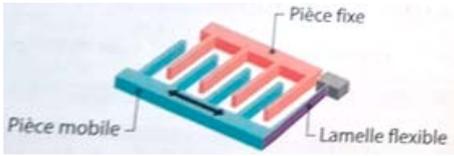


Airbag et condensateur

Les accéléromètres sont utilisés dans les voitures pour détecter des variations brutales de vitesse liées à des chocs et déclencher des airbags. Un accéléromètre capacitif est constitué de deux pièces en forme de peignes, sans contact entre elles (schémas A).

A. Fonctionnement de l'accéléromètre et déclenchement d'un airbag

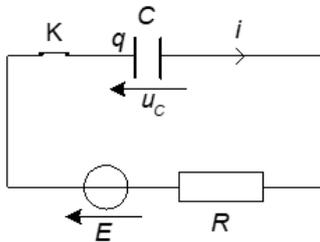
Les deux pièces face à face forment un condensateur



En absence de choc : les deux pièces (dents) sont immobiles.

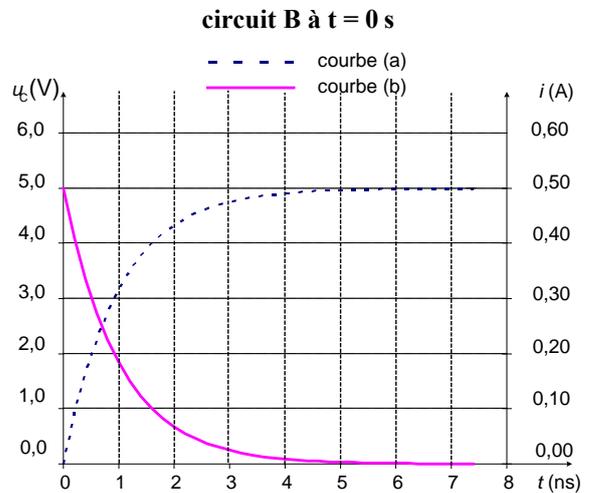
Lors d'un choc : la pièce mobile se déplace et modifie la capacité du condensateur. Cette variation est détectée et déclenche le gonflage de l'airbag.

B. Circuit permettant l'étude du principe du capteur

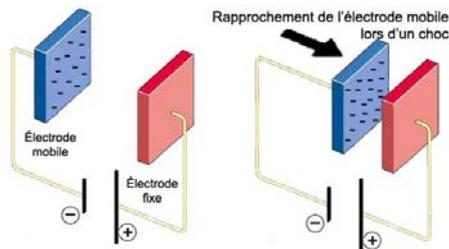


Un condensateur de capacité $C=100\text{ pF}$, initialement déchargé, est associé à une source de tension E et un conducteur ohmique.

C. Grandeurs électriques après fermeture de l'interrupteur K du circuit B à $t = 0\text{ s}$



D. Rapprochement des armatures lors d'un choc



a. avant le choc

b. pendant le choc

PARTIE 1 : Comportement en l'absence de choc :

La mise sous tension de l'accéléromètre revient à fermer l'interrupteur K du circuit B.

Le condensateur est déchargé avant la fermeture de l'interrupteur. A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

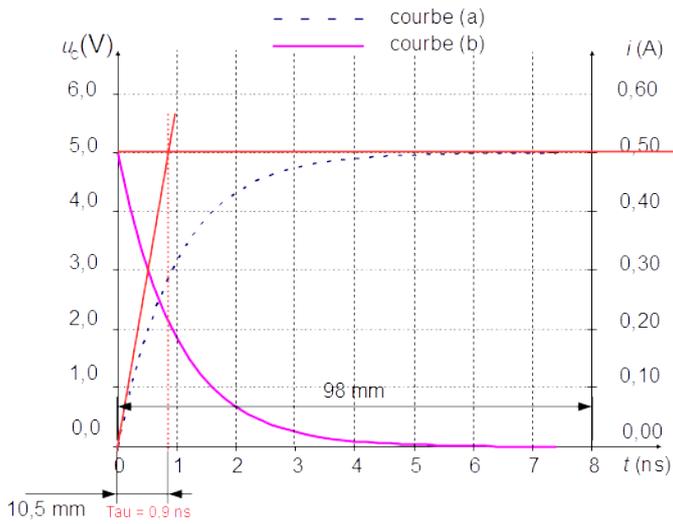
1. Le condensateur du circuit B, possède-t-il une capacité usuelle ?

La capacité usuelle du condensateur est $C = 100\text{ pF}$

2. Sur le graphique C, identifier, en justifiant qualitativement, La courbe correspondant à la tension u_c et celle correspondant à l'intensité i .

Le condensateur est déchargé avant la fermeture de l'interrupteur. A l'instant $t = 0$ donc $u_c(t) = 0$. On ferme l'interrupteur. u_c est croissant (courbe a = $u_c(t)$) et i est décroissant (courbe b = $i(t)$)

3. a. Déterminer graphiquement le temps **caractéristique** de la charge du dipôle RC.



On trouve graphiquement

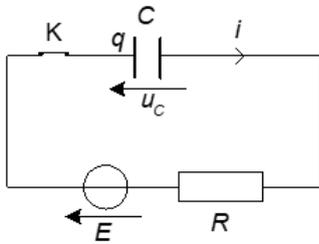
$$\text{constante de temps : } \tau = RC = 0,9 \text{ ns}$$

On peut aussi utiliser 63% de la valeur final 5,0V = 3,15 V

b. Comparer ce temps à la durée d'un choc de l'ordre de 200 ms.

$$\frac{200}{0,9} \approx 220 \text{ fois plus rapide}$$

4. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur lors de sa charge.



$$i(t) = C \frac{du_c(t)}{dt} \text{ et } u_c(t) = E - R \times i(t)$$

$$u_c(t) = E - R \times C \frac{du_c(t)}{dt}$$

$$\tau \times \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = E$$

5. La résoudre en faisant apparaître le temps caractéristique.

Régime transitoire : $\tau \times \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = 0$ à pour solution générale sans second membre : $u_c(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}}$

Régime permanent : $u_c(t) = E$ est une solution particulière

Solution générale $u_c(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}} + E$ avec pour condition initiale : $u_c(0) = 0$ donc $A + E = 0$ soit $A = -E$

$$u_c(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

6. En déduire un ordre de grandeur de R.

$$\tau = RC = 0,9 \text{ ns} \text{ donc } R = \frac{\tau}{C} = \frac{0,9 \times 10^{-9}}{100 \times 10^{-12}} \approx 9 \Omega. \text{ Ordre de grandeur } 10 \Omega$$

7. Montrer que le graphique du document C permet de retrouver cet ordre de grandeur.

	$A t = 0^+, i(0^+) = 0,50 \text{ A et } E = 5,0\text{V} \text{ donc } R = \frac{E}{i(0^+)} = \frac{5,0\text{V}}{0,50\text{A}} \approx 10\Omega$
--	---

PARTIE 2 : Comportement en cas de choc

Le rapprochement des deux armatures provoquées par un choc entraîne une augmentation de la capacité du condensateur (schéma D).

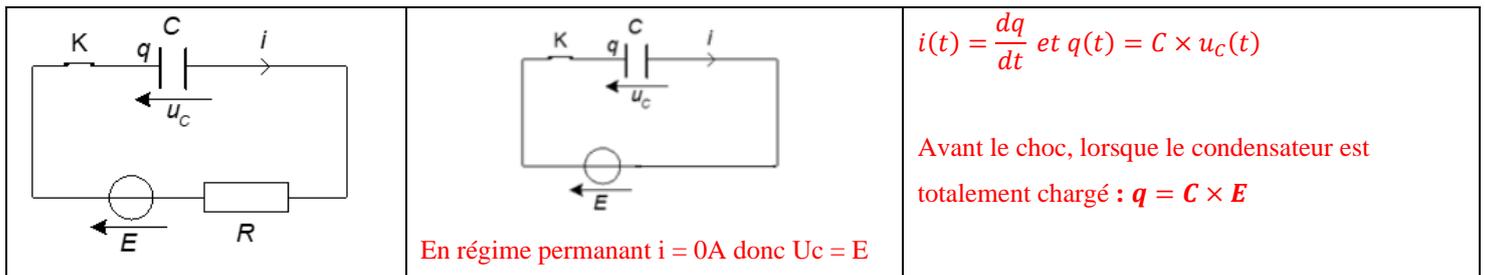
1. Parmi les deux expressions suivantes, choisir en justifiant celle qui peut convenir :

$$C = k \times d$$

$$C = \frac{k}{d}$$

D'après le texte : " *Le rapprochement des deux armatures provoquées par un choc entraîne une augmentation de la capacité du condensateur*" donc on choisit $C = \frac{k}{d}$.

2. Rappeler l'expression de la tension u_C et de la charge q du condensateur avant le choc, en fonction de E (on peut s'aider du schéma du circuit).



3. Montrer que lors d'un choc, des charges électriques sont mises en mouvement dans le circuit électrique et identifier le sens de leur déplacement.

Avant le choc : $i(t) = \frac{dq}{dt} = 0$ donc $dq = 0$

Lors du choc, les deux armatures du condensateur **se rapprochent ce qui** provoque une **augmentation de la capacité C**.

⇒ la charge $q(t) = C \times u_C(t)$ augmente ⇒ **un courant transitoire apparaît**.

Des charges sont **mises en mouvement** dans le circuit.

Le **sens du courant** est le même que pendant la charge du condensateur, c'est-à-dire **du plus vers le moins de la source** à travers la résistance.