

BACCALAURÉAT BLANC TECHNOLOGIQUE

- Session 2022 -

Sciences et Technologies de l'Industrie
et du Développement Durable

Épreuve de PHYSIQUE-CHIMIE et MATHEMATIQUES

Durée de l'épreuve : 3 h00

L'usage d'une calculatrice en mode examen est
autorisé.

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la
rédaction, la clarté et la précision des explications
entreront dans l'appréciation des copies. Toute
réponse devra être justifiée.

**Il est impératif de rédiger vos réponses des parties
physique-chimie et mathématiques sur des copies
distinctes**

**On ne peut quitter la salle que 45 minutes avant la fin
de l'épreuve**

Systèmes batteries lithium primaire fabriquées par SAFT pour les soldats

Les systèmes de batteries lithium primaire Saft pour applications militaires sont conçus (dans une usine) pour supporter les conditions extrêmes, tant électriques que mécaniques, rencontrées au combat et à l'entraînement.

Les batteries sont composées d'éléments lithium primaire assemblés en série, en parallèle ou en série-parallèle. Les batteries sont disponibles en diverses finitions sous gaine thermo-rétractable souple ou boîtier rigide (plastique ou métal). Elles sont proposées en version standard et peuvent être personnalisées pour répondre aux besoins d'applications spécifiques. De manière générale, les batteries intègrent divers composants de sécurité, tels que des protections électriques, fusibles thermiques, PTC ou diodes par exemple. Elles peuvent également être équipées d'indicateurs d'état de charge et d'un système de communication de type SMBus

Depuis près de 100 ans, Saft fournit à ses clients des batteries avec une durée de vie toujours plus longue pour l'alimentation de secours et la propulsion de leurs applications critiques.

SAFT est un des leaders dans des technologies innovantes de batteries sûres et fiables, nous permettent d'offrir une performance inégalée, sur terre, en mer, dans les airs et dans l'espace.

Saft est une filiale à 100 % de Total Energies, une compagnie multi-énergies mondiale de production et de fourniture d'énergies : pétrole et biocarburants, gaz naturel et gaz verts, renouvelables et électricité.

Des batteries Ni-Cd, Ni-MH et Li-Ion pour de multiples secteurs de marché

Qu'il s'agisse de l'aérospatiale, des transports, des télécommunications, de l'industrie pétrolière et gazière, de la santé ou encore de l'énergie, les batteries Saft sont utilisées pour de nombreuses applications et sur tous les continents.

Depuis le cercle arctique jusqu'au désert du Sahara, ou encore au sein des vaisseaux de la NASA et de l'Agence Spatiale Européenne, nous fournissons des batteries et des systèmes de batteries de pointe.

Caractéristiques des batteries BA 5372 destinées au domaine militaire et avantages

- Poids réduit : avec une densité de 1440 Wh.kg^{-1}
- Tension de sortie stable, pratiquement tout au long de la durée de vie
- Large plage de températures de fonctionnement
- Faible autodécharge
- Stockage avant utilisation pouvant dépasser 5 ans
- Conception robuste
- Excellente résistance à la passivation, même après un stockage prolongé en environnement thermiquement non contrôlé
- Performances hors pair en dessous de -20°C
- Certaines batteries sont équipées d'un indicateur d'état de charge
- Plusieurs chimies disponibles : Li-SO_2 , Li-MnO_2 , Li-SOCl_2

Spécifications techniques

- Tension nominale : jusqu'à 30 V
- Capacité nominale : jusqu'à 72 Ah
- Température de fonctionnement : -60°C à $+70^\circ\text{C}$
- Conversion ampèreheure-coulomb : $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$

I- Etude des batteries SAFT BA 5372 (Li-MnO_2)

- 1- Calculer l'énergie disponible dans cette batterie.
- 2- Pendant quelle durée pourra t-elle débiter un courant I de 12 A ?
- 3- Une batterie de type BA 5372 est composée de plusieurs cellules ayant chacune comme tension nominale environ 3 V. De combien de cellules est composée cette batterie ?
- 4- Le courant de charge conseillé pour un accumulateur Li-MnO_2 est la valeur de la capacité divisée par 60. Quelle est la valeur du courant de charge conseillé dans ce cas ?
- 5- Cette batterie débite un courant de 12 A pendant 10 heures. Calculer la quantité d'électricité Q fournie par la batterie en ampèreheure (Ah) puis en coulomb (C).
- 6- En déduire le nombre d'électrons $n(e^-)$ échangés. On donne la constante de Faraday $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$.
- 7- A partir des caractéristiques de cette batterie et de l'énergie qu'elle peut stocker, calculer la masse m de cette batterie.

II- Etude de l'installation électrique de l'Usine SAFT

La puissance apparente S de l'usine SAFT est de **60 KVA**. Le réseau est de type monophasé de valeur efficace **400 V – 50 Hz**.

8- Calculer la valeur efficace du courant I_{eff} que peut délivrer le réseau à toute l'usine.

9- Le réseau électrique assure l'alimentation en énergie électrique de quatre systèmes qui font fonctionner cette usine :

- **Système 1 (monte charge)** : C'est un moteur asynchrone de puissance utile égale à 8 KW – de rendement $\eta_1 = 80\%$ et de facteur de puissance $k_1 = 0,85$.
- **Système 2 (mini-grue)** : C'est un moteur asynchrone de puissance utile égale à 18 KW – de rendement $\eta_2 = 90\%$ et de facteur de puissance $k_2 = 0,82$.
- **Système 3 (un système de 3 fours)** : Chaque four possède une résistance de 32 Ω .
- **Système 4 (chauffage)** : résistance du four égale à 16 Ω .

On demande :

- a) La puissance active P_1 , absorbée par le monte-charge.
- b) La puissance active P_2 , absorbée par la mini-grue.
- c) La puissance active P_{03} , absorbée par un four, puis la puissance P_3 absorbée par les 3 fours.
- d) La puissance active P_4 , absorbée par le système de chauffage.
- e) La puissance active totale P_t absorbée par toute l'installation quand tous les systèmes fonctionnent en même temps.

10- Calculer le facteur de puissance k de l'installation.

11- Calculer la valeur efficace du courant absorbé par chaque moteur des systèmes 1 et 2 (I_1 et I_2) .

12- Calculer la valeur efficace du courant absorbé par les 3 fours I_3 et du chauffage I_4 .

13- Si on additionne les 4 courants I_1 , I_2 , I_3 et I_4 , trouve-t-on la valeur efficace du courant calculée à la question 1 ?

III – Etude de l'isolation de l'usine

Les batteries sont conservées dans une salle où la température ne doit pas descendre en dessous de 15 °C.

Pour cela on refait l'isolation d'un mur de 72 m² de surface, qui contient une fenêtre de 12 m².

La partie du mur sans la fenêtre est constituée de béton avec une épaisseur de 10 cm, superposé d'un isolant thermique.

La fenêtre elle est un **double** vitrage avec une couche de lame d'Argon.

	Epaisseur : e	Conductivité Thermique λ
Béton	10 cm	1,4 W.m⁻¹.K⁻¹
Isolant thermique	8 cm	0,015 W.m⁻¹.K⁻¹
Verre	4 mm	0.03 W.m⁻¹.K⁻¹
Lame d'argon	1.5 cm	0,02 W.m⁻¹.K⁻¹

14- Calculer la résistance thermique R_b du béton.

15- Calculer la résistance thermique R_{it} de l'isolant thermique.

16- En déduire la résistance thermique du mur sans la fenêtre R_{msf} .

17- Calculer la résistance thermique de la fenêtre (lame argon + double vitrage), notée R_f .

18- En déduire la résistance thermique R_m de tout le mur.

19- Calculer le flux thermique ϕ à travers ce mur, si la température intérieure est de 19 °C et la température extérieure est de 3 °C.

IV - Nettoyage des batteries par une solution basique

A la fin du processus de fabrication des batteries, il faut réaliser un nettoyage des batteries avec une solution basique de $\text{pH} = 12$.

On utilise pour cela on utilise une solution spéciale dont la concentration en ion HO^- est $[\text{HO}^-] = 0,0025 \text{ mol.l}^{-1}$.

Donnée : on rappelle le produit ionique de l'eau $[\text{H}_3\text{O}^+].[\text{HO}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$.

20- Rappeler la relation qui permet de calculer du pH d'une solution acido-basique. Puis représenter sur un axe l'intervalle des valeurs que peuvent prendre le pH et préciser la nature d'une solution située aux extrémités et au milieu de cet intervalle.

21- Calculer la concentration en ions oxonium H_3O^+ de cette solution.

22- Calculer le pH de cette solution. Conclure quant à la valeur exigée lors du nettoyage des batteries.

23- Quelle est la valeur de la concentration en ions oxonium H_3O^+ lorsque le pH est égal 12 ? Comment faire pour corriger la valeur de ce pH , sachant qu'on peut agir sur la concentration des ions hydroxydes HO^- ?

Partie Mathématiques (à rédiger sur une copie à part)

Exercice 1

La température f en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) du lubrifiant d'un moteur varie en fonction du temps t de fonctionnement exprimé en heures.

La fonction f est définie pour tout nombre réel t de l'intervalle $[0 ; +\infty[$ par :

$$f(t) = -10e^{-0,1t} + 30.$$

Le moteur est à l'arrêt au début de l'étude (à l'instant $t = 0$).

- 1) Déterminer la température du lubrifiant :
 - a. A l'arrêt.
 - b. Au bout de vingt-quatre heures. On arrondira le résultat à 10^{-1} près.
- 2) On s'intéresse au comportement de la fonction f en $+\infty$.
 - a. Déterminer $\lim_{t \rightarrow +\infty} f(t)$.
 - b. Donner une signification concrète de ce résultat pour le lubrifiant.
- 3) On note f' la fonction dérivée de la fonction f .
 - a. Calculer $f'(t)$ pour tout nombre réel t appartenant à l'intervalle $[0 ; +\infty[$.
 - b. En déduire le sens de variation de la fonction f sur l'intervalle $[0 ; +\infty[$.
 - c. Interpréter ce résultat dans le contexte de l'exercice.

4)

- a. Compléter le tableau de valeurs ci-dessous (arrondir à 0,1 près) :

t	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$f(t)$										

- b. Construire la courbe représentative de la fonction f sur l'intervalle $[0 ; +\infty[$ dans le repère orthogonal de l'annexe (annexe 1) que l'on rendra avec la copie.
- c. À quel instant la température du lubrifiant atteindra-t-elle 28°C ? Donner une valeur approchée de ce résultat à l'heure près

Exercice 2

Cet exercice est un questionnaire à choix multiples. Pour chacune des questions suivantes, une seule des quatre réponses proposées est exacte. Aucune justification n'est demandée. Une bonne réponse rapporte un point. Une mauvaise réponse, plusieurs réponses ou l'absence de réponse à une question ne rapportent ni n'enlèvent de point.

Indiquer sur la copie le numéro de la question et la lettre correspondant à la réponse.

i désigne le nombre complexe de module 1 et d'argument $\frac{\pi}{2}$.

1. La forme algébrique du nombre complexe $\frac{1+2i}{3-i}$ est :

a. $\frac{1}{2} + \frac{7}{10}i$	b. $\frac{1}{10} + \frac{7}{10}i$	c. $\frac{1}{8} + \frac{7}{8}i$	d. « Aucune des réponses a.- b.- c. »
----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------------

2. La forme exponentielle du nombre complexe $2 - 2i\sqrt{3}$ est :

a. $4e^{-i\frac{\pi}{3}}$	b. $-4e^{i\frac{\pi}{6}}$	c. $4e^{i\frac{\pi}{3}}$	d. $16e^{-i\frac{\pi}{3}}$
---------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------

3. On considère le nombre complexe $z = 2e^{-i\frac{\pi}{4}}$. Le carré de z est :

a. -4	b. 4	c. $-2i$	d. $-4i$
---------	--------	----------	----------

4. On considère toujours le nombre complexe $z = 2e^{-i\frac{\pi}{4}}$. L'inverse de z est égal :

a. $\frac{1}{2}e^{-i\frac{\pi}{4}}$	b. $-2e^{-i\frac{\pi}{4}}$	c. $2e^{i\frac{\pi}{4}}$	d. $\frac{1}{2}e^{i\frac{\pi}{4}}$
-------------------------------------	----------------------------	--------------------------	------------------------------------

ANNEXE 1 (à rendre avec la copie de mathématiques) Nom :.....- Classe :

