour un fil électrique !



Potentiel et lignes de champ: cas de la pile

□ Ex: pile

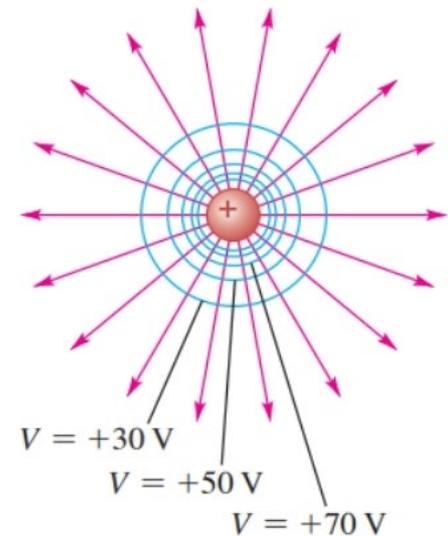
$$\int_a^b \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{\mathbf{l}} = V_a - V_b = 1,5 V$$



Equipotentielles (1)

- ❑ On peut relier entre eux tous les points dans l'espace qui ont la **même valeur de potentiel**.
- ❑ Ces ensembles de points forment des surfaces dans l'espace, appelées **équipotentielles**.
- ❑ Une charge q_0 placée sur une équipotentielle V a un niveau d'énergie q_0V
- ❑ Déplacer q_0 d'une équipotentielle à une autre nécessite un travail $q_0(V_b - V_a)$

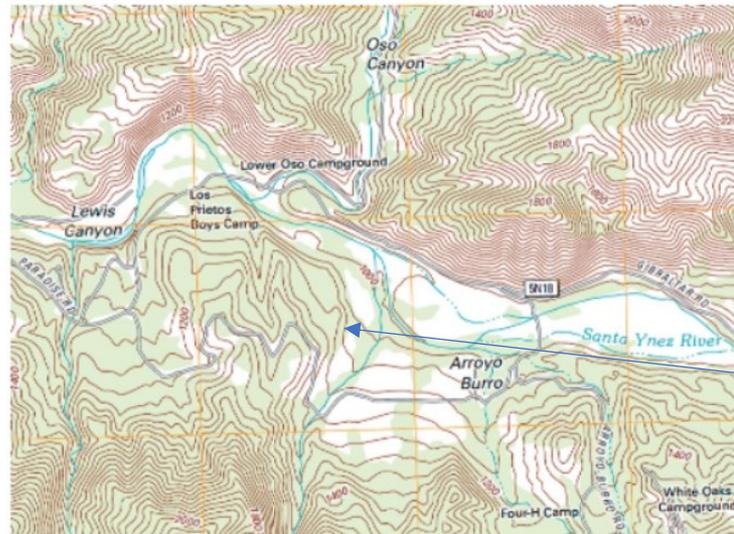
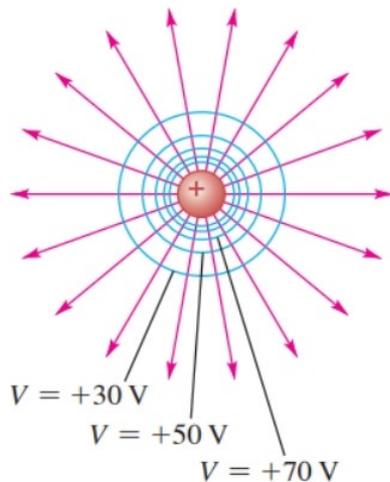
(a) A single positive charge



Equipotentielles (2)

- ❑ Les équipotentiels électriques sont analogues aux **courbes de niveau** sur des cartes topographiques.

(a) A single positive charge

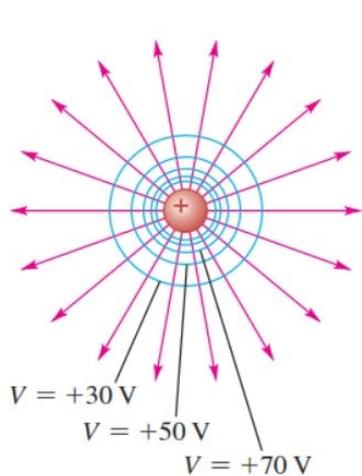


$$gh = Cst$$

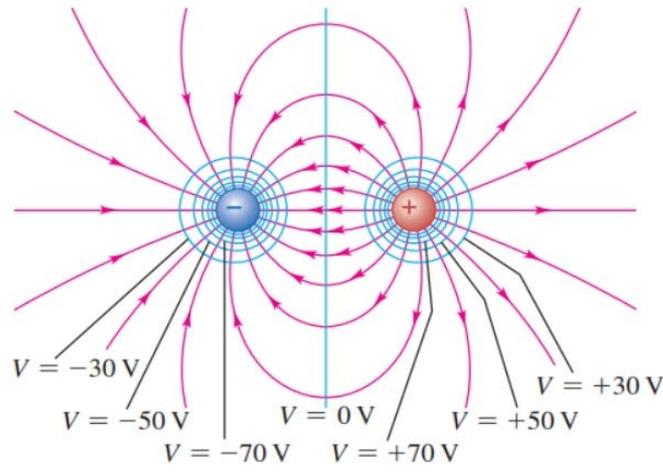
Equipotentielles (3)

- Exemples de surfaces équipotentielles:

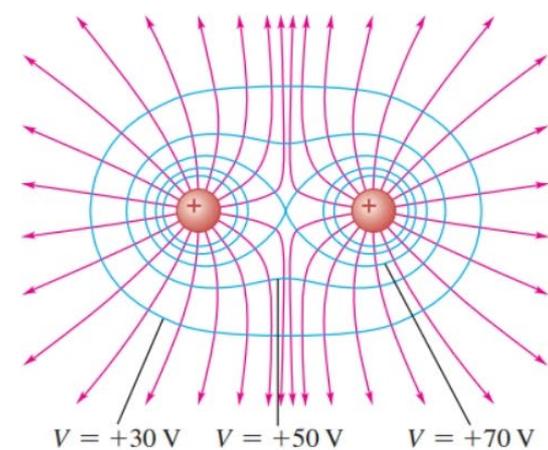
(a) A single positive charge



(b) An electric dipole



(c) Two equal positive charges

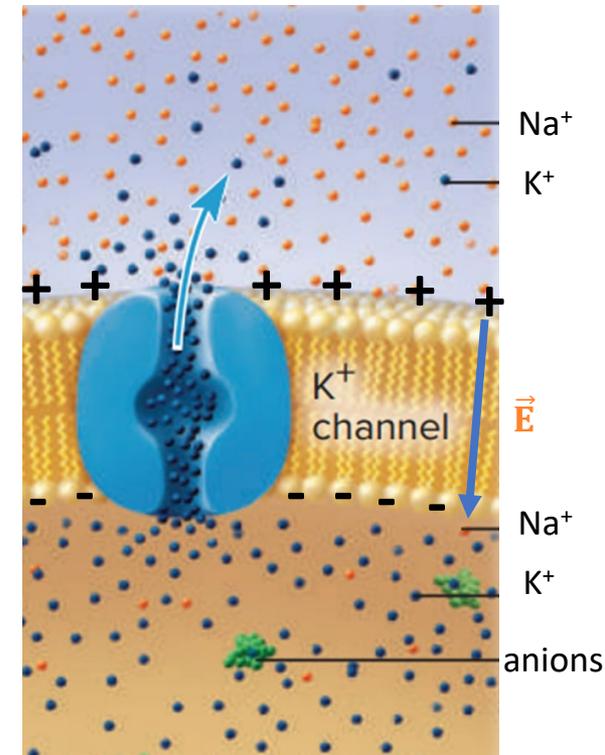


→ Electric field lines — Cross sections of equipotential surfaces

- Les équipotentielles sont nécessairement **perpendiculaires** aux lignes de **champ E**
- Là où les équipotentielles sont resserrées, le champ électrique est plus intense.

Potentiel membranaire

- ❑ Dans une cellule, les pompes sodium-potassium maintiennent une concentration de K^+ nettement plus élevée à l'intérieur de la cellule qu'à l'extérieur.
- ❑ Les canaux à K^+ transmembranaires permettent aux ions K^+ de quitter le cytoplasme, poussés par le gradient de concentration.
- ❑ Le mouvement de ces charges positives vers l'extérieur de la cellule génère une charge négative à l'intérieur de la cellule, qui se répartit sur la surface intérieure de la membrane.
- ❑ Ces charges négatives attirent des ions positifs sur la face extérieure de la membrane, et un champ électrique existe au travers de la membrane, générant une $\Delta V \sim -70 \text{ mV}$
- ❑ En réalité, d'autres ions (Cl^- , Na^+) contribuent également à ΔV



Agenda Cours 3

1. Travail et énergie
2. Energie et potentiel électriques
3. Condensateur et diélectriques
4. Courant électrique
5. Résistance électrique
6. Puissance électrique
7. Circuits RC

Condensateur

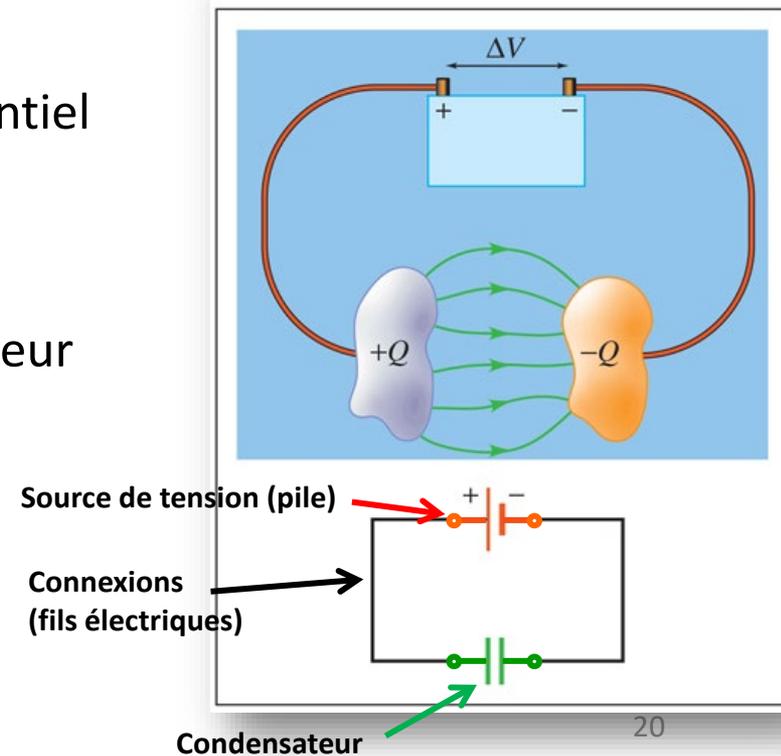
- ❑ Un condensateur est composé de deux conducteurs, appelés armatures, séparés par un isolant.
- ❑ On peut donner aux armatures du condensateur des charges et les connectant à une source de tension qui impose une différence de potentiel ΔV .
- ❑ Pour tout condensateur, la charge stockée sur l'électrode positive (Q) est égale en norme à celle stockée sur l'électrode négative ($-Q$).
- ❑ Q est **proportionnelle** à la différence de potentiel appliquée aux deux bornes du condensateur:

$$Q = C\Delta V$$

où $C = \frac{Q}{\Delta V}$ est la capacité du condensateur

- ❑ L'unité SI de capacité est le farad (F).
- ❑ 1 farad = 1 coulomb/volt

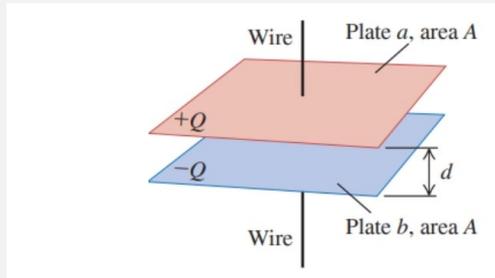
Figure 5.2



Différentes géométries

Condensateur plan

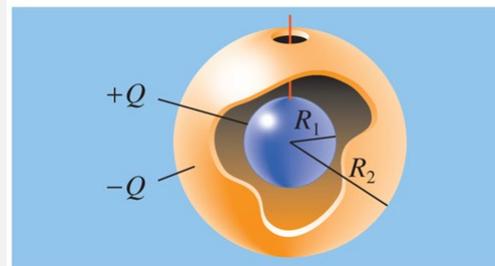
$$C = \epsilon_0 A / d$$



Condensateur sphérique

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2}{(R_2 - R_1)}$$

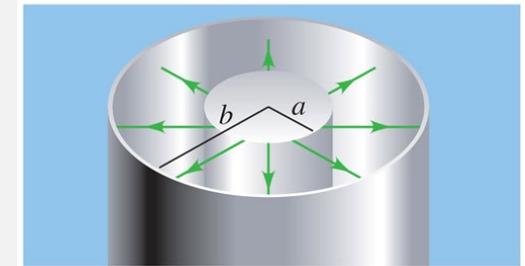
Figure 5.6



Condensateur cylindrique

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln(b/a)}$$

Figure 5.7

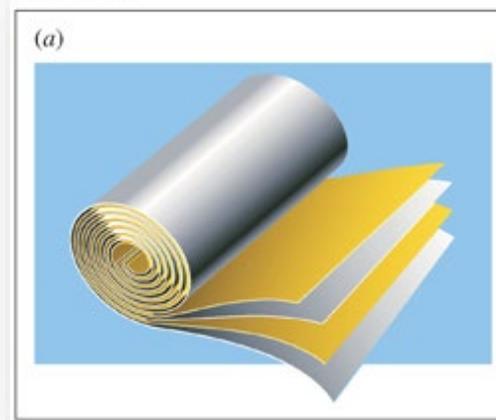


□ N'importe quelle paire de conducteurs séparés par un isolant peut former un condensateur.

En pratique



Figure 5.5



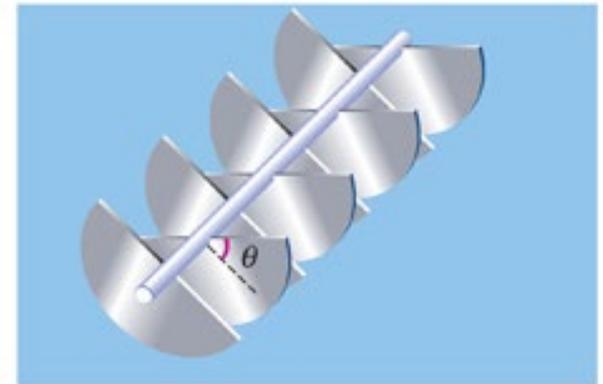
- Un condensateur plan est souvent réalisé à l'aide de deux feuilles métalliques séparées par des feuilles isolantes en plastique.

Condensateurs commerciaux

❑ Quelques exemples:



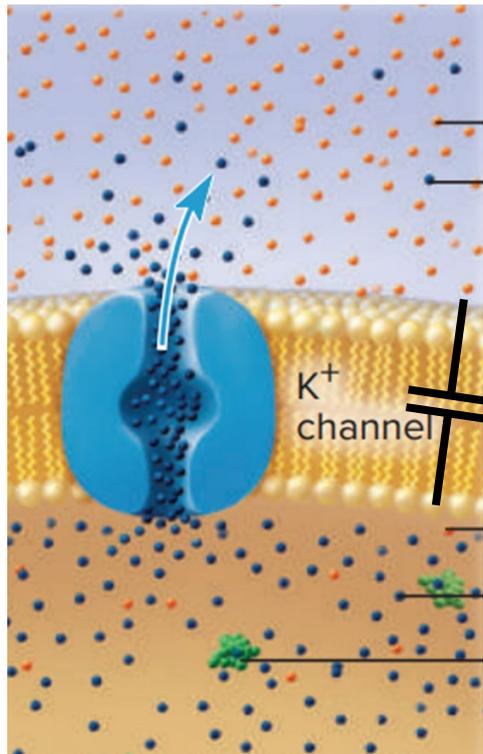
Capa variable:



Anciens postes de radio: En tournant le bouton de syntonisation du poste, on faisait varier la capacité, ce qui faisait varier la fréquence des ondes radio captées par la radio.

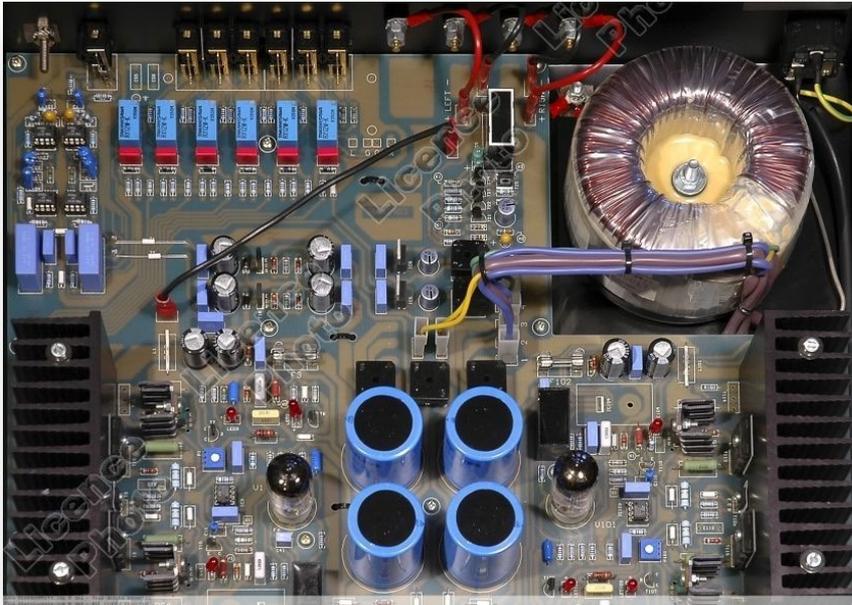
❑ Valeurs typique: 10 pF ... 1 μ F (1p = 10⁻¹²)

Condensateur naturel



□ Capacité membranaire: $0.8 \dots 1.5 \mu\text{F}/\text{cm}^2$

Utilité?



composant de base des circuits électriques
(filtrage)



Flash = décharge d'un condensateur

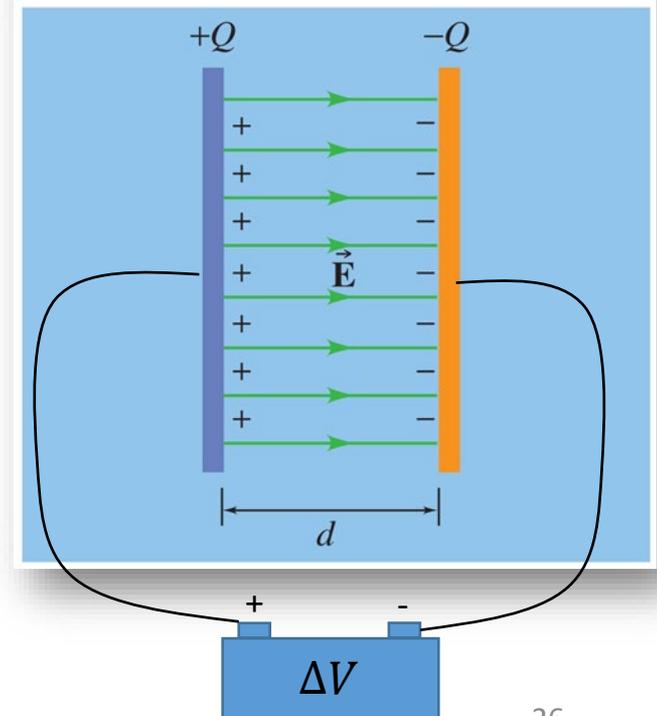
Energie stockée dans un condensateur

- ❑ Un condensateur stocke des charges à un certain niveau de potentiel électrique.
- ❑ Ces charges ont donc une énergie potentielle !
- ❑ L'énergie potentielle totale stockée dans le condensateur est égale au travail extérieur nécessaire pour charger le condensateur.
- ❑ On peut montrer que cette énergie vaut:

$$U_E = \frac{1}{2} C \Delta V^2$$

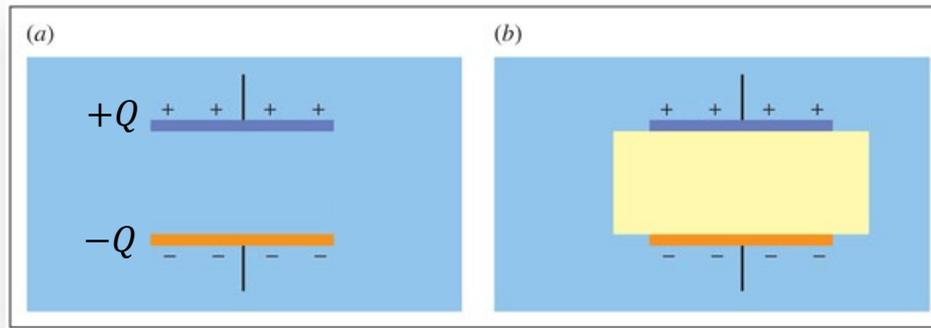
- ❑ On peut donc augmenter U_E en augmentant C ou ΔV !

Figure 5.4



Comment augmenter la capacité ?

- Lorsqu'on place un isolant (aussi appelé **diélectrique**) dans un condensateur, on constate une **augmentation** de la capacité d'un facteur κ :



$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

$$C = \kappa \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

- Le facteur κ est appelé constante diélectrique, et dépend du matériau

Matériau	Constante diélectrique (κ)
Air	1,00059
Papier	3,7
Verre	4 - 6
Paraffine	2,3
Caoutchouc	2 - 3,5
Mica	6
Eau	80

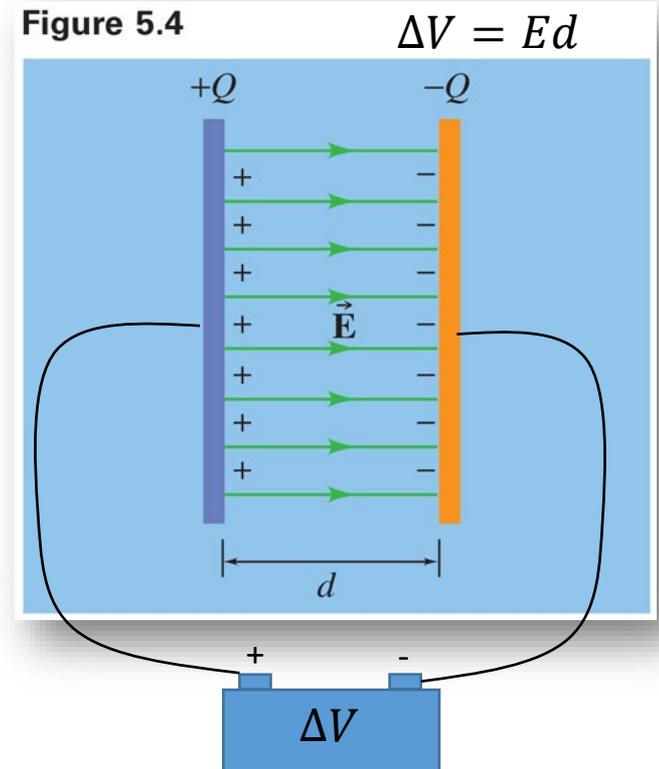
Augmenter ΔV ? Oui, mais ...

- ❑ On peut aussi augmenter l'énergie stockée dans le condensateur en augmentant la différence de potentiel appliquée.
- ❑ Mais il y a une limite: la **rigidité diélectrique**
- ❑ Si ΔV augmente, E augmente !
- ❑ Lorsque E est trop grand, le diélectrique « perce » (les électrons sont arrachés de leur noyau)



Matériau	Rigidité diélectrique (10^6 V/m)
Air	3
Papier	16
Verre	9
Paraffine	11
Caoutchouc	30
Mica	150
Eau	-

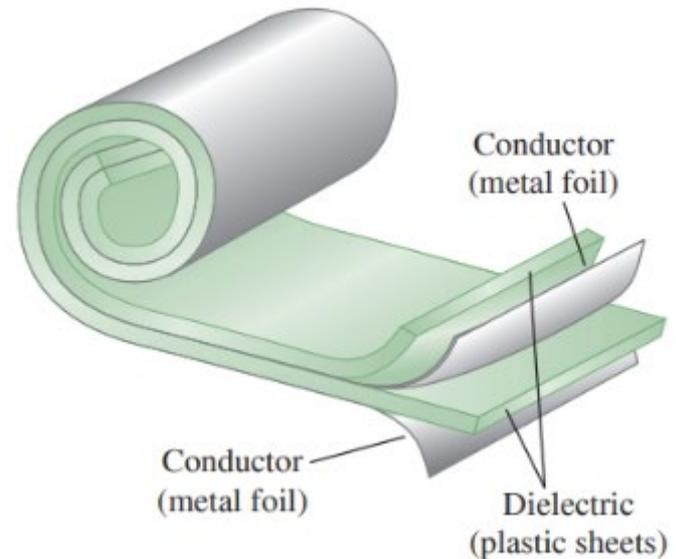
Figure 5.4



Utilité des diélectriques (résumé)

□ En résumé, les **avantages** liés à l'utilisation d'un diélectrique dans un condensateur sont les suivants:

- **intégrité et robustesse mécaniques**
- **augmentation de la capacité et de l'énergie stockée**
- **augmentation de la tension maximale d'utilisation**

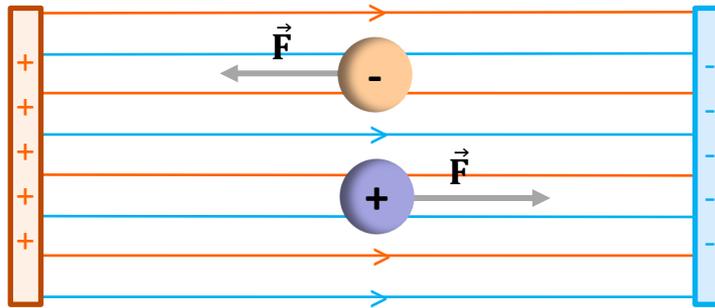


Agenda Cours 3

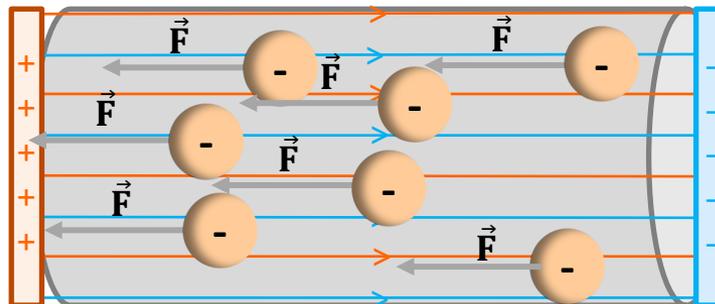
1. Travail et énergie
2. Energie et potentiel électriques
3. Condensateur et diélectriques
4. **Courant électrique**
5. Résistance électrique
6. Puissance électrique
7. Circuits RC

Conducteur en état de non équilibre électrostatique

Potentiel + élevé Potentiel + faible



$$\Delta V = Ed$$



Dans un conducteur, les électrons peuvent se déplacer sous l'effet du champ électrique

Conducteur en état de non équilibre électrostatique

□ Considérons le flux de charges $q(t)$ à travers la surface S représentée sur la figure.

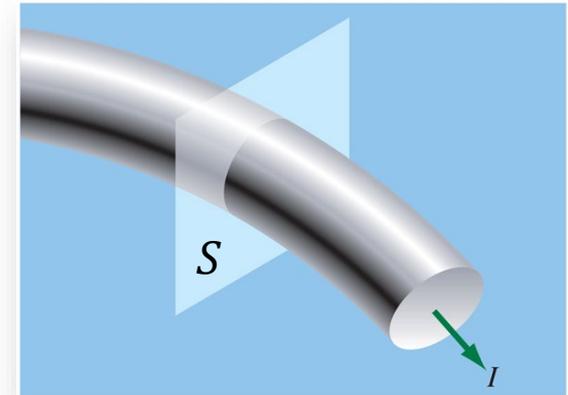
□ On définit l'intensité du courant électrique par:

$$I(t) = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

où: Δq = quantité de charge traversant S durant un temps Δt

□ L'unité SI d'intensité de courant est l'ampère (A)

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$$

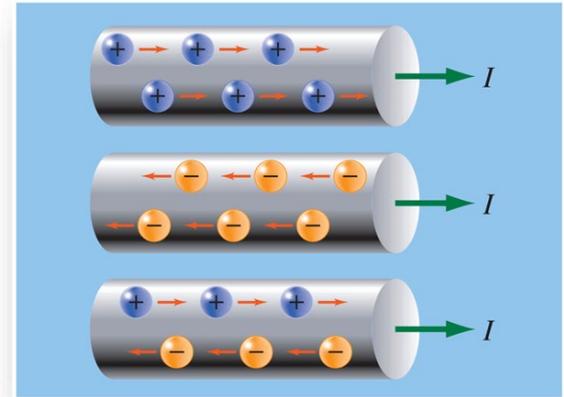
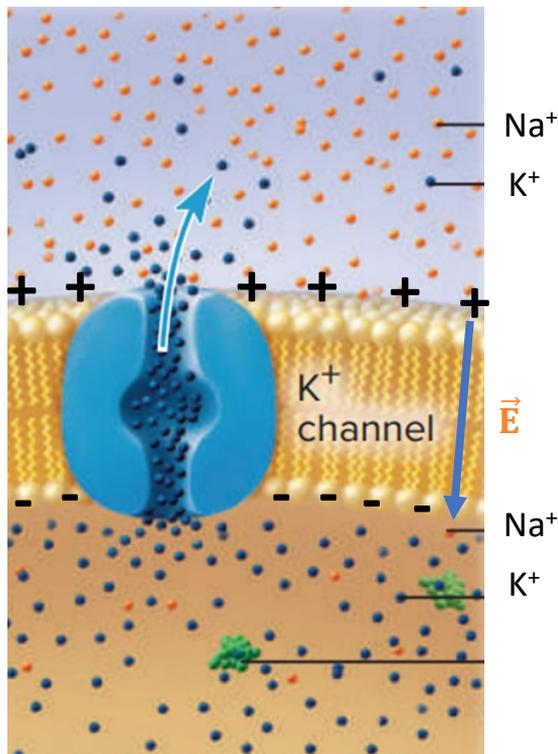


Sens conventionnel du courant

□ Un courant peut être engendré de façon équivalente:

- par un flux de particules chargées positivement dans un sens
- par un flux de particules chargées négativement dans l'autre sens
- par une combinaison des deux flux

□ Ex:



□ Le sens conventionnel du courant I est celui du mouvement des charges **positives**.

Générateur de courant

- ❑ Une différence de potentiel doit exister entre les extrémités du fil pour que les particules chargées soient entraînées à s'y déplacer.
- ❑ Cette différence de potentiel est créée par une source de tension: pile, batterie, chargeur, alternateur, ...
- ❑ Le courant circule du potentiel le plus élevé vers le potentiel le moins élevé.
- ❑ En réalité, ce sont les électrons qui se déplacent en faisant le trajet inverse

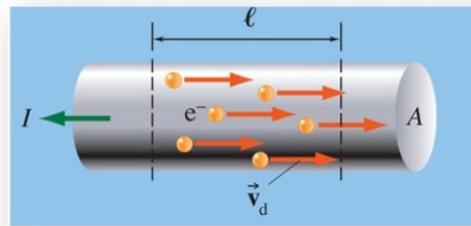
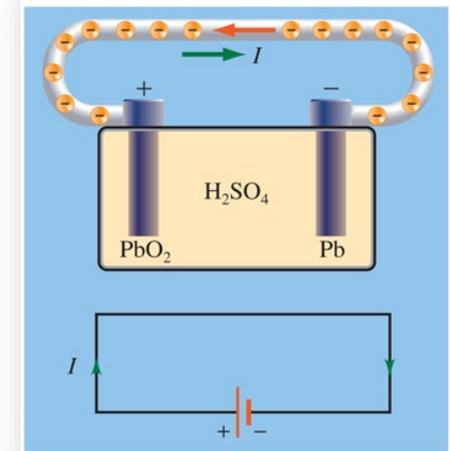


Figure 6.2



Effets du courant sur l'être humain

- ❑ 1 mA peut être ressenti
- ❑ 5 mA douloureux
- ❑ 10 mA contractions involontaires des muscles (spasmes)
- ❑ 15 mA perte du contrôle musculaire
- ❑ 70 mA fatal si passe à travers le cœur ou si perdure plus d'une seconde

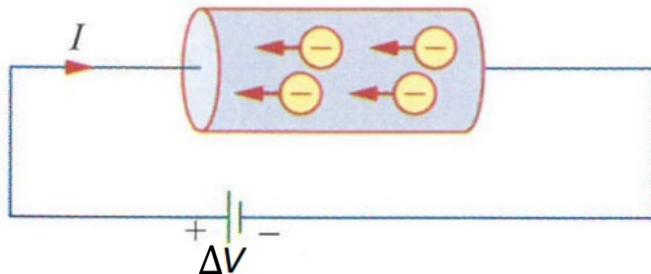
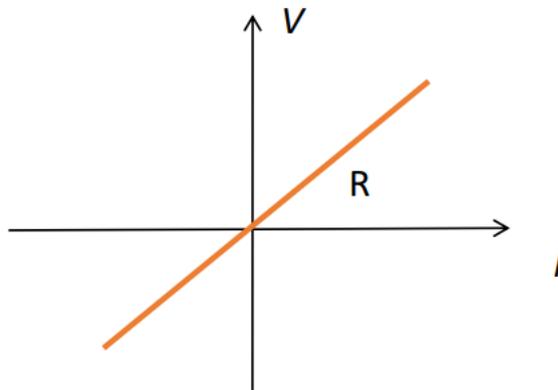


Agenda Cours 3

1. Travail et énergie
2. Energie et potentiel électriques
3. Condensateur et diélectriques
4. Courant électrique
5. **Résistance électrique**
6. Puissance électrique
7. Circuits RC

Loi d'Ohm

J'observe que dans un barreau fait d'un matériau **conducteur**, il y a un comportement **linéaire** entre la différence de potentiel appliquée entre les extrémités du barreau V et le courant qui le parcourt I . Cette relation est la **résistance électrique R** .

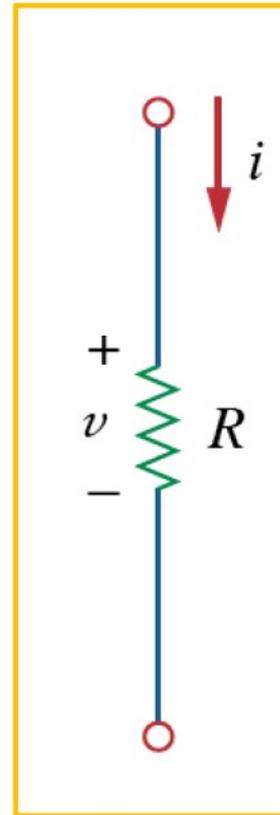


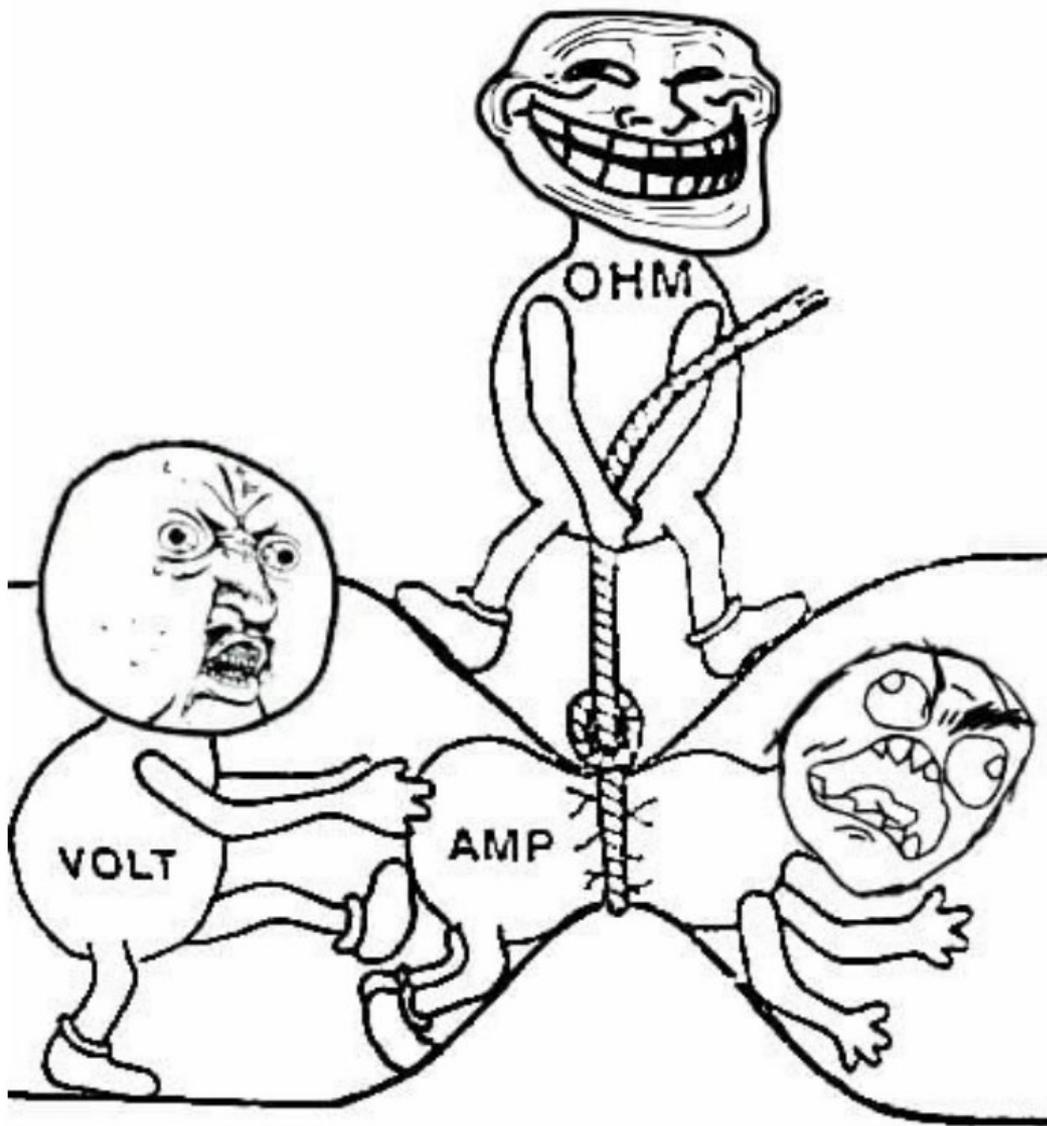
$$\Delta V = RI$$

- ❑ L'unité SI de résistance est l'ohm (Ω).
- ❑ $1 \Omega = 1 \text{ V/A}$

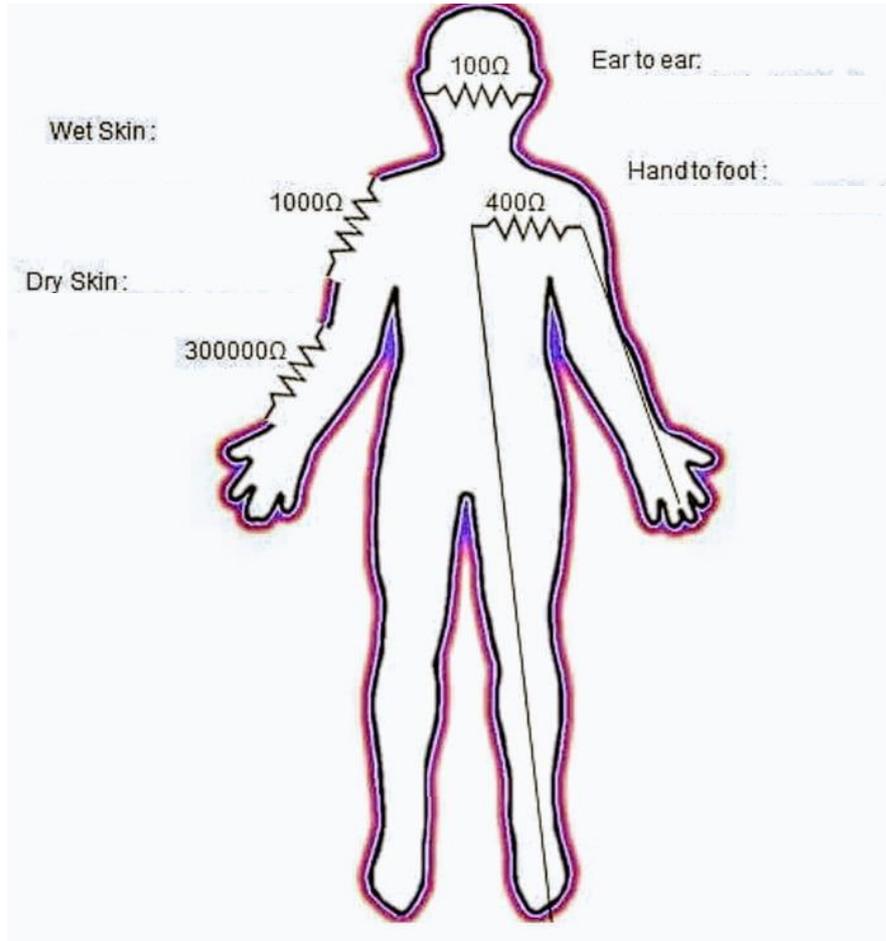
Symbole de la résistance

- ❑ Le symbole de la résistance est une forme de zigzag
- ❑ Le courant circule à travers la résistance en allant du potentiel le plus haut vers le potentiel le plus bas.
- ❑ Par abus de langage, la différence de potentiel appliquée est généralement appelée la tension aux bornes de la résistance





Résistances du corps humain

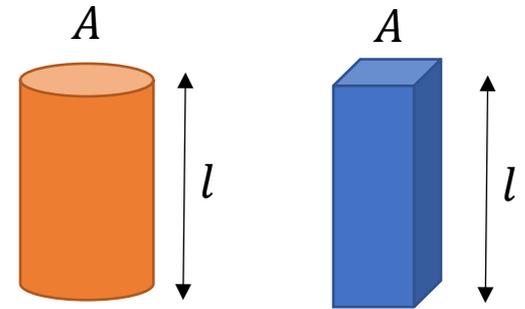


Résistivité d'un matériau

- ❑ La résistance d'un conducteur dépend :
 - du matériau dont il est fait,
 - de ses caractéristiques géométriques (dimensions et forme).

- ❑ **Loi de Pouillet:** La résistance d'un fil de longueur l et de section A équivaut à :

$$R = \frac{\rho l}{A}$$



- ❑ Où ρ est une constante de proportionnalité que l'on appelle **résistivité** et qui dépend du matériau. Unité: $\Omega \cdot m$
- ❑ On définit la conductivité comme:

$$\sigma = 1/\rho \quad \text{Unité: S/m}$$

- ❑ Un bon conducteur électrique a une faible résistivité et une conductivité élevée

Exemples de résistivité de matériaux

	Matériau	Résistivité ρ ($\Omega \cdot m$)
isolants	Mica	2×10^{15}
	Verre	$10^{12} - 10^{13}$
	Caoutchouc dur	10^{13}
semi-conducteurs	Silicium	2200
	Germanium	0,45
conducteurs	Nichrome	$1,2 \times 10^{-6}$
	Manganin	44×10^{-8}
	Acier	40×10^{-8}
	Platine	11×10^{-8}
	Aluminium	$2,8 \times 10^{-8}$
	Cuivre	$1,7 \times 10^{-8}$
	Argent	$1,5 \times 10^{-8}$

Exemples de résistances

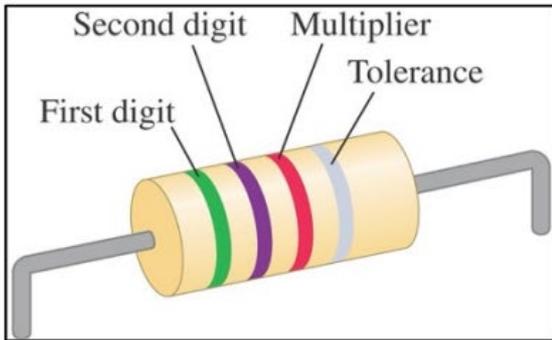


Table 25.3 Color Codes for Resistors

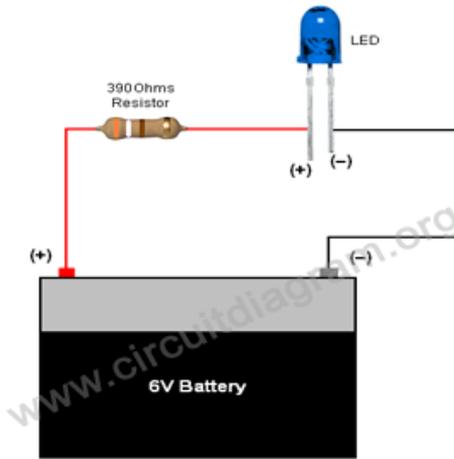
Color	Value as Digit	Value as Multiplier
Black	0	1
Brown	1	10
Red	2	10 ²
Orange	3	10 ³
Yellow	4	10 ⁴
Green	5	10 ⁵
Blue	6	10 ⁶
Violet	7	10 ⁷
Gray	8	10 ⁸
White	9	10 ⁹



« SMD »

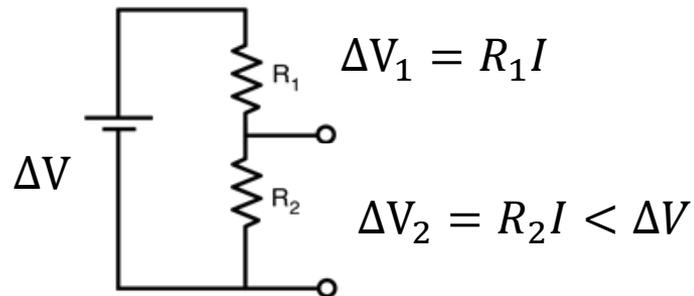
Utilité

- On peut utiliser une résistance pour
 - agir sur l'intensité du courant qui circule dans une portion d'un circuit électrique,



- ajuster la valeur du potentiel à l'endroit d'un circuit,

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$



Agenda Cours 3

1. Travail et énergie
2. Energie et potentiel électriques
3. Condensateur et diélectriques
4. Courant électrique
5. Résistance électrique
6. Puissance électrique
7. Circuits RC

Puissance électrique

- ❑ Lorsqu'une source de tension génère une source de potentiel ΔV et débite un courant I elle fournit une puissance au circuit donné par:

$$P = \Delta V \cdot I$$

- ❑ P s'exprime en Watt (W) = J/s
- ❑ Cette puissance est absorbée par le circuit et convertie en puissance utile
- ❑ La puissance d'un appareil électrique désigne la quantité d'énergie électrique qu'il consomme par unité de temps



1~2 kW



30~100 W



5~10 W

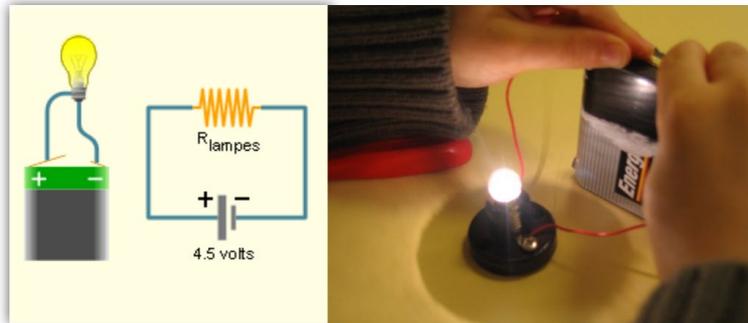
Puissance électrique

- La puissance fournie au circuit est convertie en puissance utile

puissance mécanique



puissance lumineuse

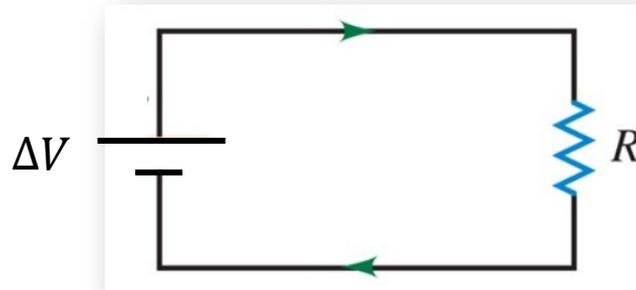


puissance thermique



Effet Joule

- Si l'on connecte une source de tension à une résistance un courant circule



$$I = \frac{\Delta V}{R}$$

- La puissance fournie à la résistance vaut:

$$P = \Delta V \cdot I = \Delta V \cdot \left(\frac{\Delta V}{R} \right) = \frac{\Delta V^2}{R}$$
$$P = \Delta V \cdot I = (RI) \cdot I = RI^2$$

- Où s'en va cette puissance ?

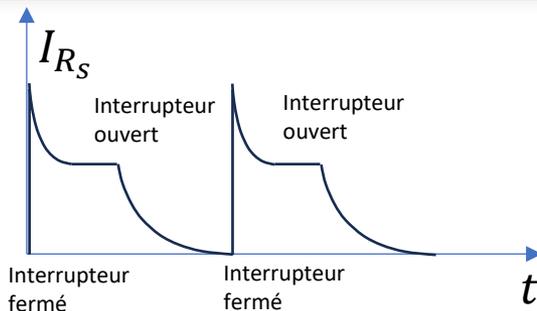
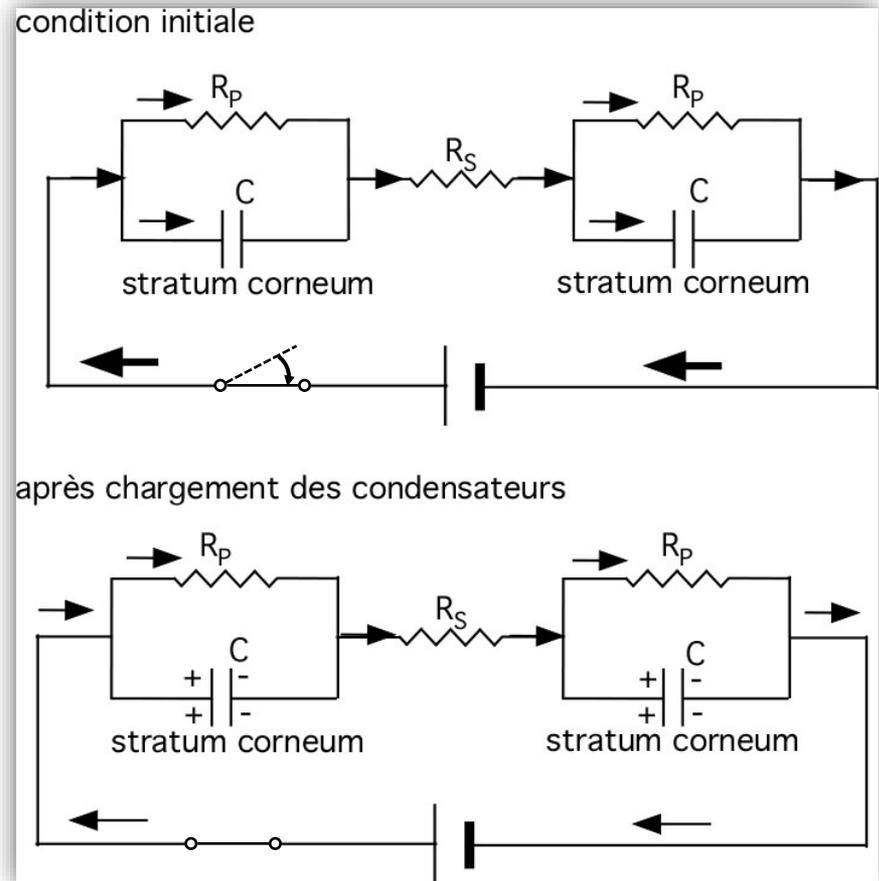
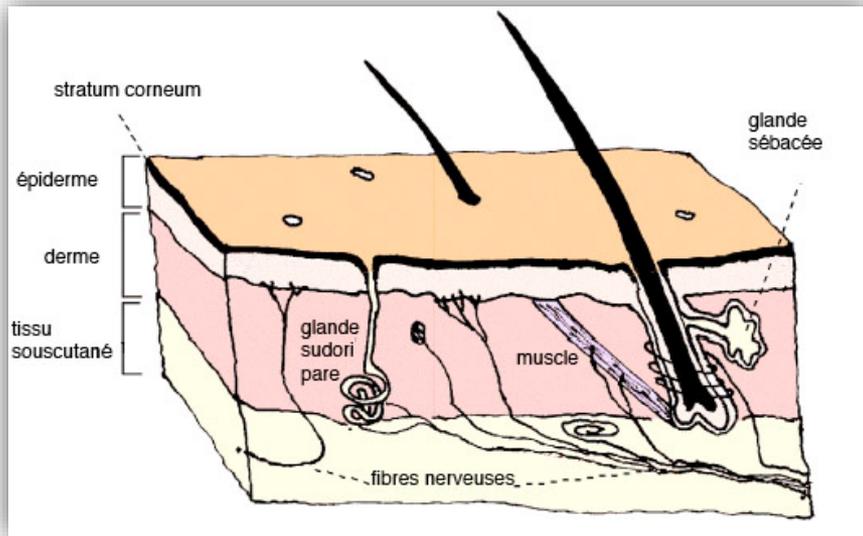
➔ Dans un milieu résistif, les électrons en mouvement entrent en collision avec les atomes du fil. Ce faisant, ils perdent de l'énergie, qui est convertie en lumière et chaleur (Effet Joule)

Agenda Cours 3

1. Travail et énergie
2. Energie et potentiel électriques
3. Condensateur et diélectriques
4. Courant électrique
5. Résistance électrique
6. Puissance électrique
7. Circuits RC

Circuits RC

- ❑ Beaucoup de circuits dans la vie de tous les jours comportent des condensateurs et des résistances.
- ❑ Ex: La peau et la stimulation transcutanée



Circuits RC

□ Ex: Défibrillateur cardiaque

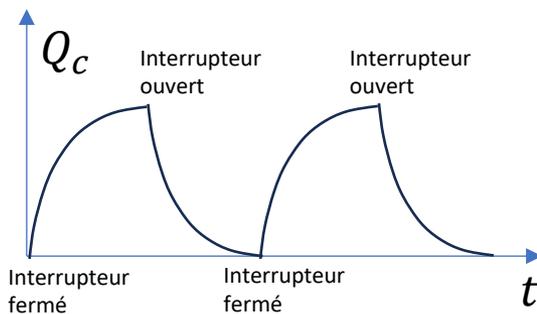
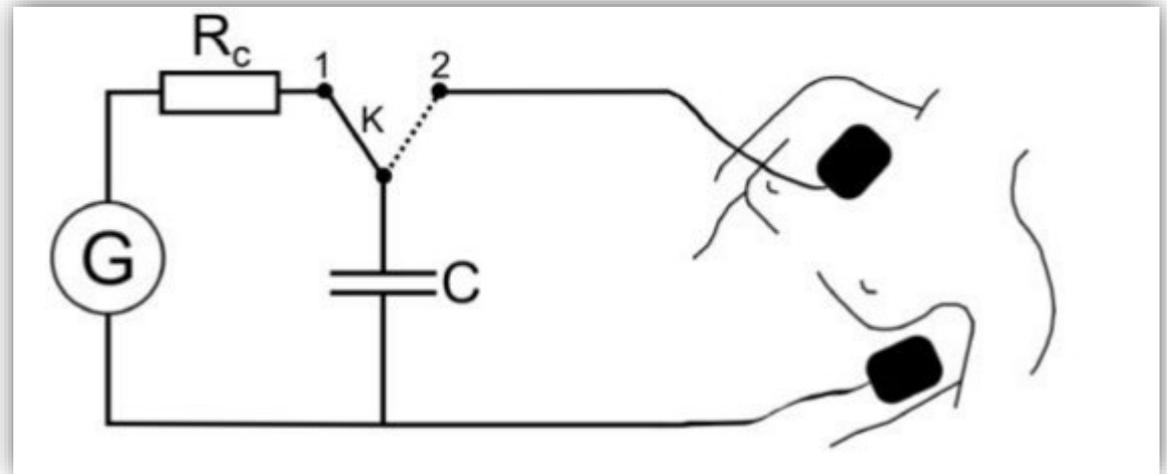
Le condensateur se charge lorsqu'il est en position 1.

Il se décharge en faisant circuler un courant dans le corps lorsqu'il est en position 2.

$$V_G \sim 1kV$$

$$C \sim 500 \mu F$$

$$Q = CV_G \sim 0.5 C !!$$



Synthèse du cours (1)

- ❑ A la force électrique on peut associer une **énergie potentielle électrique** (U_e), qui représente le travail extérieur qu'il faut imposer à une charge q pour la placer en un point de l'espace en **présence d'un champ électrique**. U_e est proportionnelle à q .
- ❑ Le potentiel électrique est également défini en tout point de l'espace et est défini tel que: $V = \frac{U_e}{q}$. Il ne dépend donc plus de la charge, mais uniquement de la **position** dans l'espace.
- ❑ Les concepts d'énergie potentielle et de potentiel sont des **grandeurs scalaires**, plus simples à manipuler que les concepts de force et de champ qui sont des **grandeurs vectorielles**.
- ❑ Connaître le potentiel en chaque point d'un espace donné équivaut à connaître le champ électrique en chacun de ces points. En effet, on peut calculer l'un en fonction de l'autre: la différence de potentiel est donnée par **l'intégrale de ligne du champ électrique** entre ces points.
- ❑ Les **équipotentiels** sont des surfaces qui relient tous les points de l'espace ayant le même potentiel électrique.

Synthèse du cours (2)

- ❑ Les **lignes de champ** électrique sont orientées dans le sens des **potentiels décroissants** et sont perpendiculaires aux **surfaces équipotentielles**.
- ❑ Comme le champ électrique est nul à l'intérieur d'un **conducteur**, il forme une **équipotentielle**.
- ❑ A cause des échanges ioniques **membranaires** entre l'intérieur et l'extérieur d'une cellule, il existe une **différence de potentiel** de -70 mV entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule.
- ❑ Un **condensateur** est un dispositif à deux armatures séparées par un isolant permettant de **stocker des charges**.
- ❑ Lorsqu'une tension V est appliquée entre les deux conducteurs d'un condensateur des charges **d'amplitudes Q identiques mais de signes opposés** apparaissent sur les conducteurs.
- ❑ **Q est proportionnelle à V : $Q = CV$** . Le facteur de proportionnalité C est défini comme étant la **capacité** du condensateur, et peut donc se calculer en connaissant Q et V :

$$C = Q/V$$

Synthèse du cours (3)

- ❑ La valeur de la capacité dépend uniquement de la **géométrie** des conducteurs et du **milieu** qui remplit l'espace entre les conducteurs.
- ❑ Pour un condensateur formé de **deux plaques parallèles** dans le vide de surface A et séparés d'une distance d , la capacité est donnée par: $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$
- ❑ **L'énergie** stockée dans une capacité est égale au **travail** qu'il faut effectuer pour la charger avec une charge Q et une tension V .
- ❑ Cette **énergie** est donnée par $U_e = \frac{1}{2} C \Delta V^2$.
- ❑ Une des utilités des condensateurs est de pouvoir stocker, et donc aussi libérer, une **grande quantité de charges en un court instant** (ex: flash lumineux).
- ❑ Un **matériau diélectrique** est un isolant qui ne conduit pas le courant.
- ❑ Lorsque **l'espace entre les conducteurs** d'un condensateur chargé est rempli d'un matériau **diélectrique**, sa **capacité** est **augmentée** d'un facteur K . Le facteur K est appelé **permittivité relative** du matériau.

Synthèse du cours (4)

- ❑ Si le champ électrique traversant un diélectrique deviant trop important, ce champ est capable d'arracher des électrons à leur noyau et des charges peuvent traverser le diélectrique. Ce phénomène s'appelle le **claquage** du diélectrique, et se produit lorsque le champ électrique dépasse un seuil appelé ***rigidité diélectrique***.
- ❑ Le **courant électrique** est la quantité de charge qui traverse la section d'un conducteur par unité de temps. Par convention, le courant électrique représente le déplacement des charges **positives**.
- ❑ D'après la **loi d'Ohm**, la différence de potentiel entre les bornes d'une **résistance** est directement proportionnelle au courant qui le traverse: $\Delta V = RI$, où R est la valeur de la résistance. Plus la résistance est faible, plus les charges ont de la facilité à circuler dans le dispositif.
- ❑ Les différentes **parties du corps humain** (peau, organes, ...) présentent des valeurs de résistance qui varient.
- ❑ La **résistance** d'un conducteur dépend de la **résistivité** du matériau, de sa longueur et de sa section.
- ❑ La **puissance électrique** dissipée dans un circuit est le produit du courant et de la différence de potentiel qui lui est imposée.

Synthèse du cours (5)

- ❑ La puissance électrique peut varier de **plusieurs ordres de grandeur** en fonction des outillages ou équipements considérés.
- ❑ Dans un élément **résistif**, **l'énergie** fournie par la source de tension aux électrons est perdue par **collisions** successives avec les atomes du matériau et convertie en lumière ou chaleur. On appelle cela ***l'effet Joule***.
- ❑ Lorsqu'un circuit contient des condensateurs et des résistances, les condensateurs se **chargent et se déchargent** avec un certain temps qui dépend des capacités et résistances en jeu.
- ❑ Un **défibrillateur cardiaque** est composé d'un **condensateur** de capacité élevée que l'on charge dans un premier temps, puis décharge dans un second temps au travers du corps d'un patient afin de réanimer les muscles cardiaques.