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 Génie Climatique, veuillez visiter :
bp-genie-climatique.fr/annales-sujets-et-corriges

BP Génie Climatique

E4 Mathématiques

Session 2006 • Code sujet : **E4** • Durée : **1 heure** • Coefficient : **1**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Sections, débits et volume d'un raccordement conique (5 questions) **Page 3**

2. Échelle cartographique, durée d'un trajet et consommation de carburant (4 questions) **Page 7**

3. Conduction thermique à travers une paroi et loi de Fourier (11 questions) **Page 9**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U40 - Mathématiques/2006/BP Génie Climatique - U40 - Mathématiques - Session 2006 - 3-Sujet.pdf

1. Sections, débits et volume d'un raccordement conique

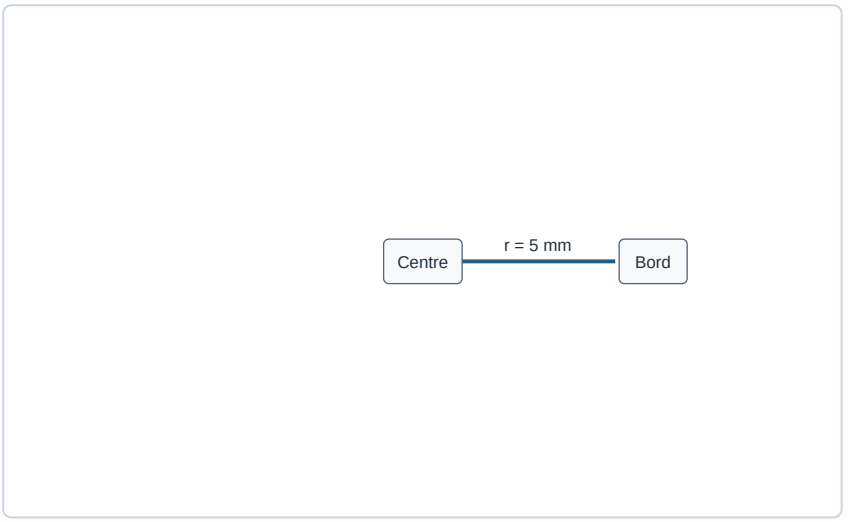
L'exercice étudie le raccordement de deux tubes de cuivre de diamètres différents, parcourus par de l'eau. Il mobilise le calcul de l'aire d'une section, la relation entre débit, vitesse et section, la conservation du débit, ainsi que le volume d'un tronc de cône.

1

Question 1.1. Pour un tube de diamètre D1 = 10 mm, détailler le calcul permettant de montrer que l'aire S1 de sa section, arrondie à l'unité, vaut 79 mm².

La section du tube est un disque. Le diamètre donné est **D_1 = 10 mm**, donc son rayon vaut r = 10 ÷ 2 = 5 mm. L'aire d'un disque est $S_1 = \pi r^2$. En remplaçant le rayon : $S_1 = 3{,}1416 \times 5 \times 5 = 78{,}54$ mm². À l'unité, on arrondit 78,54 à 79. L'aire demandée est donc bien de 79 mm².

Section circulaire du tube 1



Diamètre D_1 = 10 mm, donc rayon r = 5 mm.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$S_1 \approx 79$ mm²

Question 1.2. Exprimer l'aire S1 de la section du tube en m².

La question précédente donne l'aire arrondie S_1 = 79 mm². Pour convertir une aire, on convertit la longueur puis on la met au carré : 1 mm = 0,001 m, donc 1 mm² = 0,001 × 0,001 = 0,000001 m². Ainsi, S_1 = 79 × 0,000001 = 0,000079 m². Cette conversion fournit l'aire en mètres carrés, unité utilisée pour les calculs de débit.

Conversion de l’aire de la section

Grandeur	Conversion	Valeur
Aire donnée	79 mm²	79 mm²
Facteur de conversion	1 mm² = 0,000001 m²	0,000001 m²
Aire en m²	79 × 0,000001	0,000079 m²

Conversion de l’aire arrondie obtenue à la question 1.1.

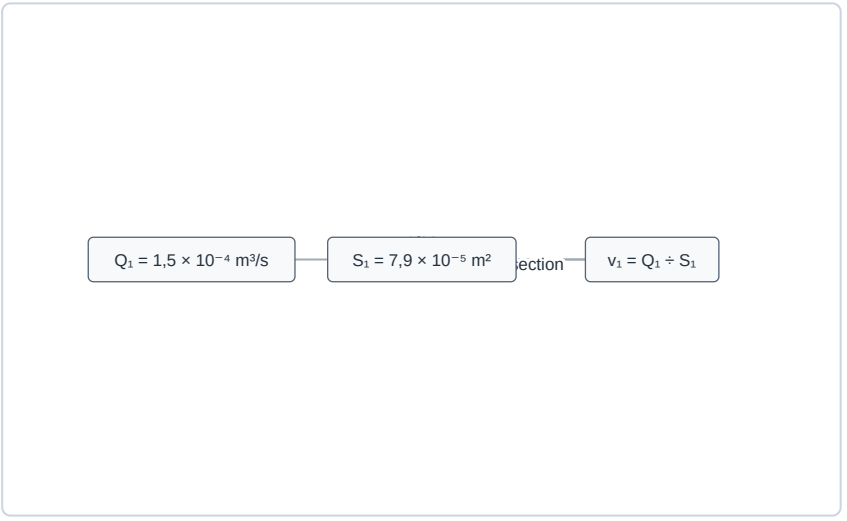
✓ RÉPONSE À RETENIR

$S_1 = 0{,}000079$ m²

Question 2. Avec Q = v × S et un débit d'entrée Q1 = 1,5 × 10⁻⁴ m³/s, calculer la vitesse d'écoulement v1 de l'eau à l'entrée du raccordement, en m/s et arrondie à 0,01.

La relation donnée est Q = v × S. On isole la vitesse : v = Q ÷ S. Le débit d’entrée est $Q_1 = 1{,}5 \times 10^{-4}$ m³/s et la section convertie à la question 1.2 est $S_1 = 0{,}000079$ m². Donc $v_1 = 0{,}00015 \div 0{,}000079 = 1{,}8987\ldots$ m/s. L’arrondi au centième donne 1,90 m/s. Les unités se simplifient bien en mètres par seconde.

Calcul de la vitesse à l’entrée



La vitesse d’écoulement est le débit divisé par la section.

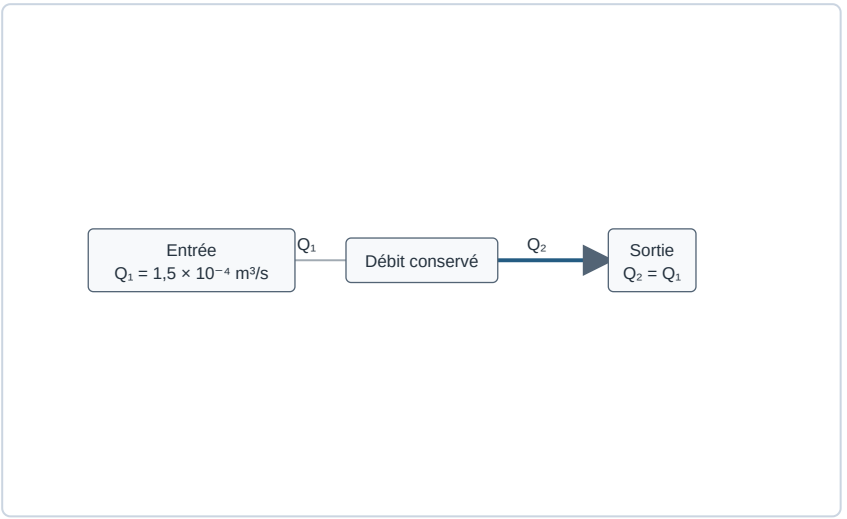
✓ RÉPONSE À RETENIR

$v_1 = 1{,}90$ m/s

Question 3. En l'absence de fuite ou d'accumulation, le débit de sortie Q2 est égal au débit d'entrée Q1. Avec S2 = 3,14 × 10⁻⁴ m², calculer la vitesse v2 de l'eau à la sortie, en m/s et arrondie à 0,01 m/s.

En l'absence de fuite et d'accumulation, le débit est conservé : $Q_2 = Q_1 = 1{,}5 \times 10^{-4}$ m³/s. La relation $Q = v \times S$ donne $v_2 = Q_2 \div S_2$. Avec $S_2 = 3{,}14 \times 10^{-4}$ m², on obtient $v_2 = 0{,}00015 \div 0{,}000314 = 0{,}4777\ldots$ m/s. Arrondie au centième, la vitesse de l'eau à la sortie est de 0,48 m/s.

Débit conservé dans le raccordement



$Q_2 = Q_1$; la section de sortie utilisée est $S_2 = 3{,}14 \times 10^{-4}$ m².

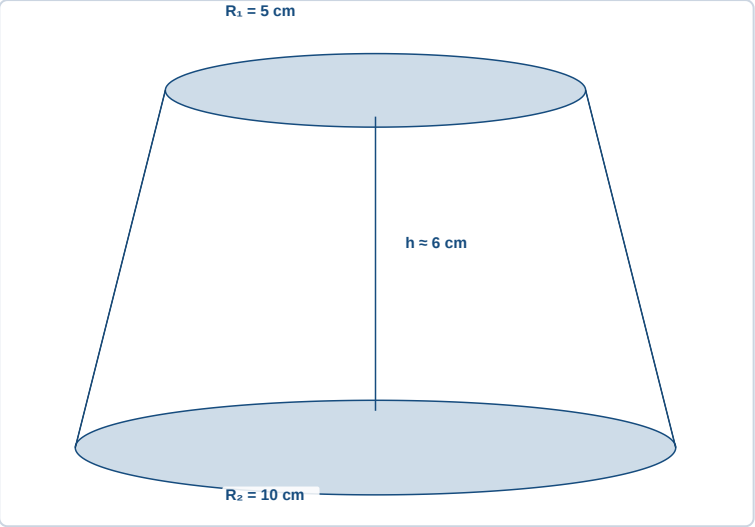
✓ RÉPONSE À RETENIR

$v_2 = 0{,}48$ m/s

Question 4. Le raccordement est un tronc de cône de rayons R1 = 5 cm et R2 = 10 cm, et de volume V = 1100 cm³. En utilisant la formule de volume fournie, calculer sa hauteur h en cm, arrondie à l'unité.

Le volume du tronc de cône est $V = (\pi h \div 3)(R_1^2 + R_2^2 + R_1R_2)$. On isole h : $h = 3V \div [\pi(R_1^2 + R_2^2 + R_1R_2)]$. Avec V = 1100 cm³, $R_1 = 5$ cm et $R_2 = 10$ cm, $h = 3 \times 1100 \div [\pi(25 + 100 + 50)] \approx 6{,}0$ cm. Arrondie à l'unité, la hauteur est de 6 cm.

Tronc de cône du raccordement



✓ RÉPONSE À RETENIR

h ≈ 6 cm

2. Échelle cartographique, durée d'un trajet et consommation de carburant

L'exercice utilise une carte routière à l'échelle 1/200 000 pour déterminer une distance réelle. Il étudie ensuite le trajet de 30 km entre le domicile d'un ouvrier et son chantier, sa durée à vitesse moyenne constante et la consommation d'essence pour les allers-retours sur cinq jours.

Question 1. Avec l'échelle 1/200 000, calculer en kilomètres la distance réelle entre deux villes représentées par une distance de 14,3 cm sur la carte.

À l'échelle 1/200 000, 1 cm sur la carte correspond à 200 000 cm en réalité. Comme 100 000 cm équivalent à 1 km, cela représente 2 km par centimètre. Pour une mesure de 14,3 cm, on calcule donc la distance réelle par proportionnalité : 14,3 × 200 000 ÷ 100 000 = 28,6 km. La distance demandée est exprimée en kilomètres.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> À l'échelle indiquée, la distance réelle séparant les deux villes est de 28,6 km.

2

Question 2.1. Pour parcourir les 30 km séparant le domicile du chantier à une vitesse moyenne de 75 km/h, calculer en heures la durée t du déplacement en utilisant d = v × t.

Grandeur	Valeur
Distance d	30 km
Vitesse v	75 km/h
Durée t = d ÷ v	30 ÷ 75 = 0,4 h

Avec la relation d = v × t, on isole la durée : t = d ÷ v. Les unités se simplifient en heures, puisque la distance est en kilomètres et la vitesse en kilomètres par heure. Le résultat correspond au trajet simple du domicile au chantier.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> La durée du déplacement du domicile au chantier est de 0,4 h, soit 24 min.

Question 2.2. Exprimer en minutes la durée du déplacement calculée à la question précédente.

Pour convertir une durée exprimée en heures en minutes, on multiplie par 60, car une heure contient 60 minutes. La durée du trajet simple obtenue à la question précédente est de 0,4 h. Le calcul donne 0,4 × 60 = 24. On exprime donc le temps du déplacement en minutes, sans modifier la distance parcourue.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le temps correspondant au trajet simple entre le domicile et le chantier est donc de 24 minutes.

Question 2.3. Avec une consommation moyenne de 7,5 litres pour 100 km, calculer la quantité d'essence, en litres, nécessaire pour effectuer chaque jour un aller-retour entre le domicile et le chantier, séparés de 30 km, pendant cinq jours consécutifs.

1. Un aller-retour couvre 30 × 2 = 60 km par jour.
2. Sur 5 jours, la distance totale est 60 × 5 = 300 km.
3. La consommation est de 7,5 L pour 100 km : 7,5 × 300 ÷ 100 = 22,5 L.

La quantité calculée correspond à l’ensemble des trajets effectués pendant les cinq jours, et non à une seule journée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour les trajets aller-retour des cinq jours, il faut au total 22,5 litres d’essence.

3. Conduction thermique à travers une paroi et loi de Fourier

L'exercice étudie la quantité de chaleur traversant une paroi homogène selon la loi de Fourier, en fonction de sa surface, de sa conductivité, de l'écart de température et de son épaisseur. Il demande des calculs, l'étude de la fonction f(x) = 22,5/x avec un tableau et un graphique, puis l'interprétation de l'effet de l'épaisseur.

Première partie : utilisation de la formule de Fourier

Question 1.1. Avec S = 3 m², ΔT = 15 °C, λ = 0,50 W/m/°C et e1 = 0,15 m, calculer en joules la quantité de chaleur Q1 traversant la paroi.

Loi de Fourier : $Q = \frac{S \times \lambda \times \Delta T}{e}$. En remplaçant par les données : $Q_1 = \frac{3 \times 0{,}50 \times 15}{0{,}15} = \frac{22{,}5}{0{,}15} = 150$. La quantité de chaleur traversant la paroi est donc de 150 J.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $Q_1 = 150\ \text{J}$.

Question 1.2. Avec les mêmes valeurs de S, ΔT et λ, calculer en joules la quantité de chaleur Q2 lorsque l'épaisseur e2 vaut 0,20 m.

Avec la même formule, le numérateur vaut $3 \times 0,50 \times 15 = 22,5$. Ainsi, $Q_2 = \frac{22{,}5}{0{,}20} = 112,5$. La quantité de chaleur traversant la paroi d'épaisseur 0,20 m est de 112,5 J.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $Q_2 = 112,5\ \text{J}$.

Question 1.3. Avec les mêmes valeurs de S, ΔT et λ et une quantité de chaleur Q3 = 187,5 J, calculer en mètres l'épaisseur e3 de la paroi.

On transforme la formule de Fourier pour isoler l'épaisseur : $e = \frac{S \times \lambda \times \Delta T}{Q}$. Donc $e_3 = \frac{3 \times 0{,}50 \times 15}{187{,}5} = \frac{22{,}5}{187{,}5} = 0,12$. L'épaisseur de la paroi est de 0,12 m.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $e_3 = 0,12\ \text{m}$.

Question 1.4. Parmi les trois propositions fournies, recopier celle qui décrit correctement l'évolution de la quantité de chaleur traversant la paroi lorsque son épaisseur augmente.

Pour les valeurs fixées de surface, conductivité et écart de température, la relation devient $Q = \frac{22{,}5}{e}$. Quand l'épaisseur augmente, le dénominateur augmente et la quantité de chaleur traversant la paroi diminue.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Si on augmente l'épaisseur d'une paroi, on fait diminuer la quantité de chaleur traversant cette paroi.

Deuxième partie : étude de l'évolution de la quantité de chaleur

Question 2.1. Sur l'annexe, compléter le tableau de valeurs de f(x) = 22,5/x en calculant f(0,10), f(0,14), f(0,16), f(0,26) et f(0,30), avec des résultats arrondis à 0,1.

On applique $f(x) = \frac{22{,}5}{x}$, puis on arrondit chaque quotient au dixième.

x	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,22	0,26	0,30
$f(x)$	225,0	187,5	160,7	140,6	125,0	102,3	86,5	75,0

Tableau de valeurs complété

Valeurs de x	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,22	0,26	0,30
Valeurs de $f(x)$	225,0	187,5	160,7	140,6	125,0	102,3	86,5	75,0

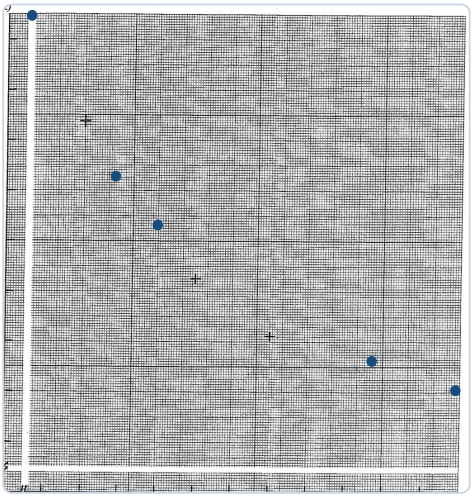
✓ RÉPONSE À RETENIR

Valeurs à ajouter : 225,0 ; 160,7 ; 140,6 ; 86,5 ; 75,0.

Question 2.2.1. Sur le repère de l'annexe, placer les points de la courbe représentative de f d'abscisses 0,10 ; 0,14 ; 0,16 ; 0,26 et 0,30. Les points d'abscisses 0,12, 0,18 et 0,22 sont déjà placés.

Les ordonnées des points demandés se calculent avec $f(x) = \frac{22{,}5}{x}$, puis s'arrondissent au dixième. On obtient les coordonnées $(0,10\ ;\ 225,0)$, $(0,14\ ;\ 160,7)$, $(0,16\ ;\ 140,6)$, $(0,26\ ;\ 86,5)$ et $(0,30\ ;\ 75,0)$. Reporter ces points sur le repère de l'annexe.

Points à placer sur la courbe



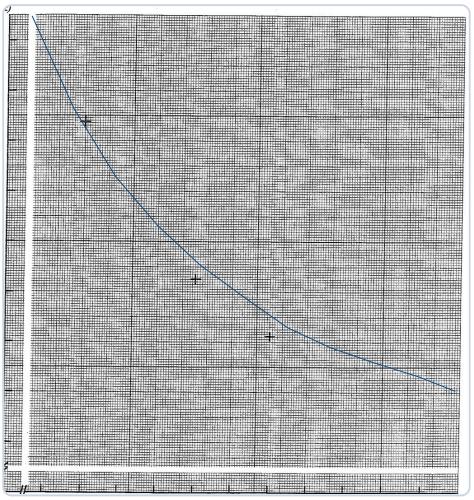
✓ RÉPONSE À RETENIR

Les cinq points demandés sont placés sur le repère de l'annexe.

Question 2.2.2. Tracer sur l'annexe la courbe représentative de la fonction f.

La courbe représente $f(x) = \frac{22{,}5}{x}$ sur l'intervalle $[0,10\ ;\ 0,30]$. Relier par une courbe régulière décroissante les points déjà placés et ceux ajoutés à la question précédente.

Courbe représentative de f



✓ RÉPONSE À RETENIR

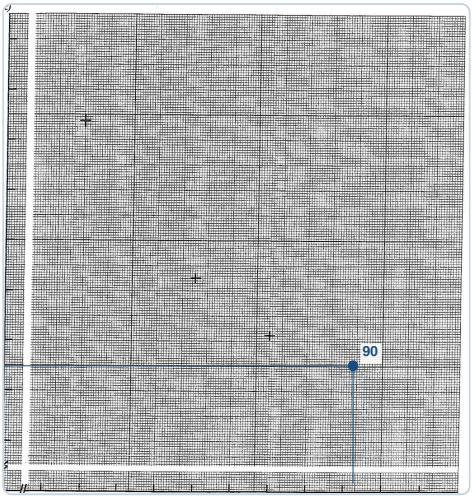
Courbe régulière décroissante représentant $f(x) = \frac{22{,}5}{x}$ sur l'intervalle demandé.

Deuxième partie : lectures graphiques

Question 2.3.1. À partir du graphique, proposer la valeur de f(x) lorsque x = 0,25. Laisser apparents les traits de construction qui justifient la lecture.

On repère $x = 0,25$ sur l'axe horizontal, puis on rejoint la courbe par une verticale et on lit l'ordonnée correspondante. La lecture graphique donne environ 90. La formule confirme cette lecture : $f(0,25) = \frac{22{,}5}{0{,}25} = 90$.

Lecture graphique de f(0,25)



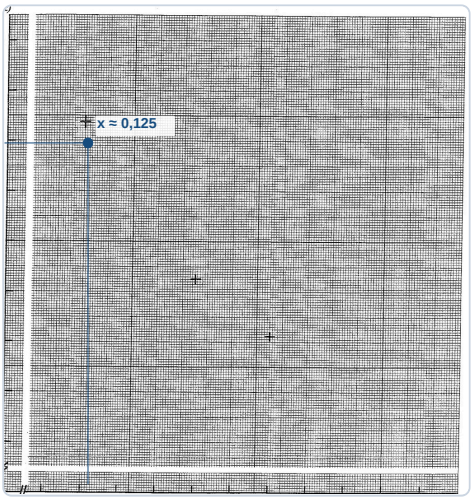
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour $x = 0,25$, la lecture donne $f(x) \approx 90$.

Question 2.3.2. À partir du graphique, proposer la valeur de x pour laquelle f(x) = 180. Laisser apparents les traits de construction qui justifient la lecture.

Depuis $f(x) = 180$, on lit l'abscisse de l'intersection avec la courbe : elle est proche de 0,125 m. La formule permet de contrôler la lecture : $\frac{22,5}{x} = 180$, donc $x = \frac{22,5}{180} = 0,125$ m.

Lecture graphique de l'abscisse pour f(x) = 180



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour $f(x) = 180$, la lecture donne $x \approx 0,125$ m.

Deuxième partie : exploitation des résultats

Question 2.4.1. En utilisant les résultats précédents, donner la quantité de chaleur Q traversant une paroi homogène pour S = 3 m², ΔT = 15 °C, λ = 0,50 W/m/°C et e = 0,25 m.

Avec les données indiquées, $Q = \frac{S \times \lambda \times \Delta T}{e} = \frac{3 \times 0{,}50 \times 15}{0{,}25} = \frac{22{,}5}{0{,}25} = 90$. La quantité de chaleur traversant cette paroi est de 90 J.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Q = 90$ J.

Question 2.4.2. Indiquer ce que devient la quantité de chaleur qui traverse la paroi lorsque son épaisseur est doublée.

Dans $Q = \frac{22{,}5}{e}$, le numérateur ne change pas. Si l'épaisseur est multipliée par 2, le dénominateur est lui aussi multiplié par 2 : la quantité de chaleur est donc divisée par 2.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Quand l'épaisseur double, la quantité de chaleur est divisée par deux.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2006)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E4 de mathématiques du BP Monteur en Installations de Génie Climatique, session de juin 2005, dure 1 heure et a un coefficient 1. Ses trois exercices portent sur un raccordement de tubes, des calculs de trajet et la conduction thermique selon la loi de Fourier. Elle évalue le calcul, les conversions d'unités, la proportionnalité et l'exploitation d'un tableau et d'un graphique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'aire d'une section circulaire est $S = \pi r^2$, avec le rayon exprimé dans une unité cohérente.
- Le débit volumique vérifie $Q = v \times S$; sans fuite ni accumulation, le débit est identique à l'entrée et à la sortie.
- La loi de Fourier donnée est $Q = S \times \lambda \times \Delta T/e$; à paramètres constants, la chaleur varie en sens inverse de l'épaisseur.
- Pour un mouvement à vitesse constante, $d = v \times t$; calculer la consommation avec la distance totale parcourue.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les longueurs et les surfaces dans les unités demandées avant d'appliquer les formules.
- Dans la canalisation sans fuite, conserver le même débit à l'entrée et à la sortie.
- Pour le graphique, compléter le tableau, placer les points avec précision et laisser visibles les traits de lecture demandés.
- Pour le carburant, tenir compte de la distance de l'aller et du retour, puis des cinq jours.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la vitesse d'écoulement à partir du débit et de la section ?

On part de $Q = v \times S$ et on isole la vitesse : $v = Q/S$. Exprimez le débit en m^3/s et la section en m^2 pour obtenir une vitesse en m/s.

Q : Pourquoi la quantité de chaleur dépend-elle de l'épaisseur de la paroi ?

Dans la formule de Fourier $Q = S \times \lambda \times \Delta T/e$, l'épaisseur e est au dénominateur. Si les autres paramètres restent constants, doubler l'épaisseur divise donc par deux la quantité de chaleur traversant la paroi.

Q : Comment organiser le temps dans cette épreuve ?

L'épreuve dure une heure et comporte trois exercices valant respectivement 7, 3 et 10 points. Prévoyez un temps suffisant pour l'exercice 3, qui comprend des calculs, un tableau, un graphique et des lectures graphiques.

Q : Que faut-il montrer pour justifier les lectures graphiques ?

Utilisez la courbe tracée et laissez apparents les traits de construction demandés. Lisez les valeurs en respectant les graduations des deux axes et vérifiez qu'elles sont cohérentes avec la fonction étudiée.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bp-genie-climatique.fr/assets/annales/bp-genie-climatique/U40 - Mathématiques/2006/BP Génie Climatique - U40 - Mathématiques - Session 2006 - 3-Sujet.pdf
Ressources BP Génie Climatique : 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.