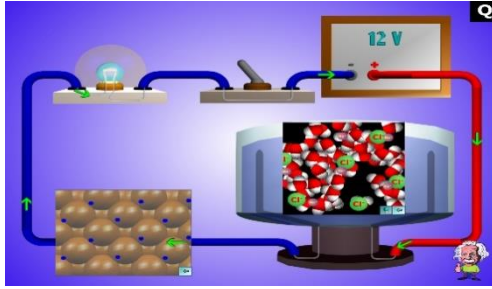


Rappel :**Le courant électrique I**

Nature du courant électrique

Animation



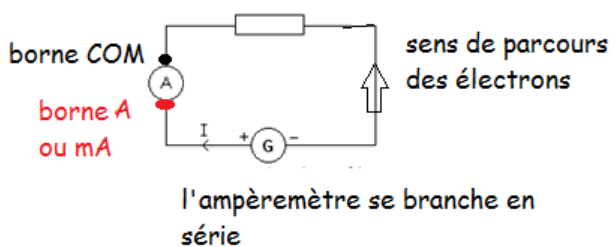
A compléter avec les mots : électrons, charges électriques, ions, conducteur

Un courant électrique est un déplacement de porteurs de _____ dans un milieu _____ ;
 - des _____ dans les métaux
 - des _____ dans les solutions.

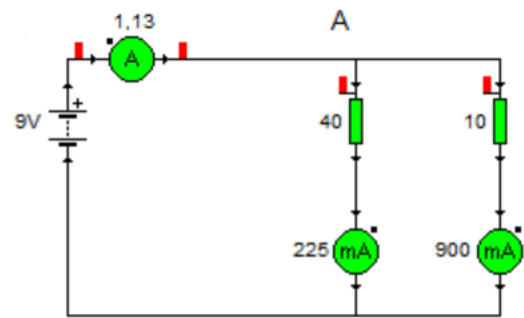
Mesure de l'intensité du courant électrique (vidéo)

A compléter avec les mots :

l'ampère, I, A, +, inverse, ampèremètre, série, -



L'intensité du courant électrique est notée _____. Son unité est _____, symbole A. On utilise fréquemment le milliampère, symbole mA. $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$. Par convention, le courant électrique se déplace de la borne _____ à la borne _____ du générateur. C'est le sens _____ de déplacement des électrons. On mesure l'intensité d'un courant électrique avec un _____ placé en _____ dans le circuit. Pour que la valeur de l'intensité affichée sur l'ampèremètre soit positive, il faut que le courant entre par la borne A ou mA et sorte par la borne com (borne noire).

Loi des nœuds

Loi des nœuds: trouver une relation entre l'intensité du courant I qui entre dans le nœuds de courant, au point A, et les intensité I1 et I2 des courants qui partent du nœuds.

A compléter avec les mots : même, somme, nœud

Loi des nœuds : la somme des intensités arrivant à un _____ de courant est égale à la _____ des intensités sortant du nœud.

Dans un circuit série, l'intensité du courant est la même en tout point.

La tension électrique U**1) Qu'est-ce que la tension électrique ? (vidéo)**

La tension électrique existant entre deux points A et B est égale à la différence de potentiel électrique, noté V, entre les points A et B. Elle est notée U_{AB} :

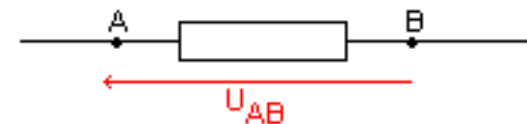
$U_{AB} = \text{_____}$

U_{AB} : tension électrique entre les points A et B en volts (V)

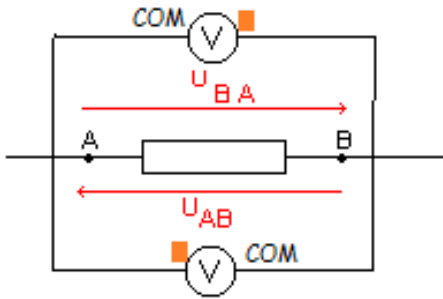
V_A : potentiel électrique du point A en volts (V)

V_B : potentiel électrique du point B en volts (V)

La tension électrique U_{AB} est représentée par une flèche partant du point B et arrivant au point A.

**2) Mesure de la tension électrique**

A compléter avec les mots suivants : voltmètre, dérivation, U_{AB} , U_{BA} .

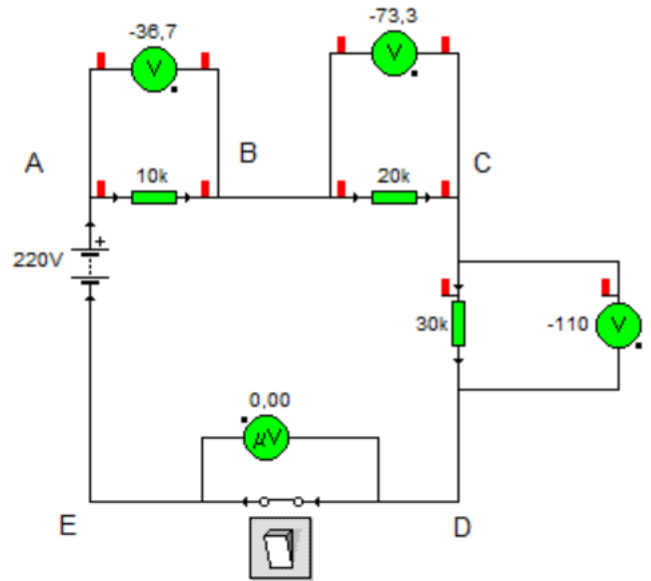


La tension électrique est une grandeur que l'on mesure à l'aide d'un

Le voltmètre se branche en dérivation

_____ branché en _____ (en parallèle). Lorsque la borne V (borne rouge du voltmètre) est branchée sur la borne A et la borne COM (borne noire du voltmètre) sur la borne B, le voltmètre mesure la tension _____. Dans le cas contraire le voltmètre mesure la tension _____.

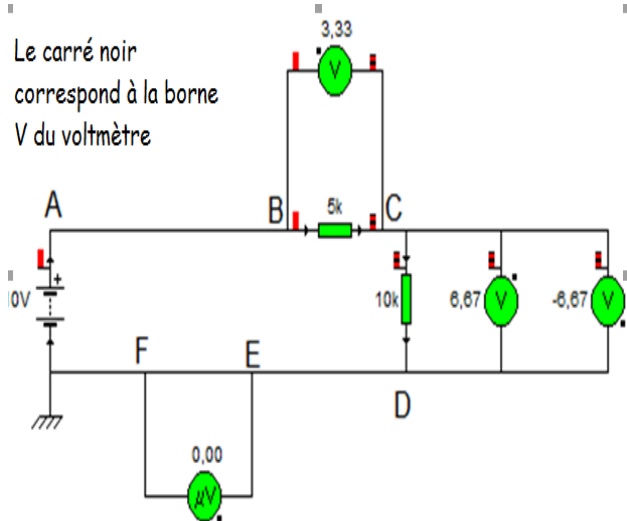
3) L'interrupteur fermé peut être considéré comme un fil. Que vaut la tension aux bornes d'un fil ?



Loi des mailles

Exercice :

Le carré noir correspond à la borne V du voltmètre

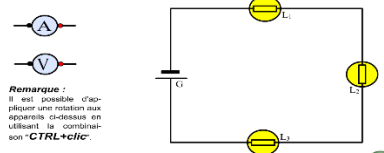


- 1) Représenter sur le schéma les tensions U_{AB} , U_{BC} , U_{CD} , U_{DE} , U_{EF} et U_{AF} .
- 2) Quel nom donner à la tension mesurée par le voltmètre 1 (6,67 V) et le voltmètre 2 (-6,67 V) ? Quelle relation existe-t-il entre ces 2 tensions ?
- 3) Quelle est la tension U_{EF} aux bornes d'un fil parcourue par un courant i ? Que peut-on en déduire sur la différence de potentiel électrique entre 2 points d'un fil ? Que valent les tensions U_{AB} et U_{DF} ?

Animation pour s'entraîner sur la [mesure de tension dans le cas d'un circuit série](#)

Mesure d'une tension : cas des dipôles associés en série

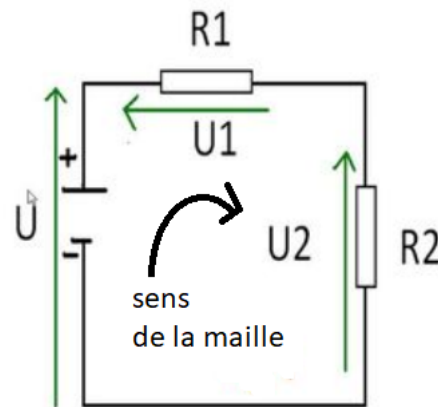
Choisir ci-dessous le symbole de l'appareil qui nous permettra de mesurer une tension. Placer cet appareil (par glisser-déposer) pour mesurer la tension aux bornes du générateur G.



Loi des mailles :

- choisir un sens de parcours arbitraire de la maille (généralement dans le même sens que le générateur)
- parcourir la maille dans le sens choisi, si la tension U représentée est dans le sens de la maille on lui affecte un signe _____, si elle est dans le sens opposée on lui affecte un signe _____.

La somme des tensions le long d'une maille est nulle.



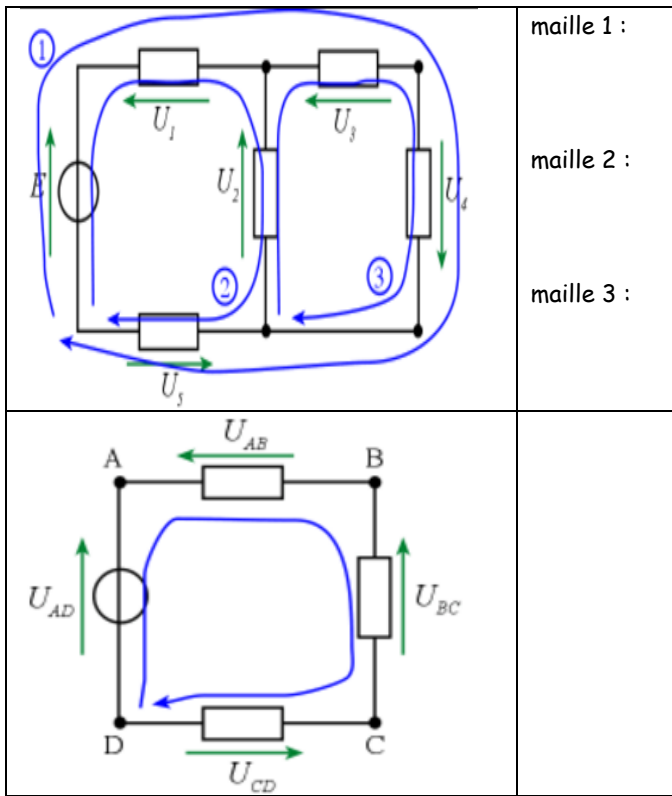
$$U - U_1 - U_2 = 0$$

Exercice : on a orienté, en bleu, les mailles des circuits ci-dessous. Ecrire une relation entre les tensions pour chacune des mailles

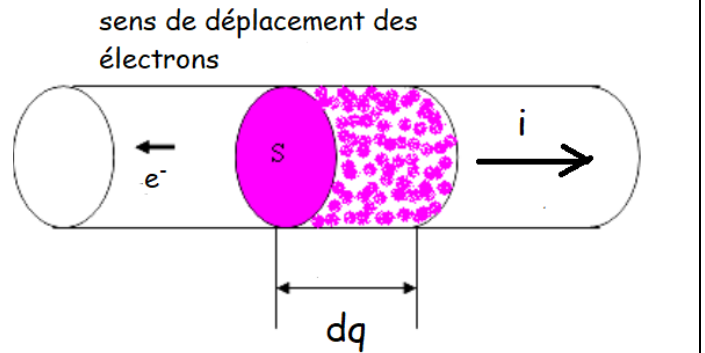
II-3 loi d'additivité des tensions ou loi des mailles

(Le carré noir indique la borne V du voltmètre)

- 1) Représenter par des flèches les tensions U_{BA} , U_{CB} , U_{DC} , U_{ED} et U_{AE} . Déterminer leur valeur.
- 2) Effectuer la somme de ces valeurs.



I-1 Intensité 'i' du courant en régime variable



L'intensité 'i' du courant électrique en régime variable, à travers une section S de fil, change au cours du temps. Elle est égale à la dérivée par rapport au temps de la charge électrique q :

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{q(t + dt) - q(t)}{dt}$$

Unités légales : i en ampère (A) ; q en coulomb (C) ; dt, intervalle de temps très court, en seconde (s)

Exercice : pendant une durée $dt = 1,0 \text{ ms}$, il circule à travers la section S une charge $dq = 3,2 \text{ mC}$. Que vaut l'intensité à cet instant ?

Loi d'ohm

1) Le conducteur ohmique

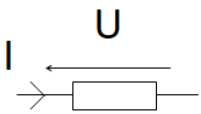


Un conducteur ohmique est caractérisé par sa résistance R. Il transforme intégralement l'énergie électrique qu'il reçoit en chaleur. Il n'est pas polarisé (ces 2 pôles

sont équivalents). L'unité de résistance est l'ohm, symbole Ω . On utilise également le kilo ohm : $1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$

2) Loi d'ohm

La tension aux bornes d'un conducteur ohmique est égale au produit de sa résistance R par l'intensité I du courant qui le traverse.



$$U = \dots\dots\dots$$

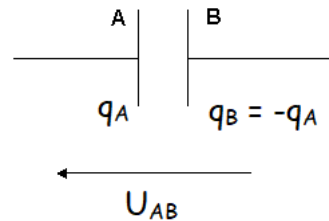
Unités légales : R, résistance du conducteur ohmique, exprimée en ohm (Ω), U (V) tension aux bornes du conducteur ohmique, I (A) intensité du courant électrique.

I-2 Qu'est-ce qu'un condensateur ?

Un condensateur est constitué de 2 armatures séparées par un isolant. La tension u_{AB} aux bornes du condensateur est égale à la charge électrique q_A portée par l'armature 'A' divisée par la capacité C du condensateur:

$$u_{AB} = \frac{q_A}{C}$$

Unités : C en farads (F); q_A en coulomb (C); u_{AB} en volt (V);
Symbole :



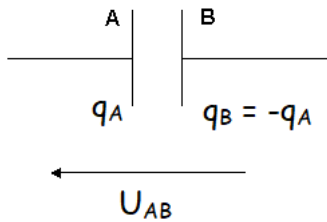
Les 2 armatures A et B d'un condensateur portent des charges électriques opposées : $q_A = -q_B$.
En chaque instant, le condensateur est électriquement neutre.

Remarque : lorsqu'on écrit $u = \frac{q}{c}$, la flèche de la tension pointe vers l'armature de charge q !

Exercice : calculer la tension u_{AB}

Télécharger la [version démo de Hatier](#).

I) Le condensateur



$$q_B = 5,0 \text{ mC}$$

$$C = 100 \text{ nF}$$

$$U_{AB} = ?$$

I-3 Relation intensité-tension du condensateur

L'intensité du courant entrant dans l'armature portant la charge q_A est égale à la dérivée de q_A par rapport au temps :

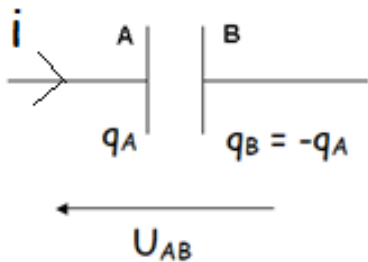
$$i = \frac{dq_A}{dt}$$

or $q_A = C \cdot U_{AB}$,

$$i = \frac{d(C \cdot U_{AB})}{dt}$$

la capacité C étant constante, on peut la sortir de la dérivée :

$$i = C \frac{d(U_{AB})}{dt}$$



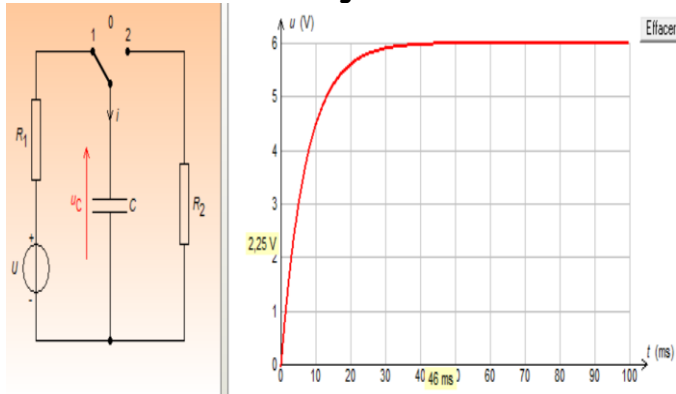
Vidéo, résumé du I

II) Le circuit RC en charge

II-1 Définition du circuit RC

L'association en série d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C , constitue un circuit RC.

II-2 Observation de la charge d'un condensateur



Télécharge [la version démo d'Hatier](#), puis lance l'animation circuit RC.

Régler les paramètres suivants :

$$U = E = 8 \text{ V} ; R_1 = 20 \text{ } \Omega ; C = 20 \text{ } \mu\text{F} ; R_2 = 30 \text{ } \Omega$$

Basculer l'interrupteur en position 1. Comment évolue la tension u_c aux bornes du condensateur, ainsi que le courant dans le circuit ? Pourquoi dit-on que le condensateur se charge ?

II-3 Rappel mathématique

Soit une équation différentielle en y :

$$y' = a \cdot y + b$$

Les solutions de cette équation sont :

$$y = K \cdot \exp(a \cdot x) - b/a$$

avec K constante d'intégration à déterminer avec les conditions initiales.

II-4 Equation différentielle en $u_c(t)$ au cours de la charge

A démontrer (réponse [vidéo](#))

L'équation différentielle du premier ordre régissant l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur lors de sa charge est :

$$RC \cdot \frac{du_c}{dt} + u_c = E$$

où

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot u_c = \frac{E}{RC}$$

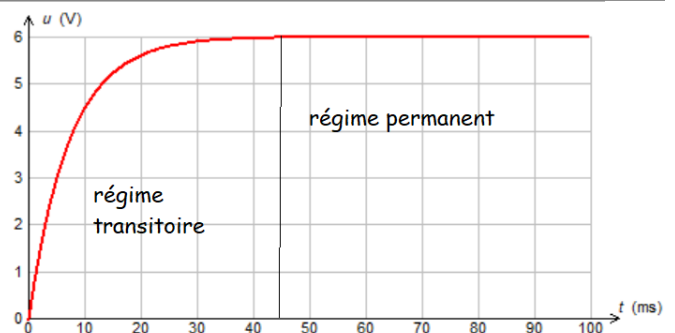
avec $E(V)$, force électromotrice du générateur, $R(\Omega)$ résistance du circuit.

La solution de cette équation est :

$$u_c = E \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right)$$

On distingue deux types de régime :

- régime transitoire pendant lequel u_c varie
- régime permanent pendant lequel $u_c = E$ est constant.

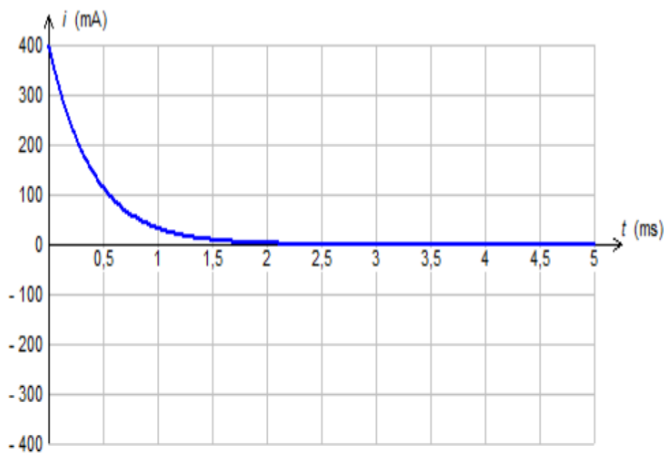


Exercice : déterminer la valeur de la force électromotrice du générateur à l'aide du graphe ci-dessus, représentant $u_c(t)$.

Exercice : démontrer que l'expression de l'intensité du courant i est :

$$i = \frac{E}{R} \cdot \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

Exercice : $E = 8,00 \text{ V}$, déterminer à l'aide du graphe $i(t)$ la valeur de la résistance R du circuit.



II-4 temps τ caractéristique de la charge

Le temps τ est égal au produit de la résistance R par la capacité C du condensateur :

$$t = \tau = R \cdot C$$

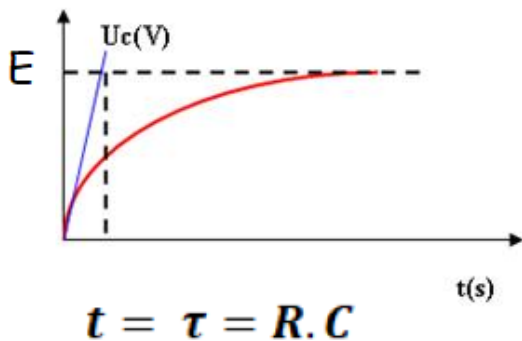
Unités : R en ohm (Ω) ; C en farad (F) ; τ en seconde (s).

Exercice : Démontrer que l'unité de tau est en seconde.
Réponse [vidéo](#)

Comment déterminer graphiquement la valeur de tau ?

2 méthodes :

- tracer la tangente à la courbe $u_c(t)$ en $t = 0$. Cette tangente coupe l'asymptote $u = E$ en un point M d'abscisse $t = \tau = R \cdot C$

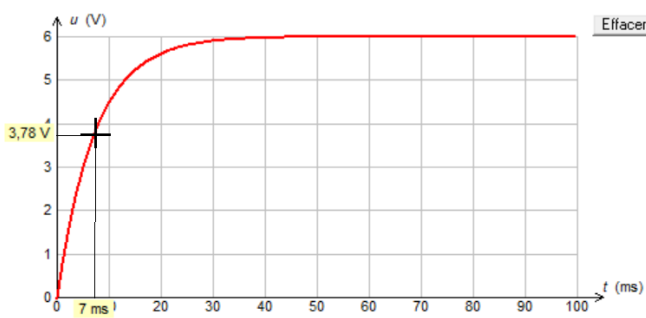


A démontrer.

- le point M' de la courbe $u_c(t)$ d'ordonnée $0,63 \cdot u_{(max)} = 0,63 \cdot E$ à pour abscisse d'abscisse $t = \tau = RC$

A démontrer

Exemple : $E = 6 \text{ V}$; $u_c(\tau) = 0,63 \times E = 3,78 \text{ V}$
 $\tau = 7 \text{ ms}$



III) Circuit RC en décharge

III-1 observation du phénomène

Lance l'animation et règle les paramètres indiqués sur la figure ci-dessous. Charge le condensateur, puis Bascule l'interrupteur en position 2 et observe les courbes $u_c(t)$ et $i(t)$. Pourquoi dit-on que le condensateur se décharge ?

III-2 Equation différentielle en $u_c(t)$ au cours de la décharge

A démontrer (réponse [vidéo](#))

L'équation différentielle du premier ordre régissant condensateur lors de sa charge est :

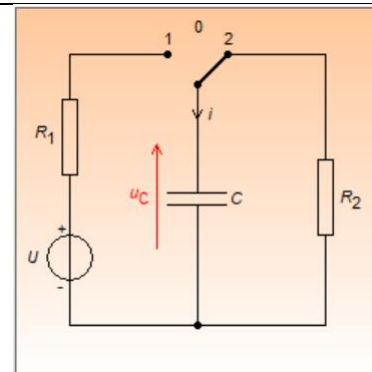
$$RC \cdot \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$$

où

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot u_c = \frac{E}{RC}$$

avec $E(V) = U$, force électromotrice du générateur, R (Ω) résistance du circuit de décharge et $C(F)$ capacité du condensateur .

La solution de cette équation est : $u_c = E \cdot \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$



III-3 temps τ caractéristique de la décharge

Le temps τ caractéristique du circuit RC est égal au produit de la résistance R par la capacité C du condensateur :

$$t = \tau = R \cdot C$$

Unités : R en ohm (Ω) ; C en farad (F) ; τ en seconde (s).

Comment déterminer graphiquement la valeur de tau ? 2 méthodes :

- tracer la tangente à la courbe $u_c(t)$ en $t = 0$. Cette tangente coupe l'asymptote $u_c = 0$ en un point M d'abscisse $t = \tau = R \cdot C$

A démontrer.

- le point M' de la courbe $u_c(t)$ d'ordonnée $0,37.u_{(\max)} = 0,37.E$ à pour abscisse d'abscisse $t = \tau = RC$

A démontrer

Exercice : sachant que la capacité $C = 220 \mu F$, déterminer, à l'aide de la courbe $u_c(t)$, la résistance R du circuit de décharge avec les 2 méthodes :

