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

BREVET PROFESSIONNEL

MONTEUR DEPANNEUR EN FROID

ET CLIMATISATION

E4 – U40 Sciences

DURÉE : 2 H 00

COEFFICIENT : 2

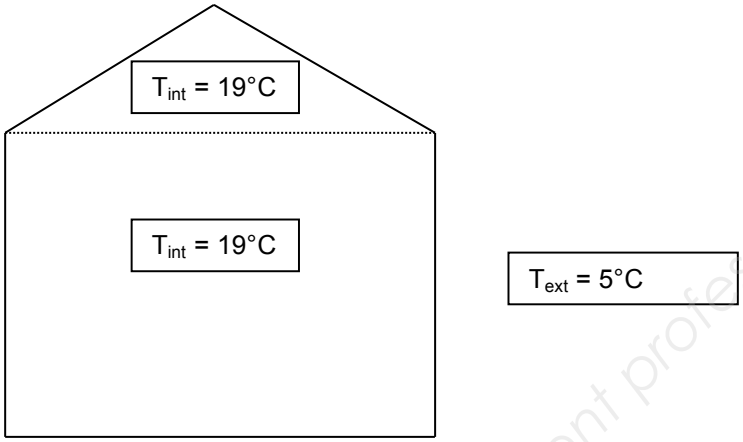
La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet est composé de 7 pages dont 1 annexe à rendre avec la copie.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Exercice 1 : ISOLATION D'UN BATIMENT (7 points)

On étudie l'isolation thermique d'un bâtiment dont voici le schéma :

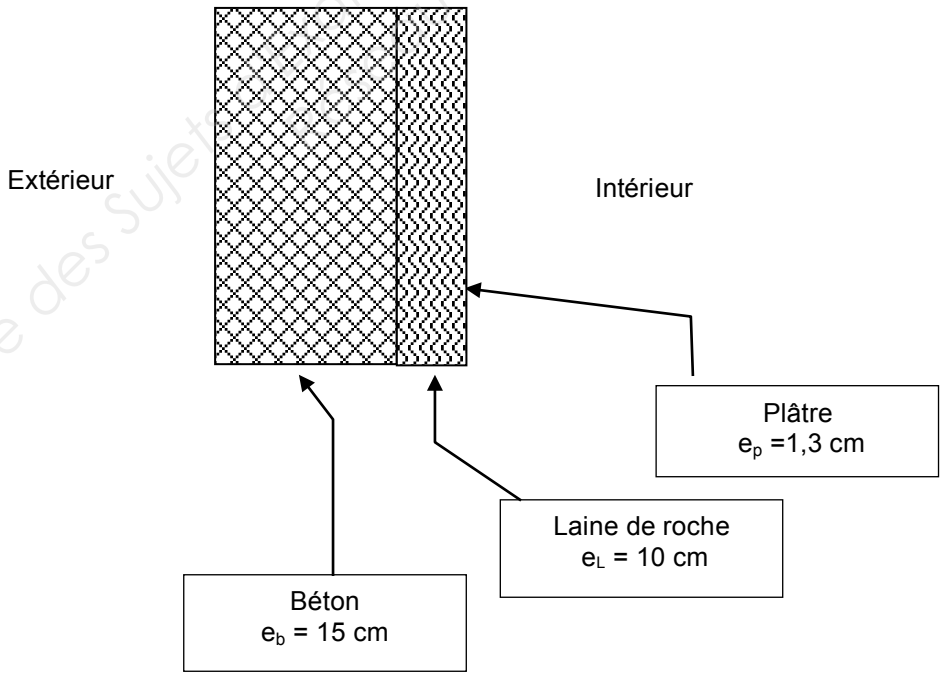


La température extérieure T_{ext} moyenne est de 5°C.
Dans toute la suite du problème, on négligera les pertes linéiques (ponts thermiques), ainsi que les pertes par le plancher bas.

1.1. Citer trois modes de transfert thermique.

1.2. A quel mode de transfert thermique, les systèmes d'isolation s'opposent-ils principalement ?

1.3. Le schéma ci-dessous présente en coupe les parois des murs extérieurs.



En se référant au schéma des parois et en utilisant les données du tableau des coefficients λ, calculer, en $m^2.K.W^{-1}$, la résistance thermique R_P des parois des murs.
Arrondir le résultat à 0,01.

Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

1.4. La toiture est isolée avec un complexe du type « Trilatte » : panneaux constitués d'une plaque d'aggloméré bois et de mousse polyuréthane. La résistance thermique de la toiture R_T est de 5,97 $m^2.K.W^{-1}$. La réglementation thermique RT2012, impose un coefficient de transmission thermique maximum $U_{max} = 0,25\ W.m^{-2}.K^{-1}$ pour toutes les parois isolées.
Les murs ne respectent pas la réglementation. La toiture la respecte-t-elle ?

1.5. Calculer, en watt, le flux thermique Φ traversant les parois et la toiture du bâtiment. Arrondir le résultat à l'unité.

1.6. Les cloisons intérieures du bâtiment sont de type « placostyle », c'est-à-dire constituées de deux plaques de plâtre d'épaisseur 13 mm à l'intérieur desquelles on glisse des feuilles de laine de verre de 5 cm d'épaisseur.

1.6.1. Donner la valeur du flux de chaleur traversant les différentes cloisons intérieures du bâtiment.
1.6.2. Quel est alors le rôle joué par la laine de verre ?

1.7. En réalité le flux total perdu est de 2 200 W. Celui-ci correspond aux pertes à travers la toiture, les parois et l'ensemble des baies du bâtiment.
Dans le cadre d'une rénovation, proposer deux façons pour diminuer le flux à travers les baies.

Données :

Résistance superficielle interne : $r_{int} = 0,11\ m^2.K.W^{-1}$

Résistance superficielle externe : $r_{ext} = 0,06\ m^2.K.W^{-1}$

Formule de la résistance thermique totale de la paroi : $R = r_{ext} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + r_{int}$ en $m^2.K.W^{-1}$.

Tableau des coefficients de conductivité thermique de certains matériaux courants :

Matériaux	λ en $W.m^{-1}.K^{-1}$	Matériaux	λ en $W.m^{-1}.K^{-1}$
Pierres	2,8	Panneaux en aggloméré bois	0,15
Bois (chêne)	0,23	Verre	1,10
Béton	1,75	Laine de roche	0,039
Mousse polyuréthane	0,030	polystyrène	0,036
Béton cellulaire	0,2	Laine de verre	0,040
Plâtre	0,35		

Surface totale des parois. $S_P = 300\ m^2$. Surface de la toiture : $S_T = 140\ m^2$.

Formule du coefficient de transmission thermique : $U = \frac{1}{R}$ en $W.m^{-2}.K^{-1}$

Formule du flux thermique total au travers d'une paroi : $\Phi = U.\Delta T.S$ en W, avec ΔT la différence de température de part et d'autre de la paroi.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Exercice 2 : RESERVOIR SOUMIS AU VENT (4 points)

Un réservoir de 450 litres d'eau est installé sur une toiture. Il est soumis à une «prise au vent».
La masse du réservoir vide est de 50 kg.
La surface «face au vent» est assimilée à un rectangle de dimensions 1,00 m × 0,80 m.
Ce réservoir est exposé à un vent de vitesse v égale à 90 km/h.

2.1. Calculer, en newton, le poids P du réservoir plein.

2.2. Représenter le poids $\vec{P}$ sur le schéma de l'annexe.

2.3. Les points A et B sont à la même altitude (voir annexe) et la vitesse en A est nulle.
En utilisant l'équation de Bernoulli entre les points A et B calculer, en pascal, la pression dynamique $p_A - p_B$.

2.4. En déduire, en newton, la valeur de la force $\vec{F}$ exercée par le vent sur le réservoir.

2.5. Représenter la force $\vec{F}$ du vent sur le schéma de l'annexe.

2.6. Il n'y a pas de risque de basculement du réservoir si le rapport $\frac{F}{P}$ est inférieur à 0,8. Y-a-t-il risque de basculement dans les conditions étudiées ci-dessus ? Justifier la réponse.

Données :

Equation de Bernoulli : $p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z = cte$

$g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$

$p = \frac{F}{S}$

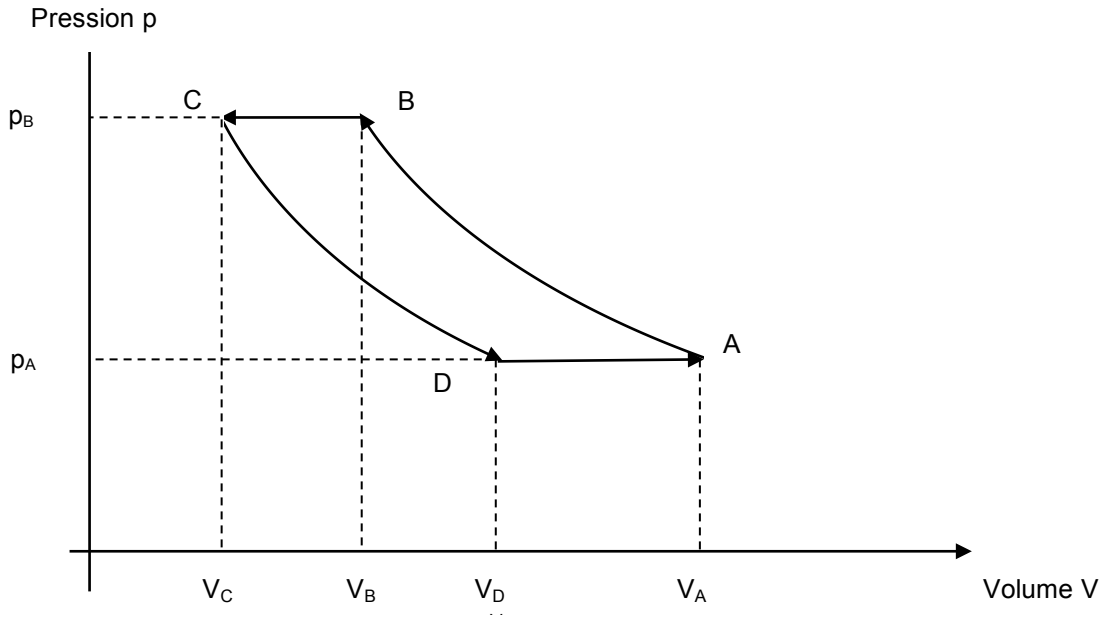
Pression atmosphérique $p_{atm} = 10^5$ Pa

Masses volumiques : $\rho_{air} = 1{,}3\ kg.m^{-3}$; $\rho_{eau} = 1000\ kg.m^{-3}$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Exercice 3 : MACHINE FRIGORIFIQUE (9 points)

En période chaude, on assure le refroidissement du bâtiment à l'aide d'une machine frigorifique à air comprimé.
Dans la suite de l'exercice, l'air est assimilé à un gaz parfait.
On donne le cycle décrit par l'air dans le diagramme de Clapeyron.



AB : compression adiabatique,
CD : détente adiabatique

Données	Point A	Point B	Point C	Point D
Pression (Pa)	2×10^5	p_B	p_C	p_D
Volume (m^3)	0,2	0,092	V_C	0,178
Température (K)	298	348	310	265

3.1. Donner le nom des transformations BC et DA.

3.2. Calculer le nombre de moles n d'air de l'installation. Arrondir le résultat à 0,1.

3.3. Montrer que la pression p_B est égale à $5{,}1.10^5$ Pa (On rappelle que n et R sont constantes).

3.4. Une transformation adiabatique est une transformation sans échange de chaleur avec l'extérieur. En déduire, en joule, la quantité de chaleur échangée Q_{AB} au cours de la transformation de l'air de l'état A à l'état B et Q_{CD} au cours de la transformation de l'air de l'état C à l'état D.

3.5. Vérifier que la valeur de V_C est égale à 0,082 m^3, résultat arrondi à 10^{-3}.

3.6. Calculer, en joule, la quantité de chaleur Q_{BC}. Arrondir le résultat à l'unité.

3.7. Calculer le travail W_{BC} échangés au cours de la transformation d'air de l'état B à l'état C.

3.8. On donne :
- le travail échangé au cours de la transformation CD : W_{CD} = - 31 100 J
- le travail échangé au cours de la transformation DA : W_{DA} = - 4 400 J
- le travail échangé au cours de la transformation AB : W_{AB} = 34 600 J
- la quantité de chaleur échangée au cours de la transformation DA : Q_{DA} = 27 719 J

3.8.1. Calculer, en joule, la quantité de chaleur totale Q_{TOT} échangée et le travail total W_{TOT} échangé.

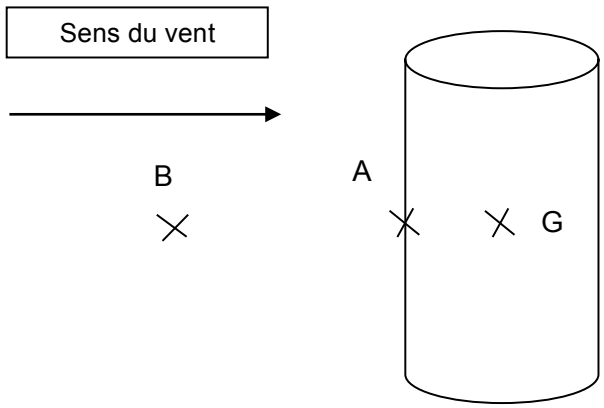
3.8.2. Que peut-on conclure ?

Données :

Constante des gaz parfaits : R = 8,31 $J.mol^{-1}.K^{-1}$
Capacité thermique molaire à pression constante : C_{air} = 51,85 $J.mol^{-1}.K^{-1}$.
Quantité de chaleur échangée : $Q = n.C_p.\Delta T$ avec n nombre de moles à pression constante.
Travail échangé à pression constante : $W = -p.\Delta V$
Loi des gaz parfaits : $p.V = n.R.T$ avec R = 8,31 $J.mol^{-1}.K^{-1}$.

Annexe (à rendre avec la copie)

Le point G est le centre de gravité du réservoir. Echelle : 1 cm pour 500 N.



Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.