

Dans ce TP nous allons mettre en pratique les notions physiques suivantes :

- Énergie en Joule et en Wh ;
- Puissance en W ;
- Charge en Coulomb et en Ah ;
- Charge et décharge d'une batterie ion-lithium ;
- Caractérisation thermique d'un composant électronique.

MERCI DE RESPECTER LES CONSIGNES ÉCRITES EN CAPITALE ET EN GRAS

1. Stockage de l'énergie

Dans ce TP nous utiliserons une batterie ion-lithium comme celles que vous pouvez utiliser pour recharger vos portables.

- a) Relever les caractéristiques de la batterie
- b) Faire le lien avec les notions physiques étudiées dans cette ressource.

2. Charge d'une batterie

Plus loin dans ce TP, nous mettrons en œuvre une expérience qui consommera au maximum 7000 J. Cette énergie sera produite par la batterie précédente.

- a) Compte tenu des caractéristiques de charge (5V, 1A), pendant combien de temps faut-il charger la batterie pour emmagasiner les 7000 J requis pour ce TP ?
- b) D'après les caractéristiques de la batterie, quelle est la charge maximale théorique que pourrait emmagasiner la batterie. Exprimer cette charge en Coulomb.
- c) En déduire l'énergie maximale théorique que peut délivrer la batterie en Joule et en Watt-heures.
- d) En déduire le temps nécessaire pour la charger entièrement.
- e) D'après les caractéristiques de la batterie, quelle est l'énergie maximale qu'elle peut réellement restituer ?
- f) Expliquer l'écart avec la théorie.
- g) A partir des caractéristiques de la batterie, déduire la valeur de la puissance maximale qu'elle peut délivrer.
- h) Régler l'alimentation de laboratoire Rhodes et Schwarz pour délivrer 5V et au moins 1 A.
SURTOUT NE PAS BRANCHER LE PORT MICRO-USB SUR LA BATTERIE.
- i) Préparer la connectique coté alimentation faire très attention à la polarité !
MONTRER LE CÂBLAGE À L'ENSEIGNANT QUI VOUS AUTORISERA À BRANCHER LE PORT MICRO USB.

- j) Relever la puissance effectivement envoyée à la batterie par l'alimentation de laboratoire.
- k) Dans ces conditions, déterminer le nouveau temps nécessaire pour charger la batterie avec 7000 J.
- l) Programmer un *timer* sur votre téléphone et laisser à la batterie le temps d'emmagasiner les 7000 J.

3. Conversion de l'énergie chimique d'une batterie

Dans cette partie on suppose que la batterie peut restituer 7000 J.

On va faire décharger la batterie dans une résistance de $5\ \Omega$ capable de supporter 25W.

- a) En vous basant sur les caractéristiques de la batterie et de la résistance, montrer que cette batterie peut être branchée sur la résistance sans risque. Expliquer pourquoi.

Une fois chargée, la batterie sera branchée aux bornes de la résistance : **NE PAS LE FAIRE POUR L'INSTANT.**

- b) On sait intuitivement que la batterie va se décharger. Où va passer l'énergie chimique stockée dans la batterie ? Par quoi va être caractérisée cette conversion ?

Dans cette expérience vous allez instrumenter la décharge de la batterie : voltmètre et ampèremètre ainsi que la conversion de l'énergie chimique en énergie thermique : thermomètre-pyromètre.

L'expérience de décharge de la batterie va durer 30mn. La résistance va atteindre près de 100°C : **NE PAS TOUCHER LA RÉSISTANCE** même au début car cela perturbera l'expérience.

Ensuite, dans la foulée, vous mesurerez la dynamique du refroidissement de la résistance.

- c) Préparer le tableau de valeurs : un point toutes les 30s pendant 10 minutes puis un point toutes les minutes pendant encore 10 minutes. Vous allez mesurer la tension, le courant et la température, vous devrez calculer la puissance échangée, l'énergie restituée et la charge véhiculée.
- d) Préparer un second tableau de valeur pour la mesure du refroidissement : un point toutes les 30s, on ne donne pas le temps (environ 15mn \pm 5mn). Pour ce tableau vous relèverez seulement la température.

Consigne pour la mesure de la température :

LE PYROMÈTRE DOIT ÊTRE À UNE DISTANCE FIXE DE LA CIBLE PENDANT TOUTE L'EXPÉRIENCE (ENVIRON 25 CM). VOUS DEVEZ MESURER ORTHOGONALEMENT. LES SPOTS DE CONTRÔLE DOIVENT ÊTRE CENTRÉS SUR LA GRANDE SURFACE DE LA RÉSISTANCE. LEUR ÉCART DOIT ÊTRE DE 0,5 CM.

Entraînez vous avant de débiter l'expérience.

- e) Préparer le câblage de la batterie avec la résistance et les appareils de mesure. **SURTOUT NE PAS BRANCHER LE PORT USB SUR LA BATTERIE.**

MONTRER LE CÂBLAGE À L'ENSEIGNANT QUI VOUS AUTORISERA À BRANCHER LE PORT USB.

- f) Faire les mesures : une mesure toutes les 30s pendant 10 mn puis une par minute pendant 10mn.
- g) Dès la fin de cette partie, débrancher le port USB et continuer l'expérience avec la dynamique de refroidissement : 1 mesure toutes les 30s jusqu'à ce que la résistance soit à 40°C.

4. Exploitation des mesures

- a) Tracer la courbe de puissance consommée par la résistance en fonction du temps.
- b) Théoriquement la puissance qui sort de la batterie est entièrement consommée par la résistance. Pour 3 points de mesure vérifier cette identité et expliquer les écarts si vous en constatez.
- c) Peut-on considérer que la puissance électrique apportée à la résistance par la batterie est constante durant toute la durée de l'expérience ?
- d) Tracer la courbe de température en fonction du temps : $\Theta(t)$
- e) Tracer la courbe de la variation de température en fonction du temps : $\Delta(t) = \Theta(t) - \Theta_0$
- f) Modélisation : Rappeler l'équation du bilan de puissance qui explique l'augmentation de température de la résistance. Rappeler la solution de cette équation.
- g) En utilisant la valeur maximale de la variation de température déterminer la valeur de la résistance thermique équivalente entre le composant et son environnement.

On rappelle que la constante de temps d'un 1er ordre, τ , correspond au temps pour lequel le système atteint 63% de sa valeur maximum.

- h) En utilisant la courbe $\Delta(t)$ déterminer la constante thermique du composant et sa capacité thermique.
- i) Déterminer par le calcul la température du composant correspondante à $t = \tau$, le vérifier sur la courbe $\Delta(t)$
- j) Tracer la courbe de refroidissement.
- k) Réécrire l'équation de bilan thermique lorsque la batterie est débranchée et donner sa solution.
- l) A partir de l'identification des paramètres thermique déterminer par le calcul le temps nécessaire au composant pour descendre à 40°.
- m) Comparer avec la mesure.