Activité documentaire

Programme :
A partir de documents sur des accumulateurs (lithium ion, nickel-métal hydrure), comparer la constitution, le fonctionnement, et l'efficacité de tels dispositifs .

A partir des documents 1 , 2 et 3 , répondre aux questions suivantes

1.Justifier l'intérêt de l'utilisation du lithium pour la constitution d'accumulateurs de forte énergie massique.

2. Justifier à l'aide d'une réaction chimique qu'un électrolyte aqueux ne pas être utilisé dans un accumulateur utilisant le lithium.
Un électrolyte couramment utilisé est constitué de sel de lithium $LiPF_6$ dissous dans un mélange de solvants organiques. La mesure de la conductivité de cet électrolyte donne les résultats consignés dans le tableau 1.

T(°C)	0	10	20	30	40
σ(mS.cm^{-1})	5	6,3	7,6	9,1	10,4

Tableau 1 Conductivité du $LiPF_6$

Comparer sa conductivité à celle d'un électrolyte aqueux comme la potasse utilisée dans les accumulateurs Ni-MH. Conclure .
Conductivités molaires ioniques à 25°C $\lambda°_{K+} = 7{,}35\ mS{\cdot}m^2{\cdot}mol^{-1}$ $\lambda°_{HO} = 19{,}9\ mS{\cdot}m^2{\cdot}mol^{-1}$

3. La réaction de fonctionnement de l'accumulateur lithium -ion admet pour équation bilan

$$xLiCoO_2 + 6\ C_{graphite} \rightleftarrows x\ CoO_2 + Li_xC_6$$

Cette réaction est -elle associée à la charge ou à la décharge de l'accumulateur ?

4. Déterminer les réactions électrochimiques se produisant aux électrodes d'un accumulateur ,Ni-MH lors de la charge et de la décharge . Indiquer dans chaque cas l'anode et la cathode . Illustrer le fonctionnement en charge et décharge à l'aide de courbes courant potentiel moyennant quelques approximations .
Retrouver par le calcul la valeur de la tension à vide de l'accumulateur .
On considérera le composé intermétallique $LaNi_5$ et on se placera dans le cas où un atome de nickel peut absorber deux atomes d'hydrogène .

5. Comparer l'autonomie dont on dispose pour un appareil nomade nécessitant un courant d'intensité 0,1 A selon que l'on l'alimente avec un accumulateur Li-ion ou un accumulateur Ni-MH .

Document 1 : Accumulateurs

▪Piles et accumulateurs sont des générateurs électriques qui stockent l'énergie sous forme chimique et mettent en jeu une réaction chimique pour produire de l'électricité.
La différence fondamentale entre ces 2 types de composants est la réversibilité de cette réaction .
la réaction chimique au sein d'une pile est irréversible, alors qu'elle est parfaitement réversible au sein d'un accumulateur.

▪Un accumulateur neuf ne peut en général pas produire d'électricité ; il doit d'abord être chargé par l'utilisateur (1ère génération du capital énergétique, grâce à une source électrique extérieure).
L'accumulateur produit ensuite de l'électricité en se déchargeant ; quand la décharge semble maximale, il peut de nouveau être rechargé pour utilisation ultérieure.
Un accumulateur fonctionne ainsi par cycles de charge – décharge ; sa durée de vie est liée au nombre de cycles qu'il peut subir.

▪La première « pile rechargeable » a été mise au point vers 1860 par Gaston Planté (1834 – 1889) ; c'était l'ancêtre de nos classiques accumulateurs au plomb. Elle a été améliorée par Henri Tudor (1859 – 1928) vers la fin du 19ème siècle.
Cette technologie a existé seule, pratiquement jusqu'au milieu du 20ème siècle où la filière cadmium – nickel s'est petit à petit diffusée.
Au début des années 1990, sont apparus des accumulateurs « NiMH » pour Nickel – Métal – Hydrure, puis la filière des accumulateurs au lithium , est apparue depuis le début des années 2000.

▪ ***Données caractéristiques et performances d'un accumulateur***

Les principales caractéristiques d'un accumulateur sont:
- La tension disponible entre les deux électrodes de la batterie.
- La capacité, mesurée en ampère-heure (Ah), correspondant à la charge maximale pouvant être fournie par l'accumulateur, entre le moment où il est chargé à sa pleine capacité et le moment où il est complètement déchargé.

Selon la technologie, la capacité diminue plus ou moins vite avec le nombre de cycles de fonctionnement. De la même façon, le mode de charge diffère avec le type d'accumulateurs utilisés. (Profils de tensions et de courants, durée)

Les performances d'un accumulateur, quelle que soit la technologie utilisée, sont définies par trois critères :
• La densité d'énergie massique (ou volumique), en wattheure par kilogramme, Wh/kg (ou en wattheure par litre, Wh/l), correspond à la quantité d'énergie stockée par unité de masse (ou de volume) d'accumulateur.
Elle va définir son autonomie.
• La densité de puissance massique, en watt par kilogramme (W/kg), représente la puissance (énergie fournie par unité de temps) que peut délivrer l'unité de masse d'accumulateur.
Ce critère donne une idée de la conductivité intrinsèque de l'accumulateur, qui doit offrir le moins de résistance possible au courant.
• La cyclabilité, exprimée en nombre de cycles, caractérise la durée de vie de l'accumulateur, c'est-à-dire le nombre de fois où il peut restituer un niveau d'énergie supérieur à 80 % de son énergie nominale, cette valeur étant celle la plus souvent demandée pour les applications mobiles.

- Caractéristiques moyennes de quelques accumulateurs

L'Actualité chimique– Décembre 2008

Tableau V - Caractéristiques moyennes de quelques accumulateurs électrochimiques commerciaux (état chargé, prêt à l'emploi).
*Ni-Cd : batterie nickel-cadmium (utilisée dans l'outillage portatif par ex.) ;**Ni-MH : batterie nickel-métal hydrure (utilisée dans les appareils photo numériques par ex.).

Caractéristiques		Pb acide	Ni-Cd*	Ni-MH**	Li-ion
Constituants	Anode	Pb	Cd	$LaNi_5H_6$	LiC_6
	Cathode	PbO_2	NiOOH	NiOOH	$Li_{1-x}CoO_2$
	Électrolyte	H_2SO_4 (aq)	KOH (aq)	KOH (aq)	$LiPF_6$ (org)
Tension unitaire à vide (V/élément)		2	1,3	1,2	3,5
Puissance spécifique ($W.kg^{-1}$)		90	200	200	250
Énergie spécifique ($Wh.kg^{-1}$)		40	65	80	170
Autodécharge (%/mois)		20	10 (+ effet mémoire)	30	très faible (< 5 %)
Rechargeabilité (nombre de cycles)		1 000	2 000	1 500	1 500
Températures d'utilisation (°C)		- 20 à + 50	- 40 à + 50	- 20 à + 50	- 10 à + 70
Coût (euro/Wh)		0,1	0,5	0,6 à 0,9	0,4 à 1

L'Actualité Chimique , Novembre 2015

Les différents systèmes d'accumulateurs.
*Nombre de cycles 80-100 % de décharge, température ambiante ou nominale, basse puissance. **HEV : véhicule hybride ; VE : véhicule électrique ; PHEV : véhicule hybride rechargeable (« plug-in »).

Système	**Caractéristiques** (éléments)		**Applications**		
	Énergie (Wh/kg)	**Cycles***	**Portable**	**Transport vert**	**Stationnaire**
Plomb acide	25-35	70 (SLI) à 1 000 (traction)	non	Limité au démarrage et stop-and-start	oui
Ni-Cd	40-50	300-1 000	fini	non	oui
Ni-MH	55-75	300-1 000	décroissant	HEV**	oui
Li-ion	150-274	300-3 000	oui	HEV, PHEV, VE**	oui
Li métal-polymère	130	1 000	non	VE**	oui
Na-S	110	> 1 000	non	non	oui
Na-$NiCl_2$	100-110		non	camions	oui