

## Vélo à assistance électrique (10 points)

Afin d'alimenter le moteur de l'assistance d'un vélo électrique, un spécialiste propose plusieurs batteries lithium-ion. Elles délivrent toutes une tension nominale de 36 V. En revanche leurs capacités varient de 8,7 A.h à 17,4 A.h en fonction du modèle choisi.

Cette partie aborde trois thèmes :

- le fonctionnement d'une batterie lithium-ion ;
- le bilan énergétique pour une batterie de 14,5 A.h ;
- la transformation du glucose dans le muscle ;

### Données :

- Caractéristique de quelques batteries lithium-ion de tension nominale 36 V :

Batteries 36 V LIFT-MTB						
Capacités	Prix TTC (en euros)	Masse	Dimensions	Type de cellules	Autonomie estimée (dénivelé positif D+ en m)	Temps de charge estimé avec un chargeur de 2,0 A
8,7 A.h	399	1,6 kg	6×20×8 cm	PANASSONIC haute capacité de décharge	870	4 h 24 min
14,5 A.h	549	2,5 kg	10×20×8 cm	PANASSONIC haute capacité de décharge	1450	7 h 12 min
17,4 A.h	649	2,9 kg	12×20×8 cm	PANASSONIC haute capacité de décharge	1740	9 h 12 min

<https://www.lift-mtb.com/shop/batteries-et-chargeurs/>

- Table de données pour la spectroscopie IR :

Liaison	nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	Intensité
C = O aldéhyde et cétone	1650 – 1730	Forte
C = O acide carboxylique	1680 – 1710	Forte
C <sub>tri</sub> – H	2800 -3100	Plusieurs bandes
O – H <sub>lié</sub>	3200 – 3400	Bande large
O – H <sub>libre</sub>	3580 – 3650	Bande fine
O–H acide carboxylique	2500 – 3200	Bande large

- Masse du système "cycliste + vélo" : 90 kg ;
- 1 cal = 4,18 J ;
- Volume molaire dans les conditions de l'expérience (T =20°C et P = 101 325 Pa):  
V<sub>m</sub> = 24,0 L.mol<sup>-1</sup> ;
- Masse molaire du glucose : M = 180,0 g.mol<sup>-1</sup> ;
- Intensité du champ de pesanteur : g = 9,8 m.s<sup>-2</sup>

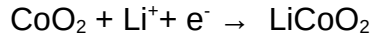
## I. Fonctionnement d'une batterie lithium-ion.

Le courant électrique à l'extérieur de la batterie lithium-ion est engendré par la circulation d'électrons entre les deux électrodes de la batterie :

- une électrode négative qui est le siège de la réaction électrochimique suivante :

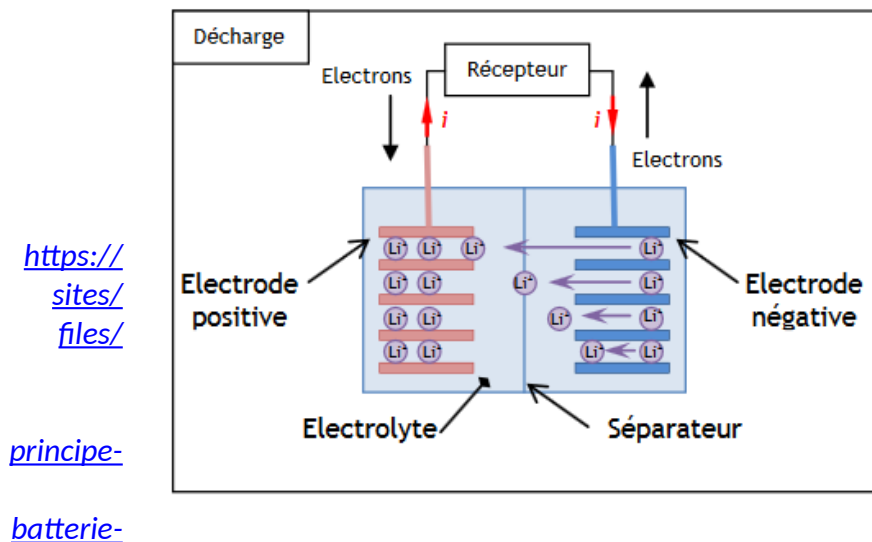


- une électrode positive qui est le siège de la réaction électrochimique suivante:



Li symbolise l'élément lithium et Co l'élément cobalt.

Lors du fonctionnement de la batterie, les ions  $\text{Li}^+$  traversent le séparateur suivant le sens des flèches représenté dans le schéma ci-dessous.



[https://  
sites/  
files/  
principe-  
batterie-](https://sites/files/principe-batterie-)

[eduscol.education.fr/sti/  
eduscol.education.fr/sti/  
ressources/  
pedagogiques/  
6107/6107-annexe-  
de-fonctionnement-et-  
constituants-dune-  
ens.pdf](https://eduscol.education.fr/sti/eduscol.education.fr/sti/ressources/pedagogiques/6107/6107-annexe-de-fonctionnement-et-constituants-dune-ens.pdf) - ENS Cachan

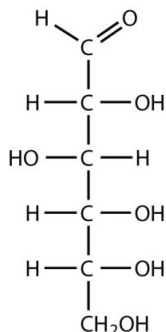
1. Quel est le couple oxydant-réducteur mis en jeu à l'électrode négative ?
2. La réaction électrochimique à cette électrode est-elle une oxydation ou une réduction ? Justifier.

## II. Bilan énergétique pour une batterie de 14,5 A.h.

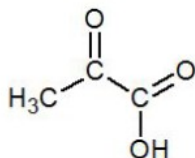
3. Déterminer la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur emmagasinée par le système "vélo électrique + cycliste" lorsque le cycliste effectue le dénivelé ascensionnel positif maximal correspondant à l'autonomie de la batterie.
4. D'après les données constructeur, ce type de batterie délivre au maximum une énergie maximale  $E_{max} = 1,88 \cdot 10^6 \text{ J}$ .
  - 4.1. En théorie,  $E_{max}$  permet-elle d'effectuer le dénivelé ascensionnel indiqué ?
  - 4.2. Dans les conditions réelles, un cycliste en forme moyenne doit fournir en pédalant 50% de l'énergie nécessaire à l'ascension. Pourquoi faut-il apporter une énergie supérieure à l'énergie potentielle de pesanteur pour réaliser l'ascension ?
5. Compléter la chaîne énergétique **en annexe à rendre avec la copie** à l'aide des mots suivants : transfert thermique ; transfert mécanique ; transfert électrique ; énergie chimique ; énergie mécanique ; énergie thermique.

### III. Transformation du glucose dans le muscle : comment le muscle du cycliste produit-il de l'énergie ?

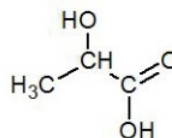
Au cours de l'effort sportif, le glucose est dégradé par l'organisme en acide pyruvique. Selon les conditions d'oxygénation du cycliste, l'acide pyruvique sera dégradé à son tour soit en dioxyde de carbone et en eau (en milieu aérobie), soit en acide lactique (en milieu anaérobie).



Glucose



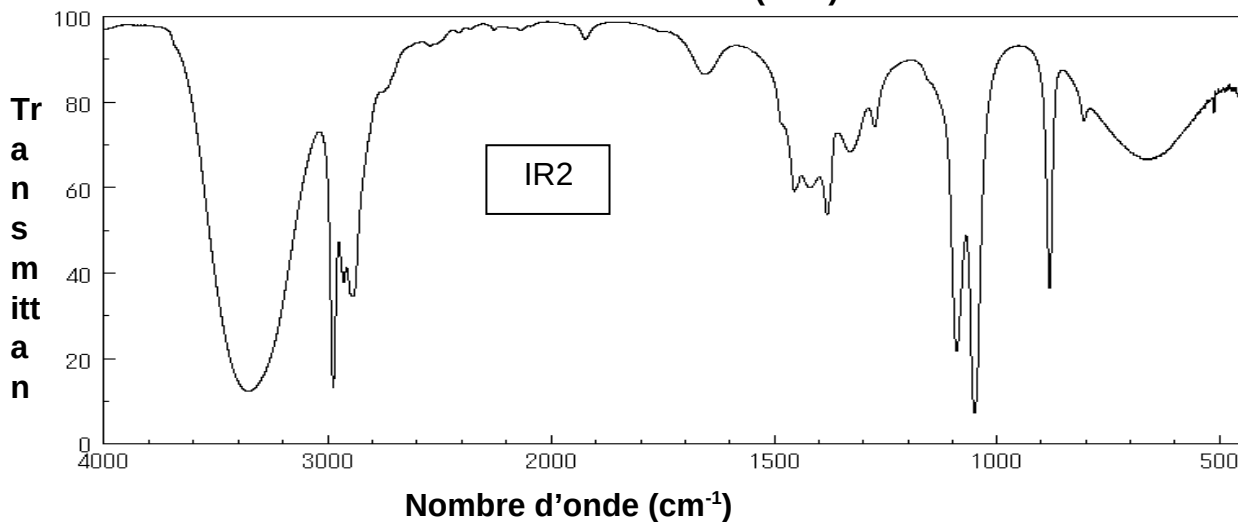
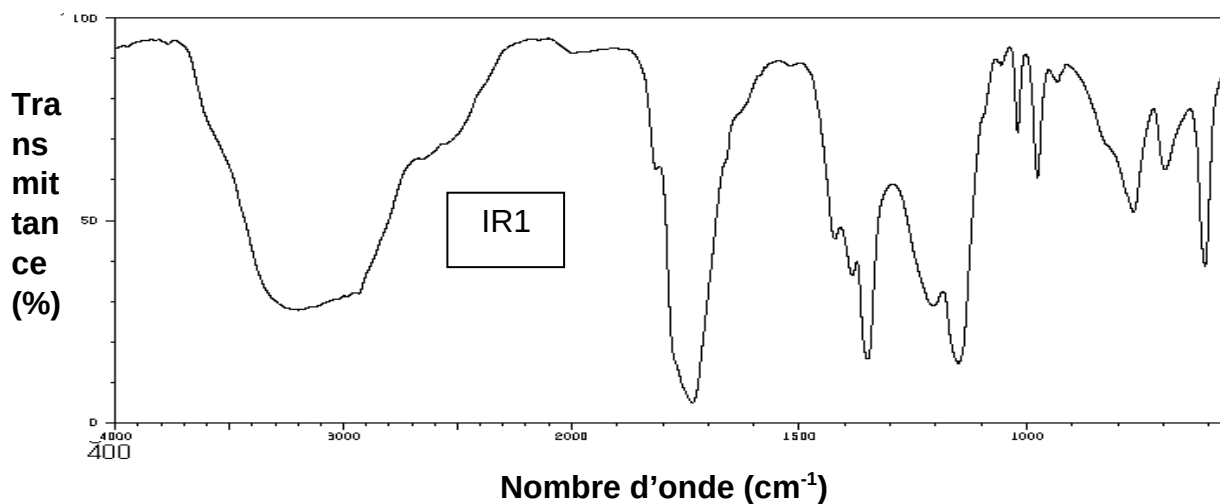
Acide pyruvique



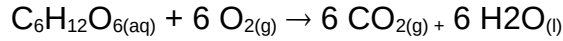
Acide lactique

6. Quel est le nom des familles de fonctions correspondant aux deux groupes caractéristiques de l'acide pyruvique ?

7. Parmi les spectres IR (IR1 et IR2) proposés ci-dessous, choisir, en justifiant, celui correspondant à l'acide pyruvique.



En milieu aérobie (présence de dioxygène), la transformation chimique du glucose dans un muscle peut être modélisée par la réaction d'équation :

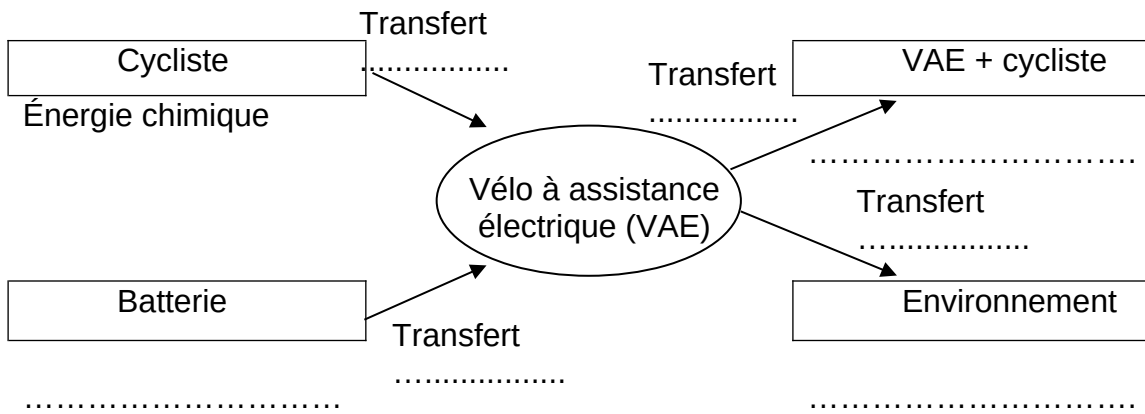


L'énergie libérée par cette réaction est de 673 kcal pour une mole de glucose consommée par le muscle.

8. Calculer la valeur de la quantité de matière de glucose consommée par les muscles du cycliste afin de libérer une énergie  $E_{musc} = 640 \text{ kJ}$  pour effectuer l'ascension maximale.
9. On suppose que la transformation chimique est totale. Compléter le tableau d'avancement **en annexe à rendre avec la copie** et calculer les valeurs de la masse de glucose et du volume de dioxygène consommés pour effectuer l'ascension.

**Annexe à rendre avec la copie**

**Question 5 :** Compléter la chaîne énergétique avec les mots suivants : transfert thermique ; transfert mécanique ; transfert électrique ; énergie chimique ; énergie mécanique ; énergie thermique.



**Question 9 :** Compléter le tableau d'avancement et calculer les valeurs de la masse de glucose et du volume de dioxygène consommés pour effectuer l'ascension.

	$C_6H_{12}O_{6(aq)}$	$+ 6 O_{2(g)}$	$\rightarrow$	$6 CO_{2(g)}$	$+ 6 H_2O_{(l)}$
État initial (mol)	0,228	excès		0	solvant
État final (mol)	.....	excès		.....	solvant