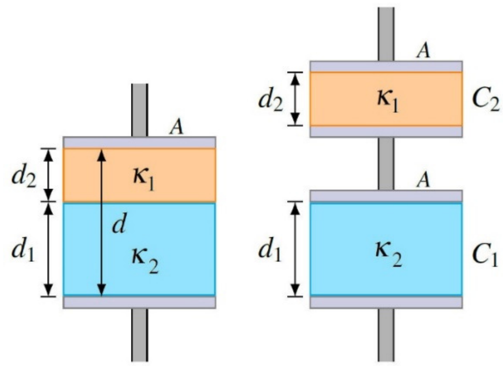
Le calcul de la capacité quand les Diélectriques qui n'occupent pas tout l'espace entre les armatures

Il peut arriver que le diélectrique n'occupe pas tout l'espace entre les armatures, ou qu'il y ait plusieurs types de diélectriques entre les armatures. Les règles des condensateurs en série et en parallèle nous permettent alors de connaitre la capacité du condensateur dans ce cas.

Si les diélectriques sont en couche une au-dessus de l'autre entre les plaques, on va séparer le condensateur en condensateurs en série. Attention, la distance entre les plaques diminue quand on sépare le condensateur de cette façon, mais l'aire des plaques reste la même.

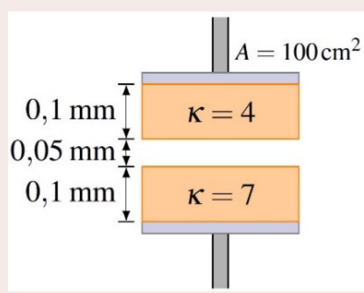


On va obtenir le même résultat puisque, pour des charges identiques sur les plaques, la différence de potentiel entre les plaques la plus basse et la plus haute sur la figure de droite est la même que celle entre les plaques de la figure de gauche, car il n'y a pas de différence de potentiel dans le morceau de conducteur qu'on a ajouté pour séparer le condensateur en deux.

On peut alors calculer la capacité de chacun de ces condensateurs avec la loi donnant la capacité d'un condensateur complètement empli de diélectrique. On utilise ensuite la règle d'addition des condensateurs en série pour trouver la capacité totale.

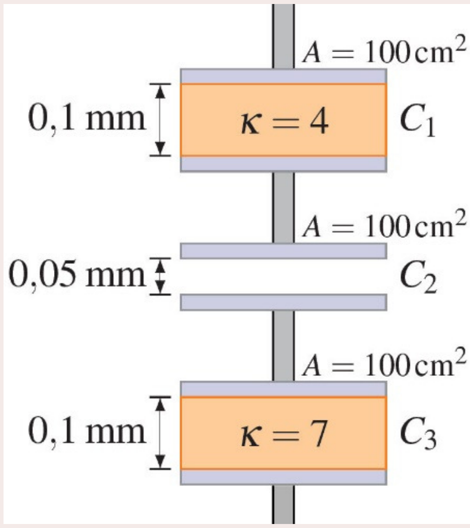
Exemple

Quelle est la capacité du condensateur représenté sur la figure de droite ?



On va séparer ce condensateur en trois condensateurs en série tel qu'illustré sur la figure de gauche.

Les capacités des trois condensateurs sont



$$C_1 = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$
$$= 4 \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{0,01m^2}{0,0001m}$$
$$= 3,542nF$$

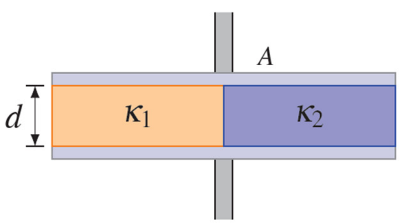
$$C_2 = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$$
$$= \varepsilon_0 \cdot \frac{0,01m^2}{0,00005m}$$
$$= 1,771nF$$

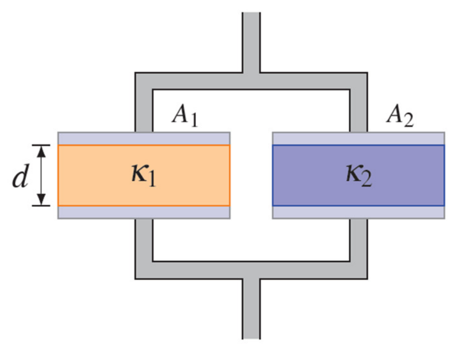
$$C_3 = \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d}$$
$$= 7 \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{0,01m^2}{0,0001m}$$
$$= 6,198nF$$

La capacité équivalente est donc

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{3,542nF} + \frac{1}{1,771nF} + \frac{1}{6,198nF}$$
$$C = 0,992nF$$

Si les diélectriques sont l'un à côté de l'autre entre les plaques, on va séparer le condensateur en deux condensateurs en parallèle. Attention, les grandeurs des plaques diminuent quand on sépare le condensateur de cette façon, mais la distance entre les plaques reste la même.

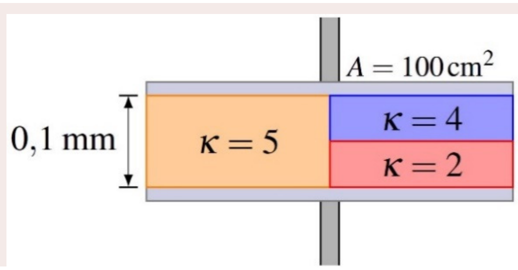




Exemple

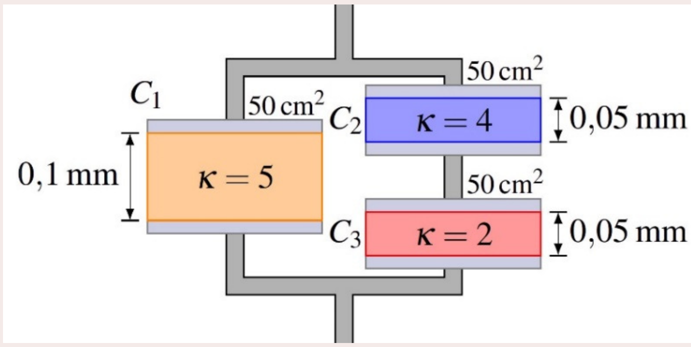
Quelle est la capacité du condensateur représenté sur cette figure ?

(La moitié de la largeur du condensateur est occupée par un diélectrique avec κ = 5, et



l'autre moitié de la largeur est occupée, pour une moitié de l'épaisseur, par un diélectrique avec $\kappa = 4$ et, pour l'autre moitié de l'épaisseur, par un diélectrique avec $\kappa = 2$.)

On va séparer ce condensateur en trois condensateurs pour obtenir la solution. Les capacités de ces 3 condensateurs sont



$$\begin{aligned} C_1 &= \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d} \\ &= 5 \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{0,005m^2}{0,0001m} \\ &= 2,214nF \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2 &= \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d} \\ &= 4 \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{0,005m^2}{0,00005m} \\ &= 3,542nF \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_3 &= \kappa\varepsilon_0 \frac{A}{d} \\ &= 2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{0,005m^2}{0,00005m} \\ &= 1,771nF \end{aligned}$$

On a alors deux condensateurs (2 et 3) en série. La capacité équivalente est

$$\frac{1}{C_{eq2-3}} = \frac{1}{3,542nF} + \frac{1}{1,771nF}$$
$$C_{eq2-3} = 1,181nF$$

Ce condensateur équivalent est finalement en parallèle avec le condensateur 1. La capacité est donc

$$\begin{aligned} C &= C_1 + C_{eq2-3} \\ &= 2,214nF + 1,181nF \\ &= 3,395nF \end{aligned}$$