

TITRE DE LA LEÇON : LES CONDENSATEURS

Discipline : Sciences physiques

Sous-discipline : physique

Cycle : Lycée

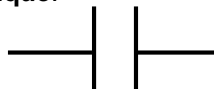
Niveaux : première

• Rappel synthétique du cours

Définition

Un condensateur est l'ensemble formé par deux conducteurs dont les surfaces en regard sont parallèles, très proches l'une de l'autre et séparées par un isolant. Les deux conducteurs sont les **armatures** du condensateur, et l'isolant le **diélectrique**.

Schéma conventionnel :



Fonctionnement

Lorsqu'on crée une différence de potentiel U entre les armatures d'un condensateur, des quantités d'électricité $+Q$ et $-Q$ apparaissent sur les faces internes des armatures ; leur valeur absolue Q constitue la charge du condensateur.

Capacité

La capacité d'un condensateur est :

$$C = \frac{Q}{U}$$

Avec U la tension en (V), Q sa charge en (C) et C sa capacité en farad (F).

Dans le cas d'un condensateur plan, la capacité est proportionnelle à la surface (S) commune aux armatures en regard, et inversement proportionnelle à l'épaisseur (e) qui les sépare :

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{e}$$

Avec $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$ la permittivité du vide et ϵ_r la permittivité relative du milieu par rapport au vide ou constante diélectrique du milieu, S en (m^2), e en (m) et C en (F).

ϵ_r est un nombre essentiellement supérieur à 1. Mais pour le vide, $\epsilon_r = 1$.

Énergie d'un condensateur chargé

L'énergie emmagasinée par un condensateur s'écrit :

$$E_\epsilon = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \text{ ou } E_\epsilon = \frac{1}{2} C \times U^2, \text{ ou encore } E_\epsilon = \frac{1}{2} Q \times U.$$

Avec $Q = C \cdot U$ et W en joule (J), C en (F), U en (V) et Q en (C).

Association de condensateurs

- Lorsque des condensateurs sont montés en parallèle, leurs capacités s'ajoutent. Dans le cas de trois condensateurs de capacités respectives C_1 , C_2 et C_3 ; la capacité équivalente de l'association est $C_{\text{éq}} = C_1 + C_2 + C_3$. D'une manière générale, $C_{\text{éq}} = \sum_{i=1}^n C_i$.
- Lorsque des condensateurs sont montés en série, l'inverse de la capacité équivalente est égal à la somme des inverses des capacités de chaque condensateur. Dans le cas de trois condensateurs de capacités respectives C_1 , C_2 et C_3 , la relation s'écrit : $\frac{1}{C_{\text{éq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$. D'une manière générale,

$$\frac{1}{C_{\text{éq}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

• Exercice résolu

- 1- Un condensateur de capacité $C = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ est chargé sous une tension $U = 1\,000 \text{ V}$, puis isolé.
 - a- Calcule la charge du condensateur.
 - b- Trouve l'énergie emmagasinée par ce condensateur.
- 2- Calcule la capacité équivalente d'une association des trois condensateurs montés en série et de capacités respectives $C_1 = 2,0 \mu\text{F}$, $C_2 = 5,0 \mu\text{F}$ et $C_3 = 10 \mu\text{F}$. On donne : $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$.

Solution

1- a) Je calcule la charge du condensateur à partir de la formule $Q = C \cdot U = 2 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.

b) Je trouve l'énergie emmagasinée à partir de la formule $W = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U$, ou $W = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$, ou encore

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2. \text{ AN : } W = 1 \text{ J.}$$

2- Je calcule l'inverse de la capacité équivalente : $\frac{1}{C_{\text{éq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = 8,0 \cdot 10^5$. Je déduis la capacité équivalente : $C_{\text{éq}} \approx 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$

• **Exercice d'application**

Un condensateur plan à air possède les caractéristiques suivantes : capacité $C = 5,0 \cdot 10^{-4} \mu\text{F}$, épaisseur de la lame d'air : $e = 1 \text{ cm}$. On donne : $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$.

- 1- Calcule la surface commune des armatures en regard.
- 2- Trouve la capacité du condensateur que l'on obtiendrait en remplaçant l'air par du verre de permittivité relative $\epsilon_r = 6,0$.
- 3- On établit entre les armatures du condensateur à air, la tension $U = 100 \text{ V}$.
 - a- Calcule la charge du condensateur.
 - b- Trouve l'énergie emmagasinée.

Corrigé

1- Calcul de la surface des armatures : $C = \epsilon_0 \frac{S}{e}$ ce qui entraîne $S = \frac{C \cdot e}{\epsilon_0} = 0,56 \text{ m}^2$.

2- Capacité du condensateur ayant du verre comme diélectrique :

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{e} = 3,0 \cdot 10^{-9} \text{ F}.$$

3- a) Charge du condensateur : $Q = C \cdot U = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.

b) Énergie emmagasinée : $W = \frac{1}{2} Q \cdot U = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ J}$