

Exercice 1 :

Un vélo à assistance électrique possède une batterie d'une capacité de 3Ah sous 24V

1. Calculer l'énergie contenue dans la batterie pleine (en Wh et en Joules).
2. Sur du plat l'assistance consomme un courant de 0,4A. Combien de temps faut-il pour que la batterie se décharge complètement ?
3. En monté, l'assistance consomme un courant de 2,7A. Combien de temps faut-il pour que la batterie se décharge complètement ?
4. La batterie est au départ complètement chargée. Ensuite on l'utilise pendant 1h30 avec un courant moyen de 1,2A. Quelle est la charge finale (quantité d'électricité) de la batterie ?

Exercice 2 :

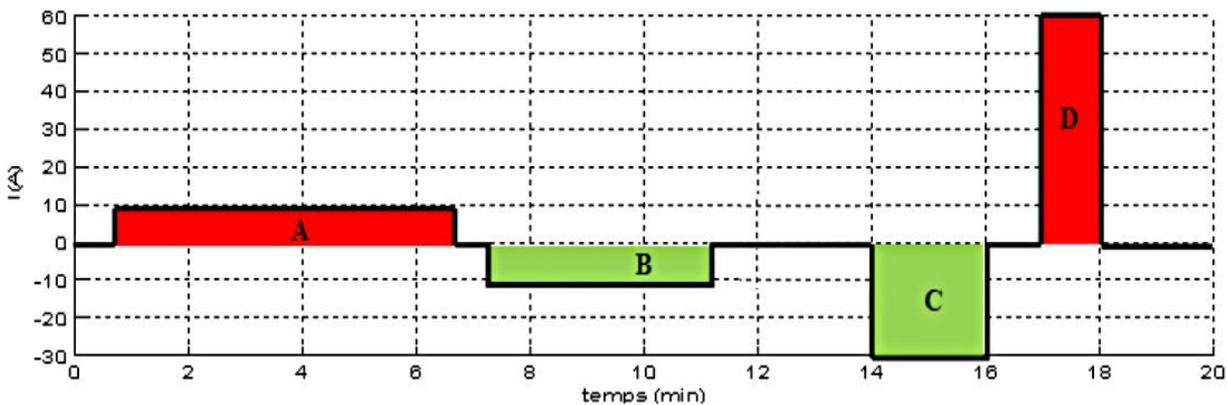
On dispose d'une batterie 12 V de 20 Ah.

1. Calculez la capacité énergétique complète en Wh de la batterie.

On étudie le comportement de cette batterie lors de deux cycles définis par :

Cycle 1 : zone A (décharge à 10 A pendant 6 min) puis zone B (charge)

Cycle 2 : zone C puis zone D.



2. Calculez les quantités d'électricité fournie ($Q > 0$ en décharge) et reçue ($Q < 0$ en charge) lors du cycle 1.
3. Calculez les quantités d'électricité fournie ($Q > 0$ en décharge) et reçue ($Q < 0$ en charge) lors du cycle 2.
4. L'état de charge initial étant de 60 %, déduisez-en l'état de charge de la batterie après ces 2 cycles (attention aux signes).

Exercice 3

Pour un volant d'inertie : L'énergie stockée W (en J) = $\frac{1}{2} J \Omega^2$ (le volant, dont l'inertie est J en kg.m^2 , tourne à la vitesse angulaire Ω en rad.s^{-1}) avec $J = \frac{1}{2} m.r^2$ pour un cylindre en rotation (m = masse en Kg, r = rayon en mètre).

Nous allons stocker de l'énergie électrique à l'aide d'un volant d'inertie (vitesse entre 8000 et 16000 tour/min, diamètre du cylindre = 120 cm, masse = 900 kg). Le système est en mesure de restituer environ 85% de l'énergie emmagasinée.

1. Déterminer la vitesse de rotation (en rad/s puis en tour/min) si le système fournit en sortie une énergie de 25 kWh.
2. Comment peut-on augmenter facilement l'énergie stockée par un volant d'inertie ?
3. Calculer la puissance fournie pour 15 min de décharge complète.

Exercice 4 :

La centrale électrique (STEP) de « Grand'maison » présente les caractéristiques suivantes :

- Capacité de la retenue : 140 MILLIONS de m³
- Hauteur de chute : 926,5 m
- 12 groupes qui permettent de turbiner jusqu'à 217 m³/s
- 8 groupes permettent de pomper jusqu'à 135 m³/s
- Puissance de production : 1800 MW
- $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
- CO₂ économisé : 1 500 000 Tonnes par an

1. Donner la formule de l'énergie potentielle stockée par la retenue d'eau (en fonction de la masse volumique de l'eau ρ , de la hauteur de chute h , de l'accélération de la pesanteur g et du volume d'eau v).

2. Donner la formule générale liant la puissance et l'énergie.

3. Dédire des 2 questions précédentes la formule de la puissance (hydraulique) en fonction de la masse volumique de l'eau ρ , de la hauteur de chute h , de g , du temps t et du volume d'eau.

4. Sachant que le débit $Q = v/t$, en déduire la formule de la puissance hydraulique (en fonction de la masse volumique de l'eau ρ , de la hauteur de chute h , de l'accélération de la pesanteur g et du débit d'eau Q).

5. Sachant que le débit total turbiné de manière instantanée par la centrale est de $217 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, déterminer la puissance nominale (maximale) hydraulique dont la centrale dispose potentiellement.

6. Déterminer la quantité d'énergie disponible dans l'hypothèse où l'on viderait le barrage.

Exercice 5 :

On souhaite faire fonctionner un moteur électrique de modèle réduit 12W, 7.2V pendant 90 minutes.

1. Quelle devra être la capacité Q (en Ah) et la tension de service de ma batterie ? On prendra un coefficient de sécurité de 0,3.

Exercice 6 :

On souhaite dimensionner la batterie d'une installation autonome avec panneau solaire.

Equipement électrique	Durée d'utilisation journalière (en heures)	Energie journalière (en Wh/jour)	Energie journalière (en Ah/jour) *
Télévision (100 W)	5 heures		
Eclairage (800 W)	6 heures		
Réfrigérateur (300 W)	8 heures		
Four micro-onde (700 W)	1 heure		
Aspirateur (600 W)	1 heure		
TOTAL			

*Tension de la batterie : 48 V

1. Calculer l'énergie journalière (en Wh/jour et en Ah/jour) consommée par l'installation.
2. Par sécurité, l'utilisateur décide de dimensionner sa batterie dans le cas où elle ne serait pas rechargée pendant 5 jours. Calculer alors la capacité de la batterie en prenant un coefficient de sécurité de 0,3.

Exercice 6 :

On dispose d'une batterie au plomb fournissant une tension de 24 V et possédant une masse de 3 kg. Elle a une énergie massique de 900 J.kg⁻¹ (900 joules par kilogramme).

1. Quelle est la réserve énergétique de la batterie en Joules
2. Quelle est la capacité de la batterie en A.h puis en C ?
3. Quelle est l'autonomie de la batterie lorsqu'elle alimente une résistance R de 1 kΩ ?
4. Quelle doit être la résistance de la charge pour avoir une autonomie de 4 h ?
5. Quelle est l'autonomie de la batterie lorsqu'elle alimente une charge consommant un courant de 60 mA ?

Exercice 7 :

L'exercice porte sur l'étude d'une batterie de véhicule automobile. Voici sa plaque signalétique.



1. Décrire chaque élément de cette plaque.
2. Calculer la charge maximale de la batterie en Coulomb.
3. Lorsque le conducteur allume ses feux de croisements, ceux-ci appellent 160W.
Calculer l'intensité du courant électrique que la batterie doit fournir.
4. Si le conducteur éteint le moteur, pendant combien de temps la batterie peut-elle maintenir les feux allumés en supposant qu'elle est initialement totalement chargée.
Pourquoi n'a-t-on pas ce problème quand le moteur tourne ?
5. Au démarrage, le démarreur appelle 260A.
La batterie peut-elle fournir ce courant ?
6. Calculer la puissance du démarreur.
7. Le conducteur actionne le démarreur sans succès.
Pendant combien de temps peut-il le faire si la batterie est préalablement en pleine charge ?
8. Le démarreur est actionné pendant ½ seconde avant démarrage du moteur.
Calculer la charge consommée en Coulomb.
9. Si lors du démarrage, le conducteur laisse en marche tous les appareils électriques alors la batterie doit fournir 3700W.
Que pensez-vous de ce résultat ?

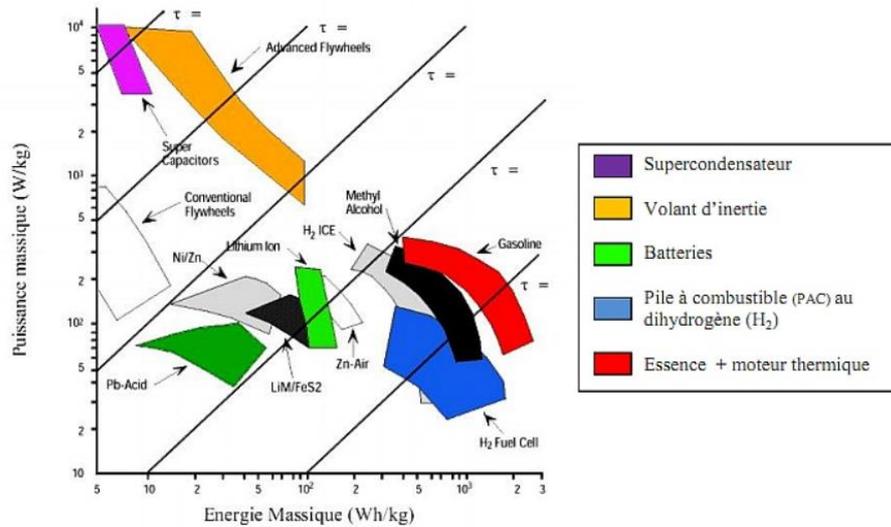
Exercice 8 :

Figure 1.

Moyens de stockage	Li-Ion	Super-condensateur	Sans Pb 98	Dihydrogène
Energie massique (Wh/kg)	150	6	12,3	41
Puissance massique (W/kg)	100	5000		

Le diagramme de Ragone (figure 1) permet de comparer différents moyens de stockage. On porte en abscisse l'énergie massique et en ordonnée la puissance massique, deux grandeurs prépondérantes en matière de stockage embarqué. Nous nous intéressons ici à une automobile dont il faut assurer le déplacement.

1. Les transports routiers sont caractérisés par de longues distances parcourues à vitesse régulière. Cela correspond-il à des appels de puissance ou à un besoin d'autonomie ?

2. Quelle est actuellement la source d'énergie communément utilisée pour propulser les véhicules ? Justifiez ce choix à partir du diagramme de Ragone.

On estime à 20 kW.h l'énergie nécessaire à l'autonomie de notre véhicule à 110 km/h sur route plate, par vent nul pendant 1 heure (autonomie de 110 km). Calculez la masse, pour assurer cette autonomie :

3. d'un pack de super-condensateur, d'une batterie Li-Ion, de carburant Sans Plomb 98, et d'une pile à combustible au dihydrogène.

4. Analysez les différents résultats précédents.

Nous nous intéressons maintenant au cas d'une automobile hybride. L'hybridation des véhicules (machine thermique en cycle routier et machine électrique en cycle urbain) permet d'utiliser le moteur thermique au mieux de ses performances (c'est-à-dire avec le meilleur rendement) et ainsi tirer le meilleur parti de l'énergie embarquée, réduisant la consommation d'essence et les émissions de CO₂.

5. Les transports en ville sont caractérisés par des démarrages et des arrêts fréquents. Cela correspond-il à des appels de puissance ou à un besoin d'autonomie ?

6. A partir du diagramme de Ragone, donnez les deux moyens de stockage les plus appropriés. On estime à 30 kW le besoin en puissance lors d'une phase d'accélération.

7. Calculez la masse de ces deux moyens de stockage permettant de fournir cette puissance.

8. Si notre super-condensateur a une puissance disponible de 3000W/kg, en déduire, à partir du diagramme de Ragone, les valeurs de l'énergie massique disponible.

9. En prenant la valeur max d'énergie disponible et en estimant que la puissance demandée est maximale, combien de temps peut durer la phase d'accélération (condensateur entièrement chargé au départ) ?

10. Quelle est alors la masse de l'ensemble {batterie + super-condensateurs} assurant respectivement le besoin en autonomie et celui d'appel de puissance d'une voiture électrique ?