

Correction du test de rentrée

Exercice 1 : Rendement du moteur électrique de la Zoé

1. Compléter la chaîne de puissance :

Batterie → [Puissance électrique] → **Moteur** → [Puissance mécanique]
→ (et pertes par [Puissance thermique]).

2. Déterminer la puissance électrique fournie et la durée de fonctionnement :

Le rendement η est défini par le rapport entre la puissance utile (mécanique) et la puissance reçue (électrique) : $\eta = P_{\text{elec}}/P_{\text{meca}} \Rightarrow P_{\text{elec}} = P_{\text{meca}} / \eta$

Application numérique : $P_{\text{elec}} = 5/0,75 \text{ kW} = 5000/0,75 \approx 6667 \text{ W}$ (soit environ 6,67 kW)

Durée de fonctionnement (t) : On connaît l'énergie de la batterie $E = 52 \text{ kWh}$ et la puissance électrique consommée $P_{\text{elec}} \approx 6,67 \text{ kW}$. En utilisant l'énergie totale de la batterie et la puissance électrique : $E = P_{\text{elec}} \times t \Rightarrow t = E / P_{\text{elec}} = 52 / 6,667 = 7,8 \text{ heures}$

(En convertissant en heures et minutes : $0,8 \times 60 = 48 \text{ min}$, soit **7h 48min**).

Montrer que l'autonomie ne dépasse pas 400 km :

L'autonomie d se calcule en multipliant la vitesse v par la durée de fonctionnement t :
 $d = v \times t = 50 \times 7,8 = 390 \text{ km}$

390 km est bien inférieur ou égal à 400 km, l'autonomie ne dépasse donc pas 400 km.

Exercice 2 : Caractéristiques d'une batterie d'accumulateurs

1. Signification des 3 valeurs lues sur la batterie Bosch :

12 V : C'est la **tension nominale** de la batterie.

52 Ah : C'est la **capacité de la batterie** (exprime la quantité d'électricité maximale qu'elle peut débiter).

470 A : C'est le **courant maximal de démarrage** que la batterie peut fournir pendant une courte durée (notamment pour lancer le démarreur du moteur thermique).

2. Calcul de l'énergie disponible :

En Wh : $E = U \times Q = 12 \text{ V} \times 52 \text{ Ah} = 624 \text{ Wh}$

En Joules (J) : Sachant qu' $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$: $E = 624 \times 3600 = 2246400 \text{ J} = 2,25 \times 10^6 \text{ J}$

Exercice 3 : Brûler de l'alcool

1. Équation bilan de la combustion complète de l'éthanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) :

Réactifs : Éthanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) + Dioxygène (O_2) → Produits : Dioxyde de carbone (CO_2) + Eau (H_2O)

Équation équilibrée : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$

2. Nombre de moles d'éthanol introduit (n_0) :

Masse molaire de l'éthanol $M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = (2 \times 12) + (6 \times 1) + 16 = 24 + 6 + 16 = 46 \text{ g.mol}^{-1}$.

Nombre de moles : $n(\text{éthanol}) = m / M = 138 \text{ g} / 46 \text{ g.mol}^{-1} = 3 \text{ mol}$

3. Montrer qu'il n'y a pas de réactif limitant (stœchiométrie) :

D'après l'équation, 1 mole d'éthanol réagit avec 3 moles de O_2 .

Pour nos 3 moles d'éthanol introduites, il faudrait : $n(\text{O}_2) = 3 \times 3 = 9 \text{ moles de } \text{O}_2$

L'énoncé indique que l'on fait brûler l'éthanol dans **9 mol de dioxygène**. Les proportions sont donc exactement stœchiométriques : aucun réactif n'est en excès, il n'y a **pas de réactif limitant** (les deux réactifs sont totalement consommés).

4. Nombre de moles des produits formés :

D'après les coefficients stœchiométriques de l'équation :

$$n(\text{CO}_2) = 2 \times n(\text{éthanol}) = 2 \times 3 = 6 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 3 \times n(\text{éthanol}) = 3 \times 3 = 9 \text{ mol}$$

5. Volumes de CO_2 et de vapeur d'eau générés :

En utilisant le volume molaire $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$:

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times V_m = 6 \times 24 = 144 \text{ L}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \times V_m = 9 \times 24 = 216 \text{ L}$$

Exercice 4 : Écriture d'une équation horaire

(D'après les échelles données : 1 carreau vertical = 5 V ; 1 carreau horizontal = 2 ms)

1. Période T : En comptant le nombre de carreaux pour un motif élémentaire (une période complète sur l'axe horizontal), on trouve par exemple 4 carreaux horizontaux : $T = 5 \times 2 \text{ ms} = 10 \text{ ms}$

2. Fréquence f : $f = 1 / T = 1 / (10 \times 10^{-3}) = 100 \text{ Hz}$

3. Pulsation ω : $\omega = 2\pi f = 2 \times \pi \times 100 \approx 628 \text{ rad.s}^{-1}$

4. Tension maximale $U_{\max}$ et efficace U_{eff} :

En comptant la hauteur maximale (crête) en partant de l'axe central (par exemple 3 carreaux vers le haut) : $U_{\max} = 3 \times 5 \text{ V} = 15 \text{ V}$

Tension efficace : $U_{\text{eff}} = U_{\max} / \sqrt{2} = 15 / \sqrt{2} \approx 10,6 \text{ V}$

5. Équation horaire $u(t)$: En supposant la phase initiale nulle (le signal commence à 0 en montant) : $u(t) = U_{\max} \cdot \sin(\omega t) \Rightarrow u(t) = 15 \sin(628t)$

Exercice 5 : Lecture de chronogrammes

(Données : $U_{\max} = 60 \text{ V}$, $I_{\max} = 10 \text{ A}$)

1. Puissance apparente S :

$S = U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}$ avec $U_{\text{eff}} = U_{\max} / \sqrt{2} = 60 / \sqrt{2}$ et $I_{\text{eff}} = I_{\max} / \sqrt{2} = 10 / \sqrt{2}$:

$$S = U_{\max} \times I_{\max} / 2 = 60 \times 10 / 2 = 300 \text{ VA}$$

2. Déphasage φ entre tension et courant :

On observe le décalage horizontal entre les passages par zéro ou les sommets de la Voie 1 et de la Voie 2 sur le chronogramme.

En mesurant le décalage temporel Δt et la période T , on calcule le déphasage en radians via la formule : $\varphi = 2\pi \cdot T \Delta t$ (valeur lue graphiquement selon l'écart des courbes) Le déphasage entre la tension et le courant (φ)

- **Période (T)** : un cycle complet représente 6 divisions sur le chronogramme.
- **Décalage** : l'écart entre les sommets (ou passages par zéro) de la tension (Voie 1) et du courant (Voie 2) est de 0,7 division.

Le déphasage s'obtient par la proportionnalité :

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ$$

avec $\Delta t = 0,8 \times 5 = 4 \text{ ms}$ et $T = 4 \times 5 = 20 \text{ ms}$. $\varphi = 4 / 20 \times 360 = 72^\circ$

3. Facteur de puissance ($\cos\varphi$) : $\cos(\varphi) = \cos(72) = 0,31$

Exercice 6 : Mécanique (Énergie cinétique et travail)

1. Conversion de la vitesse en m.s^{-1} :

$V_A = 61,2 / 3,6 = 17 \text{ m.s}^{-1}$ (ce qui démontre bien le résultat attendu).

2. Énergie cinétique en A ($E_c(A)$) :

$$E_c(A) = \frac{1}{2} m V_A^2 = \frac{1}{2} \times 800 \times 17^2 = 115600 \text{ J} = 115,6 \text{ kJ}$$

3. Vitesse V_B au point B :

La voiture s'arrête au point B, donc sa vitesse est nulle : $V_B = 0 \text{ m.s}^{-1}$.

4. Énergie cinétique en B ($E_c(B)$) :

$$E_c(B) = \frac{1}{2} m V_B^2 = 0 \text{ J}$$

5. Nom et place des 3 forces sur le schéma :

- **P** : Le poids (exerce une force verticale dirigée vers le bas depuis le centre de gravité).
- **R_N** : La réaction normale du support (verticale vers le haut).
- **f** : La force de frottement (horizontale, dirigée vers l'arrière, opposée au mouvement).

6. Justification que **P** et **R_N** ne travaillent pas :

Leurs directions sont **perpendiculaires au déplacement** (qui est horizontal). Le produit scalaire entre ces forces et le vecteur déplacement est donc nul : $W(P) = 0$ et $W(R_N) = 0$

7. Calcul du travail de **f** :

D'après le théorème de l'énergie cinétique entre A et B :

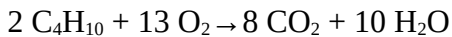
$$\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = W_{AB}(P) + W_{AB}(R_N) + W_{AB}(f)$$

$$0 - 115600 = 0 + 0 + W_{AB}(f)$$

$$W_{AB}(f) = -115600 \text{ J} = -115,6 \text{ kJ}$$

Exercice 7 : Combustion du butane

1.Équation de combustion complète du butane :



2.Énergie E libérée par la cartouche :

Masse du gaz $m_g = 0,68 \text{ kg} = 680 \text{ g}$.

$\text{PCI} = 45,6 \text{ MJ.kg}^{-1}$.

$$E = m_g \times \text{PCI} = 0,68 \times 45,6 = 31,008 \text{ MJ} = 31\,008 \text{ kJ}$$

3.Masse d'eau me que l'on peut chauffer :

•L'énergie thermique reçue par l'eau est $Q = E = 31\,008 \text{ kJ}$.

•Formule de la chaleur sensible : $Q = m_e \times c_e \times (T_f - T_i)$

•Avec $c_e = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et $\Delta T = 100 - 20 = 80 \text{ K}$:

$$31008 = m_e \times 4,18 \times 80 \quad m_e = 334,431008 \approx 92,7 \text{ kg}$$

4.Pourquoi commet-on une erreur en considérant $E=Q$?

En réalité, une partie de la chaleur produite par la flamme est perdue dans l'air ambiant et sert à chauffer le récipient (la casserole) au lieu de chauffer uniquement l'eau .

Exercice 8 : Une note pour deux instruments

1.Le signal est-il sinusoïdal ? Périodique ?

Il n'est pas sinusoïdal (sa forme ne correspond pas à une simple fonction sinus parfaite, elle est plus complexe). **Il est périodique** car le motif élémentaire se répète à l'identique au cours du temps.

2.Fréquence f du signal :

En mesurant la durée d'un motif, on trouve pour la période $0,08 \text{ ms}$

$$T = 0,08 \text{ s} \Rightarrow f = 1/T = 125 \text{ Hz}$$

3.Que représentent les fréquences sur le spectre ?

Elles représentent les différentes composantes fréquentielles du signal : la **fréquence fondamentale** (la plus basse, qui donne la hauteur de la note) et ses **harmoniques** (qui sont des multiples entiers de la fondamentale).

4.Fréquence du fondamental et des harmoniques (Spectre 1) :

Fondamental : $f_1 = 125 \text{ Hz}$ (le pic le plus grand ou le premier).

Harmoniques visibles : 250 Hz ($2f_1$), 375 Hz ($3f_1$, etc. selon les pics du premier diagramme de spectre). La relation d'harmonicité ($f_n = n \times f_1$) est bien vérifiée.

5.Fréquence du fondamental pour le second instrument :

Sur le second diagramme spectral, le premier pic se situe également à 125 Hz .

6.Ont-ils la même hauteur ?

Oui, car la hauteur d'une note dépend uniquement de la fréquence de son fondamental. Les deux instruments ont un fondamental à 125 Hz.

7. Même sensation sonore ? Propriété :

Non, les sons sont différents à l'oreille car les amplitudes des harmoniques diffèrent d'un instrument à l'autre. Cette propriété s'appelle le **timbre** de l'instrument.

BARÈME

Exercice 1 : Rendement du moteur électrique de la Zoé (2,5 points)

Chaîne de puissance complète : 0,5 pt

Calcul de la puissance électrique (Pelec) : 1 pt (0,5 pt pour la formule/le raisonnement, 0,5 pt pour le résultat avec unité).

Calcul de la durée et vérification de l'autonomie : 1 pt (0,5 pt pour le calcul du temps de fonctionnement, 0,5 pt pour le calcul de la distance et la conclusion).

Exercice 2 : Caractéristiques d'une batterie d'accumulateurs (2,5 points)

Signification des 3 valeurs : 0,75 pt (0,25 pt par valeur correctement nommée).

Calcul de l'énergie en Wh : 0,75 pt (formule $U \times Q$ et application numérique).

Conversion de l'énergie en Joules : 1 pt (utilisation correcte du facteur 3600 et écriture scientifique).

Exercice 3 : Brûler de l'alcool (3 points)

Équation de combustion équilibrée : 0,75 pt

Calcul du nombre de moles initiales d'éthanol : 0,75 pt (calcul de la masse molaire + calcul de n).

Justification de l'absence de réactif limitant : 0,75 pt (comparaison stœchiométrique claire).

Calcul des moles et volumes des produits (CO_2 et H_2O) : 0,75 pt.

Exercice 4 : Écriture d'une équation horaire (2,5 points)

Détermination de la période T et de la fréquence f : 0,75 pt

Calcul de la pulsation ω : 0,5 pt

Tension maximale et efficace (U_{max} et U_{eff}) : 0,75 pt

Écriture finale de l'équation horaire $u(t)$: 0,5 pt

Exercice 5 : Lecture de chronogrammes (2 points)

Calcul de la puissance apparente S : 0,75 pt

Détermination du déphasage ϕ : 0,75 pt

Calcul du facteur de puissance ($\cos\phi$) : 0,5 pt

Exercice 6 : Mécanique (Énergie cinétique et travail) (3 points)

Conversion de vitesse et énergie cinétique en A : 0,5 pt

Énergie cinétique en B et inventaire des forces : 1 pt

Justification du travail nul pour le poids et la réaction normale : 0,5 pt

Calcul du travail de la force de frottement via le théorème de l'énergie cinétique : 1 pt

Exercice 7 : Combustion du butane (2,5 points)

Équation de combustion : 0,5 pt

Calcul de l'énergie libérée par la cartouche E : 0,75 pt

Calcul de la masse d'eau chauffée m_e : 0,75 pt

Explication de l'écart / source d'erreur (pertes thermiques) : 0,5 pt

Exercice 8 : Une note pour deux instruments (2 points)

Nature du signal (périodique, non sinusoïdal) et calcul de la fréquence : 0,75 pt

Rôle des fréquences sur le spectre (fondamental et harmoniques) : 0,5 pt

Comparaison de la hauteur et définition de la notion de timbre : 0,75 pt

Total général : 20 points