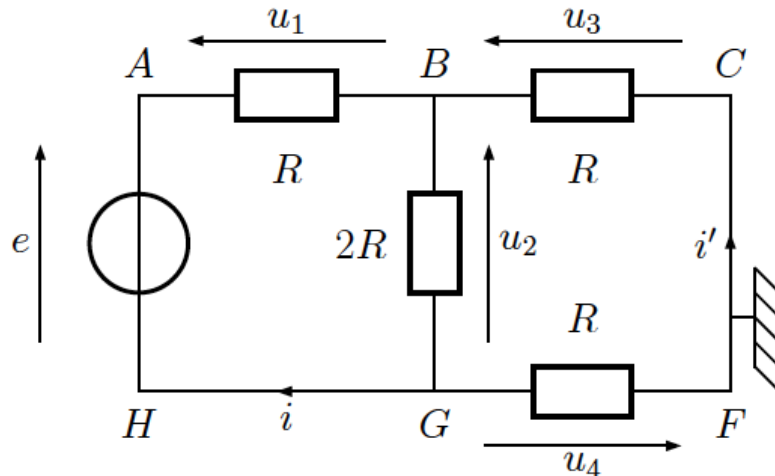


Devoir à la maison de Physique - Chimie n°4
- À rendre le vendredi 9 décembre 2016 -

Exercice 1 : Circuit résistif : (15 min) :

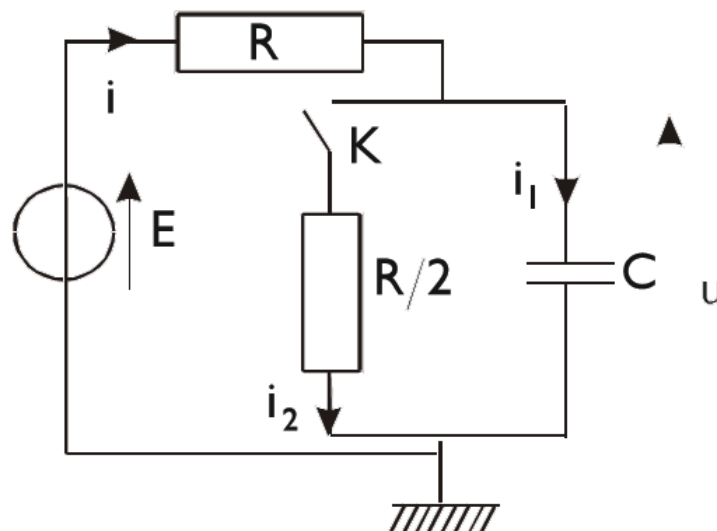
- Un petit exercice facile pour s'échauffer -

Dans le circuit ci-dessous, déterminer les différentes tensions indiquées ainsi que les potentiels électriques en A, B, C, H, G et F. Pour les applications numériques : $e = 5,0 \text{ V}$ et $R = 2,0 \text{ k}\Omega$.



Exercice 2 : Décharge partielle d'un condensateur : (1 heure) :

- Un exercice important, qui permet de bien faire le point sur les régimes transitoires dans les circuits du premier ordre. À faire en réfléchissant bien à ce que l'on écrit, pour ne pas dire de bêtises ! -



Nous considérons le circuit ci-dessus dans lequel nous noterons i l'intensité dans le résistor de résistance R , i_1 l'intensité dans le condensateur de capacité C , i_2 l'intensité dans le résistor de résistance $R/2$ et $u(t)$ la tension aux bornes du condensateur.

Initialement, l'interrupteur K est ouvert depuis très longtemps et on le ferme à l'instant $t = 0$ (pris pour origine des temps).

1) Exprimer i , i_1 , i_2 et u en fonction de E et R à l'instant $t = 0^-$ (juste avant la fermeture de l'interrupteur).

- 2) Exprimer i , i_1 , i_2 et u en fonction de E et R à l'instant $t = 0^+$ (juste après la fermeture de l'interrupteur).
- 3) Même question quand t tend vers l'infini.
- 4) Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$.
- 5) Résoudre cette équation différentielle et tracer l'allure de la courbe représentative de $u(t)$.

Exercice 3 : Mesures de résistances et de tensions (1 heure) :

- Un exercice important : les « ponts de mesure » (partie A) sont des circuits classiques qu'il faut savoir analyser, et le problème de la perturbation d'une mesure par un voltmètre (partie B) est important en physique expérimentale -

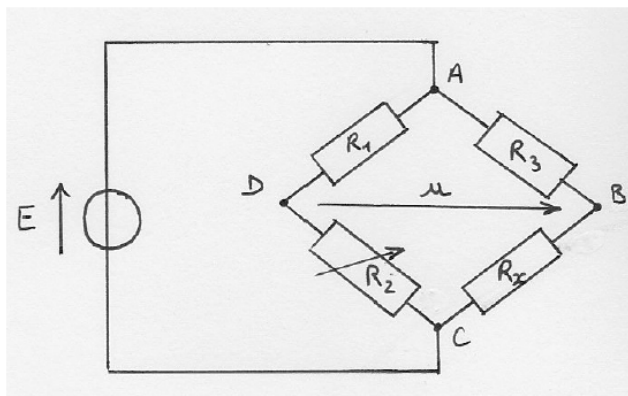
A – Mesure précise de résistance : pont de Wheatstone :

On considère le circuit suivant, appelé « pont de Wheatstone », inventé par Samuel Christie en 1833 et popularisé par Charles Wheatstone en 1843. Ce circuit sert à mesurer la valeur d'une résistance inconnue (R_x sur le dessin), à l'aide d'une source de tension continue et de trois résistances connues R_1 , R_2 et R_3 (R_2 étant une résistance variable, ce qui se représente comme une résistance classique par dessus laquelle on dessine une flèche).

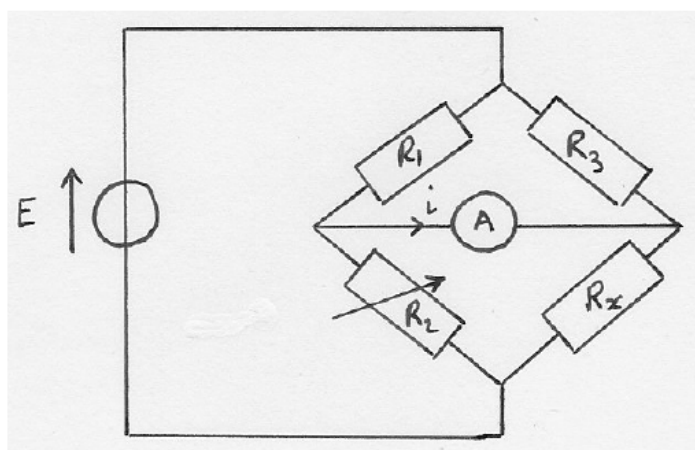
Il est encore largement utilisé de nos jours pour la mesure précise de résistances, lorsqu'un simple ohmmètre ne suffit pas. On s'en sert notamment pour mesurer la résistance d'une « jauge de contrainte » : il s'agit d'une résistance variable que l'on colle sur une pièce mécanique et qui permet de mesurer la déformation de cette pièce (la valeur de la résistance en Ω étant proportionnelle à la déformation).

Ce dispositif est très utilisé dans l'industrie (mécanique, aéronautique) ainsi que dans le bâtiment et les travaux publics (pour connaître la déformation d'un mur, d'une poutre...).

Ce type de circuit s'appelle un « pont » car la mesure consiste ensuite à placer un ampèremètre entre les points B et D (l'ampèremètre constitue en quelque sorte un « pont » entre deux parties du circuit) et à regarder quand l'intensité s'annule.



- 1) Exprimer la tension $u = V_B - V_D$ en fonction de E , R_1 , R_2 , R_3 et R_x (*indication* : on pourra penser à utiliser la formule du diviseur de tension).
- 2) On dit que le pont est « équilibré » lorsque la tension $u = V_B - V_D$ est nulle. Si le pont est équilibré, quelle relation y a-t-il entre R_1 , R_2 , R_3 et R_x ?
- 3) Application : on prend $R_1 = 100 \Omega$, $R_3 = 50 \Omega$, R_x est une résistance inconnue que l'on cherche à déterminer et R_2 est une résistance variable. On relie les points A et B par un ampèremètre. On fait varier R_2 tout en mesurant le courant qui circule dans l'ampèremètre.



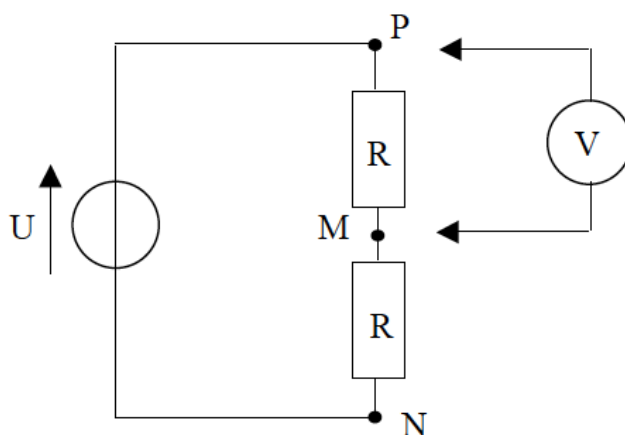
On constate qu'aucun courant ne circule dans l'ampèremètre lorsque $R_2 = 84 \Omega$. Quelle est la valeur de R_x ?

B – Mesure faussée par un voltmètre :

Un problème récurrent en physique expérimentale est que, très souvent, l'appareil de mesure perturbe le système que l'on cherche à mesurer, et donc fausse un peu la mesure ! On va illustrer cet effet en électronique, en prenant l'exemple du voltmètre.

Un voltmètre idéal devrait avoir une résistance interne infinie. En réalité bien sûr ce n'est pas le cas : la résistance interne d'un voltmètre est en général de l'ordre de la dizaine de méga-Ohms, ce qui est « très grand » mais pas infini, et peut poser des problèmes si on cherche à mesurer des tensions dans un circuit électrique contenant des résistances de valeurs comparables à celle du voltmètre.

Considérons le circuit ci-dessous, où une source de tension continue $U = 24 \text{ V}$ est branchée aux bornes de deux résistances en série, toutes deux égales à $R = 8 \text{ M}\Omega$.



- 1) Dans un premier temps, on n'a pas connecté le voltmètre au circuit. Quelle est la valeur de la tension U_{PM} aux bornes de la résistance « du haut » ?
- 2) On mesure cette tension avec un voltmètre de résistance interne $r = 10 \text{ M}\Omega$. Quelle va être la valeur de U_{PM} mesurée par le voltmètre ? Conclure quant à la qualité de la mesure.

Remarque : Le fait que mesurer une grandeur modifie cette grandeur est un problème qui se rencontre dans toutes les sciences expérimentales (et pas seulement en physique). Par exemple, les docteurs savent que quand on prend la tension (pression artérielle) d'un patient, celui-ci devient inconsciemment un peu nerveux, ce qui fait monter sa tension : la tension mesurée est donc supérieure à la valeur réelle avant la mesure (on parle de « l'effet blouse blanche »).

Le problème de la perturbation d'un système par une mesure est particulièrement critique et fondamental en physique quantique (l'un des axiomes de la physique quantique s'appelle le « postulat de la mesure ») et a été illustré (de façon un peu caricaturale) par la célèbre expérience de pensée du « chat de Schrödinger ».

Exercice 4 : * Facultatif * : Résistance équivalente (1 heure)

- Un exercice moins important (on peut légitimement se poser la question de l'intérêt pratique d'un tel circuit !), mais intéressant pour réfléchir à la notion de résistance et s'entraîner à gérer les systèmes d'équations, à faire pour ceux qui se sentent assez à l'aise en cours -

Déterminer la résistance équivalente au circuit ci-dessous, pris entre A et B.

