Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BP Froid, veuillez visiter :
bpfroid.fr/annales-sujets-et-corriges

BP FROID • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Épreuve E4 U40 : Sciences Physiques

Session 2010 • Code sujet : **BP-SC.1** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Combustion de l’octane et émissions de dioxyde de carbone (9 questions) **Page 3**

2. Transferts thermiques et pression dans une chambre froide (12 questions) **Page 6**

3. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U40 - Sciences physiques/2010/BP Froid - U40 - Sciences physiques - Session 2010 - 2-Sujet.pdf

1. Combustion de l'octane et émissions de dioxyde de carbone

L'exercice assimile l'essence d'un réservoir à de l'octane et étudie sa combustion. Il demande d'évaluer la quantité et la masse de CO_2 produites, puis les émissions par kilomètre et l'impact annuel des véhicules climatisés.

Question 1. À partir de la masse volumique de l'octane et du volume d'essence contenu dans un réservoir plein, calculer la masse d'octane présente.

On utilise $m = \rho V$, avec $\rho = 700\ \text{kg/m}^3$ et $V = 0{,}06\ \text{m}^3$. Ainsi, $m = 700 \times 0{,}06 = 42\ \text{kg}$. Le réservoir plein contient 42 kg d'octane.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $m = 42\ \text{kg}$ d'octane

Question 2. Calculer la masse molaire de l'octane à partir de sa formule chimique.

Atome	Nombre	Masse molaire atomique	Contribution
C	8	12 g/mol	96 g/mol
H	18	1 g/mol	18 g/mol

Pour C_8H_{18}, $M = 8 \times 12 + 18 \times 1 = 114\ \text{g/mol}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114\ \text{g/mol}$

Question 3. Calculer le nombre de moles d'octane correspondant à un plein d'essence.

La masse trouvée à la question 1 est $42\ \text{kg} = 42\,000\ \text{g}$. Avec $n = m/M$, on obtient $n = 42\,000/114 = 368{,}42\ \text{mol}$. La quantité d'octane est donc d'environ 368 mol.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n(\text{C}_8\text{H}_{18}) \approx 368\ \text{mol}$

Question 4. Établir l'équation bilan de la combustion de l'octane.

1. Écrire la combustion complète : $\text{C}_8\text{H}_{18} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
2. Équilibrer les atomes de carbone, d'hydrogène puis d'oxygène.

L'équation bilan est $2\ \text{C}_8\text{H}_{18} + 25\ \text{O}_2 \rightarrow 16\ \text{CO}_2 + 18\ \text{H}_2\text{O}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$2\ C_8H_{18} + 25\ O_2 \rightarrow 16\ CO_2 + 18\ H_2O$

---

a)

Question 5. Calculer le nombre de moles de dioxyde de carbone rejetées dans l'atmosphère par la combustion de toute l'essence contenue dans le réservoir.

L'équation bilan donne 8 mol de CO_2 par mole d'octane. Pour $368{,}42\ \text{mol}$ d'octane, $n(CO_2) = 8 \times 368{,}42 \approx 2\,947{,}37\ \text{mol}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$n(CO_2) \approx 2\,947\ \text{mol}$

---

b)

Question 5. À partir du nombre de moles de CO_2 produit et du volume molaire, calculer le volume de dioxyde de carbone rejeté.

Avec le volume molaire $V_m = 25\ \text{L/mol}$, le volume de dioxyde de carbone vaut $V = V_m n$. Donc $V = 25 \times 2\,947{,}37 \approx 73\,684\ \text{L}$, soit environ $73{,}7\ \text{m}^3$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$V(CO_2) \approx 73\,684\ \text{L}$, soit $73{,}7\ \text{m}^3$

Question 6. Calculer, en kilogrammes, la masse de dioxyde de carbone correspondant à la quantité produite.

La masse molaire de CO_2 est $12 + 2 \times 16 = 44\ \text{g/mol}$. Ainsi, $m = nM = 2\,947{,}37 \times 44 \approx 129\,684\ \text{g}$, soit $129{,}7\ \text{kg}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$m(CO_2) \approx 129{,}7\ \text{kg}$

Question 7. Calculer la masse de dioxyde de carbone rejetée par kilomètre parcouru à partir de la masse émise et des données de consommation indiquées.

Avec 60 L consommés et une consommation de $8\ \text{L}/100\ \text{km}$, la distance parcourue est $60 \times 100/8 = 750\ \text{km}$. La masse par kilomètre vaut $129{,}684/750 \approx 0{,}1729\ \text{kg/km}$, soit environ 173 g/km.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Environ $173\ \mathrm{g}$ de $\mathrm{CO_2}$ par kilomètre

Question 8. Évaluer l'impact sur les émissions de CO_2 de la climatisation des deux millions de véhicules vendus en moyenne chaque année en France.

La climatisation ajoute 30 g de $\mathrm{CO_2}$ par kilomètre et par véhicule. Pour 2 000 000 de véhicules, cela représente $2\,000\,000 \times 30 = 60\,000\,000\ \mathrm{g/km}$, soit 60 tonnes par kilomètre parcouru par l'ensemble des véhicules.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

60 tonnes de $\mathrm{CO_2}$ supplémentaires par kilomètre parcouru

2. Transferts thermiques et pression dans une chambre froide

La partie A étudie les transferts thermiques à travers les parois d'une chambre froide et l'énergie nécessaire au refroidissement de raisins. La partie B porte sur la variation de pression de l'air lors du refroidissement et sur la force exercée sur la porte.

Partie A

Question 1. Calculer la résistance thermique globale des parois à partir de leur épaisseur et de leur conductivité thermique.

Pour une paroi homogène, la résistance thermique surfacique se calcule par **r = e / λ**. Avec une épaisseur e = 0,06 m et une conductivité λ = 0,023 W/(m·K), on obtient r = 0,06 / 0,023 = 2,6087 m²·K/W. Arrondie au centième, la résistance thermique des parois vaut 2,61 m²·K/W. Une résistance élevée traduit une meilleure isolation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

r = 2,61 m²·K/W

Question 2. Calculer le coefficient global de transmission thermique des parois à partir de leur résistance thermique.

Grandeur	Calcul	Valeur
Résistance thermique arrondie	r	2,61 m²·K/W
Coefficient de transmission	U = 1 / r = 1 / 2,61	0,3831 W/(m²·K)

Au millième, le coefficient global vaut **0,383 W/(m²·K)**. Plus U est faible, moins la paroi transmet de chaleur pour un même écart de température.

✓ RÉPONSE À RETENIR

U = 0,383 W/(m²·K)

Partie A, a)

Question 3. Calculer la surface totale des parois, porte incluse, à partir des dimensions de la chambre froide.

Parois	Calcul de surface	Surface
Deux faces de 5 m × 4 m	2 × 5 × 4	40 m²
Deux faces de 5 m × 2,5 m	2 × 5 × 2,5	25 m²
Deux faces de 4 m × 2,5 m	2 × 4 × 2,5	20 m²

La surface totale des parois, porte incluse, est 40 + 25 + 20 = 85 m².

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **S = 85 m²**

Partie A, b)

Question 3. Calculer le flux thermique traversant les parois à partir du coefficient global de transmission, de la surface totale et de l'écart de température.

Le flux thermique se calcule par **φ = U × S × Δt**. Les valeurs sont U = 0,383 W/(m²·K), S = 85 m² et Δt = 21 - 6 = 15 °C. Donc φ = 0,383 × 85 × 15 = 488,325 W. Un écart de température de 15 °C équivaut à un écart de 15 K. Le flux obtenu est la puissance thermique traversant les parois.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **φ = 488,325 W**

Partie A

Question 4. Calculer la quantité de chaleur traversant l'ensemble des parois pendant la durée indiquée.

1. La chaleur transférée pendant une durée t vaut Q = φ × t.
2. Pour 24 h, t = 24 × 3 600 = 86 400 s.
3. Avec φ = 488,325 W : Q = 488,325 × 86 400 = 42 191 280 J.

Comme 1 kJ = 1 000 J, cela correspond à 42 191,28 kJ, soit environ 42 191 kJ pour la journée.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Q_{parois} = 42 191 280 J, soit environ 42 191 kJ**

Question 5. Calculer la quantité de chaleur à extraire des raisins pour les refroidir de la température initiale à la température visée.

Donnée	Valeur
Masse des raisins, m	16 000 kg
Capacité thermique massique, c	3,85 kJ/(kg·°C)
Écart de température, Δθ	21 - 6 = 15 °C

La chaleur à extraire est Q = m × c × Δθ = 16 000 × 3,85 × 15 = 924 000 kJ.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$Q_{raisins}$ = 924 000 kJ

Question 6. Calculer la quantité de chaleur à extraire par heure pour réaliser le cycle de refroidissement en 24 heures.

Le cycle dure 24 h. Pour répartir uniformément la chaleur totale à extraire sur cette durée, on divise l'énergie par le nombre d'heures : Q_{heure} = 924 000 / 24 = 38 500 kJ/h. Cette valeur représente l'énergie à retirer chaque heure du cycle de refroidissement. Elle servira à calculer la puissance calorifique correspondante.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Q_{heure} = 38 500 kJ/h

Question 7. Calculer la puissance calorifique correspondant à la quantité de chaleur à extraire par heure.

Étape	Calcul	Résultat
Énergie à extraire par heure	38 500 kJ/h	38 500 kJ/h
Conversion en puissance	38 500 / 3 600	10,6944 kJ/s

Or 1 kJ/s = 1 kW. Arrondie au centième, la puissance calorifique vaut 10,69 kW.

✓ RÉPONSE À RETENIR

P = 10,69 kW

Partie B

Question 1. Calculer la nouvelle pression de l'air à l'intérieur de la chambre froide lorsque sa température passe de +20 °C à +6 °C.

À volume constant, la loi de Gay-Lussac donne $P_1/T_1 = P_2/T_2$. Il faut convertir les températures en kelvins : T_1 = 20 + 273 = 293 K et T_2 = 6 + 273 = 279 K. Ainsi, P_2 = 101 300 × 279 / 293 = 96 459,7 Pa, soit 96 460 Pa à la dizaine de pascals près.

✓ RÉPONSE À RETENIR

P_2 ≈ 96 460 Pa

Partie B, a)

Question 2. Calculer l'intensité de la force exercée sur la porte par la différence entre la pression extérieure et la pression intérieure.

Grandeur	Valeur
Pression extérieure	101 300 Pa
Pression intérieure	96 460 Pa
Surface de la porte	5 m²

La différence de pression vaut ΔP = 101 300 - 96 460 = 4 840 Pa. La force résultante est F = ΔP × S = 4 840 × 5 = 24 200 N.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **F = 24 200 N**

Partie B, b)

Question 2. Indiquer la direction de la force exercée sur la porte.

La force exercée par la pression sur une surface est normale à cette surface. Pour la porte de la chambre froide, sa direction est donc perpendiculaire au plan de la porte. La direction indique l'orientation de la force, sans préciser son sens, qui dépend de la différence entre les pressions intérieure et extérieure.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **La force est perpendiculaire à la porte.**

Partie B, c)

Question 2. Indiquer le sens de la force exercée sur la porte, de l'extérieur vers l'intérieur ou de l'intérieur vers l'extérieur de la chambre froide.

1. La pression extérieure est de 101 300 Pa.
2. La pression intérieure après refroidissement est d'environ 96 460 Pa.
3. La pression est donc plus forte à l'extérieur.

La force résultante va de la pression la plus forte vers la pression la plus faible : elle est dirigée de l'extérieur vers l'intérieur de la chambre froide.

✓ RÉPONSE À RETENIR

De l’extérieur vers l’intérieur de la chambre froide.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2010)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de Sciences Physiques E4 U40 du BP Monteur Dépanneur en froid et Climatisation, session 2010, code BP-SC.1, durée 2 heures, coefficient 2. Elle comporte deux exercices sur la combustion de l'octane et les émissions de CO_2, puis sur les transferts thermiques, le refroidissement de raisins et la pression exercée sur la porte d'une chambre froide.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La masse se calcule par $m = \rho \times V$, avec des unités cohérentes.
- La quantité de matière vaut $n = m / M$; les coefficients de l'équation équilibrée donnent les proportions de réaction.
- Pour une paroi homogène, $r = e / \lambda$ et le coefficient global de transmission est $U = 1 / r$.
- Le flux thermique se calcule par $\varphi = U \times S \times \Delta t$; la force de pression sur une surface vaut $F = \Delta P \times S$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Équilibrer l'équation de combustion avant d'appliquer les rapports stœchiométriques.
- Convertir les unités de masse, volume et durée avant d'effectuer les calculs.
- Distinguer flux thermique, quantité de chaleur et puissance, et vérifier leurs unités.
- Pour la force sur la porte, indiquer séparément l'intensité, la direction et le sens.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment passer de la masse d'octane à la quantité de CO_2 produite ?

Calculez la quantité d'octane avec $n = m / M$, puis utilisez l'équation de combustion équilibrée. Les coefficients stœchiométriques donnent la quantité de CO_2 formée pour la quantité d'octane consommée.

Q : Comment distinguer le flux thermique de la quantité de chaleur ?

Le flux thermique correspond à une énergie transférée par unité de temps et s'exprime en watts. La quantité de chaleur transférée pendant une durée donnée s'obtient en multipliant le flux par cette durée et s'exprime en joules.

Q : Comment répartir son temps entre les exercices ?

L'épreuve dure 2 heures et les exercices valent respectivement 9 et 11 points. Vous pouvez répartir le temps selon ces poids, en réservant quelques minutes pour vérifier les calculs, les unités et les réponses finales.

Q : Quels éléments sont attendus pour la force exercée sur la porte ?

La correction attribue des points au calcul de l'intensité, à la direction perpendiculaire à la porte et au sens de la force. Il faut donc fournir ces trois éléments distinctement, en précisant les unités de l'intensité.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U40 - Sciences physiques/2010/BP Froid - U40 - Sciences physiques - Session 2010 - 2-Sujet.pdf
Ressources BP Froid : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.