



Concours Ingénieurs Bac+5

ANNALES
Samedi 27 avril 2024

**Bac technologique
ÉPREUVE DE SCIENCES APPLIQUÉES
Durée : 1H**

- Vous devez **traiter 1 seule matière et y choisir 6 exercices**
- Vous devez **traiter la matière présentée au Bac** (et indiquée sur votre étiquette)
- Vous devez **traiter 6 exercices (au choix)** de la seule et unique matière concernée
 - Exercices 1 à 7 : **STI2D**
 - Exercices 8 à 14 : **STAV**
 - Exercices 15 à 24 : **STL**

Si vous traitez plus de 6 exercices de la matière, **seuls les 6 premiers seront corrigés.**

Si vous sélectionnez plusieurs exercices de différentes matières, seules les réponses aux exercices de la 1^{ère} matière seront comptabilisées.

- Un exercice comporte **4 affirmations** repérées par les lettres **a, b, c, d.**
- Vous devez indiquer pour chacune d'elles si elle est **vraie (V)** ou **fausse (F)**.
- ***Un exercice est considéré comme traité dès qu'une réponse à une des 4 affirmations est donnée.***

- Une réponse exacte rapporte 1 point.
- Une réponse inexacte entraîne le retrait de 0.5 point.
- Une réponse annulée ou l'abstention de réponse ne rapporte ni ne retire aucun point.

L'attention des candidats est attirée sur le fait que, dans le type d'exercices proposés, une lecture attentive des énoncés est absolument nécessaire, le vocabulaire employé et les questions posées étant très précis.

L'usage de la calculatrice ou de tout appareil électronique est interdit.

PARTIE STI2D

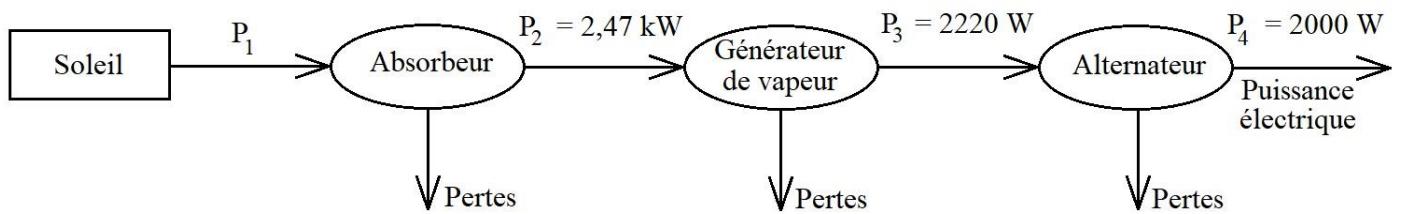
7 exercices

Exercice n° 1 : La centrale solaire d'Ivanpah



Mise en service en 2013, la centrale thermique solaire d'Ivanpah est équipée de 173 000 miroirs qui dirigent la lumière du Soleil vers un absorbeur. L'énergie est ensuite utilisée par un générateur de vapeur, cette dernière permet de faire tourner un alternateur qui génère de l'électricité.

Pour un seul miroir de 9 m^2 avec un ensoleillement de 1000 W.m^{-2} , on a le diagramme des transferts de puissances ci-dessous :



Données :

- Ivanpah est située en Californie et bénéficie de 320 jours d'ensoleillement par an, avec 9h22 min de Soleil par jour en moyenne, soit 3000h d'ensoleillement par an.

$$\frac{1}{2,47} = 0,40 \quad \frac{2,47}{9} = 0,27 \quad \frac{2,47}{9000} = 2,7 \times 10^{-4} \quad \frac{2,22}{2,47} = 0,890 \quad \frac{2,47}{2,22} = 1,11$$

- a) En entrée de l'absorbeur la puissance est sous forme thermique.
- b) Le rendement de l'absorbeur est de 40 %.
- c) La puissance thermique perdue par le générateur de vapeur pour un miroir est d'environ 250 W.
- d) L'énergie fournie par un miroir en un an est de 6 MWh.

Exercice n° 2 : Isolation d'une serre

Une serre végétale permet de maintenir toute l'année un climat propice à la croissance des végétaux. Une agricultrice possède une serre en verre horticole dont les caractéristiques sont les suivantes :

Surface totale de verre : 50 m^2 Épaisseur du verre : 5 mm
 Résistance thermique totale des parois de la serre : 10^{-4} K/W



L'agricultrice souhaite améliorer l'isolation thermique de sa serre afin de diminuer sa facture de chauffage. En effet, en hiver, il faut maintenir la température intérieure à 15°C alors que la température extérieure peut atteindre 0°C .

Elle souhaite obtenir une résistance thermique de $5,3 \times 10^{-3} \text{ K/W}$ uniquement pour l'isolant et opte pour du film à bulles comme isolant.

Données :

- Conductivité thermique du film à bulles : $\lambda_{bulle} = 0,038 \text{ W.m}^{-1}.K^{-1}$.
- Conductivité thermique des plaques polycarbonates : $\lambda_{poly} = 3,9 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-1}.K^{-1}$.
- La résistance thermique d'une paroi correspond à l'épaisseur de la paroi divisée par le produit de sa surface et de sa conductivité thermique.

$$\frac{5,3 \times 10^{-3}}{0,038 \times 50} = 2,8 \times 10^{-3} \quad \frac{0,038 \times 50}{5,3 \times 10^{-3}} = 358 \quad 5,3 \times 10^{-3} \times 50 \times 0,038 = 1,0 \times 10^{-2}$$

a) Le transfert thermique en hiver se fait de l'intérieur de la serre vers l'extérieur.

b) Avant l'installation de l'isolant le flux thermique traversant les parois de la serre en hiver est de 150 kW .

c) L'agricultrice a fait le choix le plus performant (pour une même épaisseur) entre le film à bulles et les plaques de polycarbonate pour l'isolation de sa serre.

d) Pour atteindre la résistance thermique souhaitée il faut utiliser une épaisseur de film à bulles de 10 mm .

Exercice n°3 : Bilan carbone d'un avion



Les avions de lignes fonctionnent avec des moteurs thermiques alimentés en kérósène, carburant produit à partir du pétrole.

L'étude porte sur un avion de ligne transportant 200 passagers. Cet avion parcourt 1000 km en 1h 15 min et consomme 45 L de kérósène.

Lors de l'étude, le kérósène, qui est un mélange d'alcanes, sera considéré comme composé uniquement de décane $C_{10}H_{22}$, 45 L correspondent alors à 254 mol de décane.



Données :

- Pouvoir calorifique supérieur du kérósène : $PC = 46,4 \text{ MJ/kg}$

- Masse volumique du kérósène : $\rho = 0,800 \text{ kg.L}^{-1}$

$$\frac{45}{0,800} = 56$$

$$\frac{0,800}{45} = 18 \times 10^{-3}$$

$$45 \times 0,800 = 36$$

$$1,15 \times 3600 = 4140$$

$$15 \times 60 = 900$$

$$\frac{1000}{4140} = 0,24$$

$$\frac{1000}{4500} = 0,22$$

a) Dans l'équation de combustion du décane, le nombre stoechiométrique devant O_2 est 31.

b) La consommation de l'avion est de 36 kg de kérósène pour 100 km.

c) La quantité de matière de CO_2 émise lors de ce trajet de 1000 km est de 2,54 kmol.

d) La vitesse moyenne de l'avion sur ce trajet est de 220 m/s.

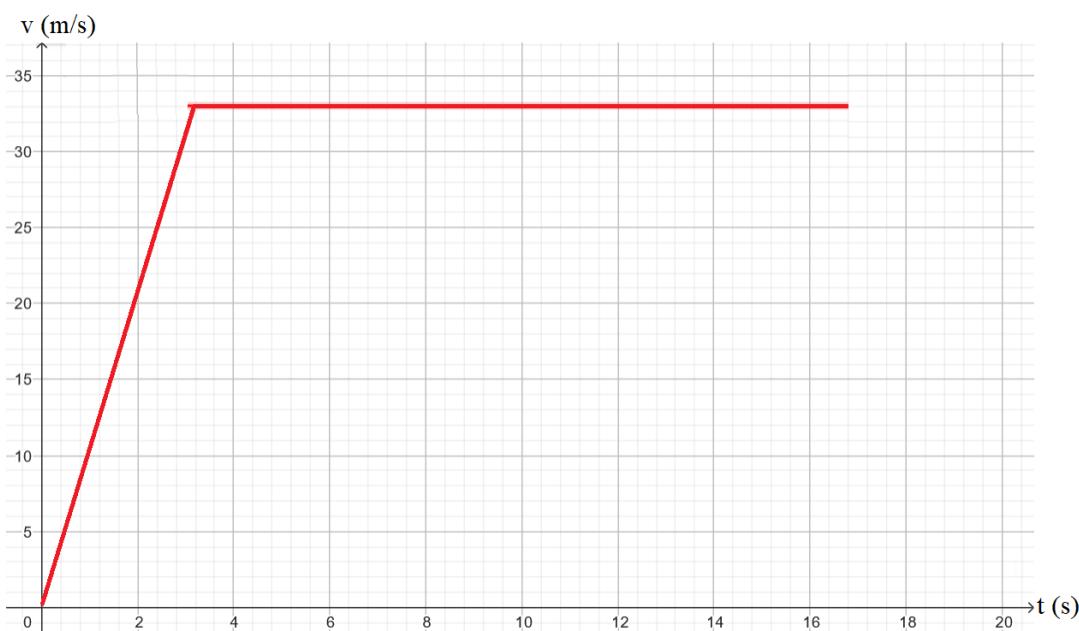
Exercice n°4 : Champion de kitesurf

Le kitesurf est un sport qui consiste à naviguer sur l'eau avec une planche tout en étant tracté par une voile, ce qui permet de sauter très haut ou d'aller très vite.

Alexandre Caizergues, originaire de Marseille, détient le record du monde de vitesse. Ce record s'est déroulé en 2017 sur une distance de 501 m (ligne droite horizontale) avec une vitesse moyenne de 107,36 km/h.



Le graphique ci-dessous représente l'évolution de sa vitesse lors de ce record. On distingue deux phases, la première est la phase d'accélération et la deuxième se déroule à vitesse constante.



Données : Le système {kitesurfer+planche+voile} est soumis à 4 forces : son poids \vec{P} , la réaction verticale de l'eau \vec{R} , la force de frottements \vec{f} et la force de traction du vent \vec{T} (toutes deux horizontales).

$$33 \times 3,2 = 106$$

$$\frac{33}{3,2} = 10,3$$

$$\frac{3,2}{33} = 0,097$$

$$\frac{33}{16,8} = 1,96$$

$$\frac{33}{13,6} = 2,43$$

$$33 \times 16,8 = 554$$

$$33 \times 13,6 = 449$$

Phase 1 : de $t = 0$ à $t = 3,2$ s

a) En appliquant le principe fondamental de la dynamique lors de cette première phase on obtient $a = \frac{T-f}{m}$

b) L'accélération lors de cette première phase est de $10,3 \text{ m/s}^2$.

Phase 2 : de $t = 3,2$ s à $t = 16,8$ s

c) Lors de cette deuxième phase les forces de frottements sont négligeables devant la force de traction du vent.

d) La distance parcourue pendant cette phase est de 449 m .

Exercice n°5 : Batterie de trottinette électrique

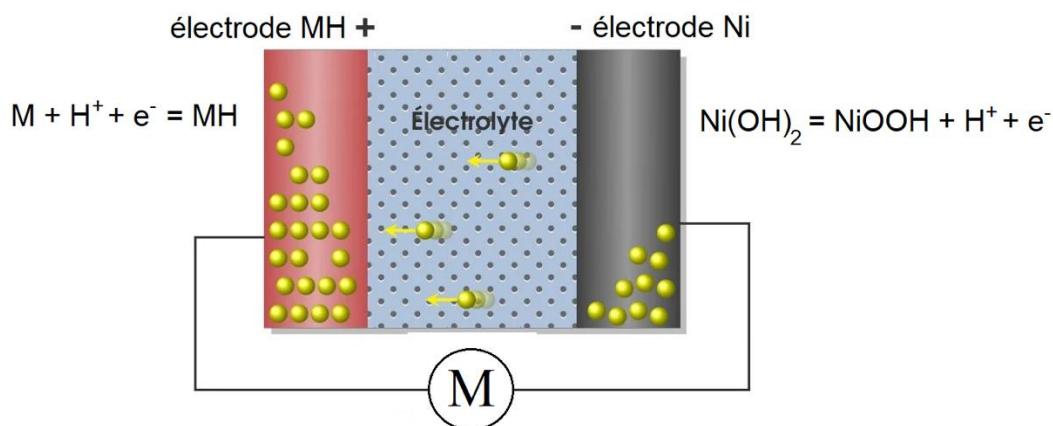


La deuxième génération de trottinettes électriques utilisait des batterie Nickel - Métal Hydure (Ni-MH).

On s'intéresse ici à la trottinette JGO, dont l'autonomie est de 15 km à une vitesse de croisière de 15 km/h. La batterie Ni-Mh de cette trottinette a les caractéristiques suivantes :

- Masse : 1,9 kg
- Tension à vide : 14,4 V
- Capacité : 7 Ah

Le schéma de fonctionnement d'une batterie Ni-Mh lors de la **décharge** est donné ci-dessous :



Données : Comparatif des batteries Ni-Mh et Li-ion

| Batterie | Auto-décharge par mois | Énergie massique | Nombre de cycles charge/décharge |
|----------|------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Ni-Mh | 20 % | 60 à 110 Wh/kg | 1500 |
| Li-ion | 3 % | 1500 à 2500 Wh/kg | 1000 |

$$\frac{14,4}{7} = 2,06$$

$$\frac{7}{14,4} = 0,49$$

$$7 \times 14,4 = 101$$

a) Lors de la décharge l'électrode de nickel est la cathode.

b) Avec un courant de 0,5 A, le temps de charge complète de la batterie est de 3h30.

c) À la vitesse de croisière les moteurs consomment 101 W.

d) Les batteries Ni-MH sont une solution plus légère que les batteries Li-ion.

Exercice n°6 : Protection des cultures

Afin de protéger les surfaces agricoles des animaux (insectes, oiseaux, mammifères...) de nombreux dispositifs existent. Le boîtier Doxman VR8 utilise des ultrasons afin de tenir à distance les chevreuils, sangliers, lapins.... Il est équipé de cellules photovoltaïques et d'une batterie Li-Ion.

Le niveau sonore à 1 m du boîtier est de 64 dB.



Caractéristiques techniques du boîtier

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| Portée de l'alarme | 150 m |
| Intervalle de l'alarme | 0,1-1 min |
| Durée de l'alarme | 10-50 sec |
| Dimensions | 200 x 200 x 105 mm |
| Poids net | 2110 g |
| Températures supportées | (-15 – (+)50 °C |
| Température stockage | (-20 – (+)25 °C |
| Haut-parleurs | 8 |
| Batterie li-ion | 14000 mAh - 3,6 V |
| Panneau solaire polycristallin | 6 W |

Enregistrement des



ultrasons émis

Données : - Le niveau sonore diminue de 6 dB à chaque fois que la distance à la source sonore double. Il diminue de 20 dB lorsque la distance est multipliée par 10.

- Le niveau sonore doit être supérieur à 20 dB pour que les ultrasons soient efficaces sur les lapins.

$$\frac{1}{0,04} = 25 \quad \frac{1}{0,05} = 20 \quad \frac{1}{0,6} = 1,7 \quad \frac{0,2}{5} = 0,04$$

a) Les ultrasons émis correspondent à un signal sonore pur.

b) La fréquence des ultrasons émis est de 25 kHz.

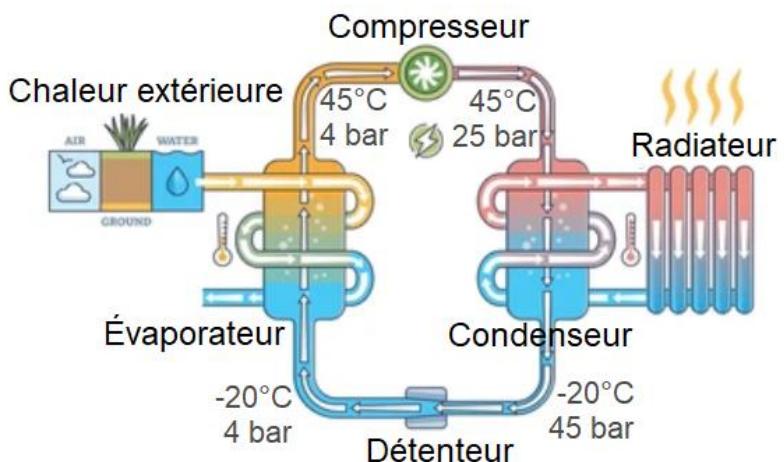
c) Les ultrasons se propagent plus rapidement dans l'air que les sons audibles.

d) À partir de 160 m de distance du boîtier les ultrasons ne sont plus efficaces sur les lapins.

Exercice n°7 : Pompe à chaleur

Les pompes à chaleurs utilisent l'énergie thermique extérieure (du sol, de l'air, de l'eau...) afin de consommer moins d'électricité pour le chauffage d'un domicile.

Un fluide caloporteur circule dans une pompe à chaleur, subissant plusieurs changements de température et de pression sur un cycle, dont les valeurs sont données sur le schéma ci-contre.



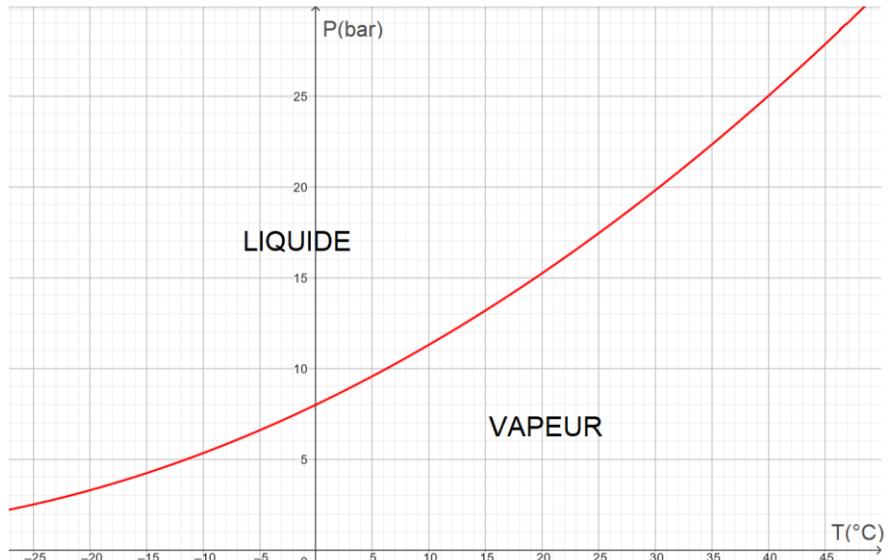
Les pompes à chaleur actuelles ont un coefficient de performance proche de 4, c'est-à-dire qu'avec 1 J d'énergie électrique ajouté à l'énergie thermique extérieure elles produisent 4 J d'énergie thermique à l'intérieur.

Données :

- Diagramme (P,T) du fluide caloporteur R410A ci-contre.
- Capacités thermiques massiques du fluide R410A :
 $c_{liquide} = 1,7 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
 $c_{gaz} = 0,8 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

$$200 \times 4 = 800 \quad \frac{200 \times 4}{3600} = 0,22$$

$$\frac{200}{4} = 50 \quad \frac{200}{3600 \times 4} = 0,014$$



- À une pression de 25 bars le fluide R410A se vaporise à partir d'une température de 40°C.
- À l'état liquide les molécules du fluide sont beaucoup plus désorganisées qu'à l'état vapeur.
- En passant de 20°C à -20°C dans le condenseur, 1 kg de fluide caloporteur libère 32 kJ d'énergie thermique.
- Pour assurer une production d'énergie thermique de 200 kJ/h la puissance électrique consommée est de 14 W.