

2. bâtiment (22)

B 1990

Acoustique

Un microphone reçoit les émissions sonores provenant de deux sources distinctes S_1 et S_2 .

Lorsque S_1 fonctionne seule, le niveau sonore mesuré est N_1 .

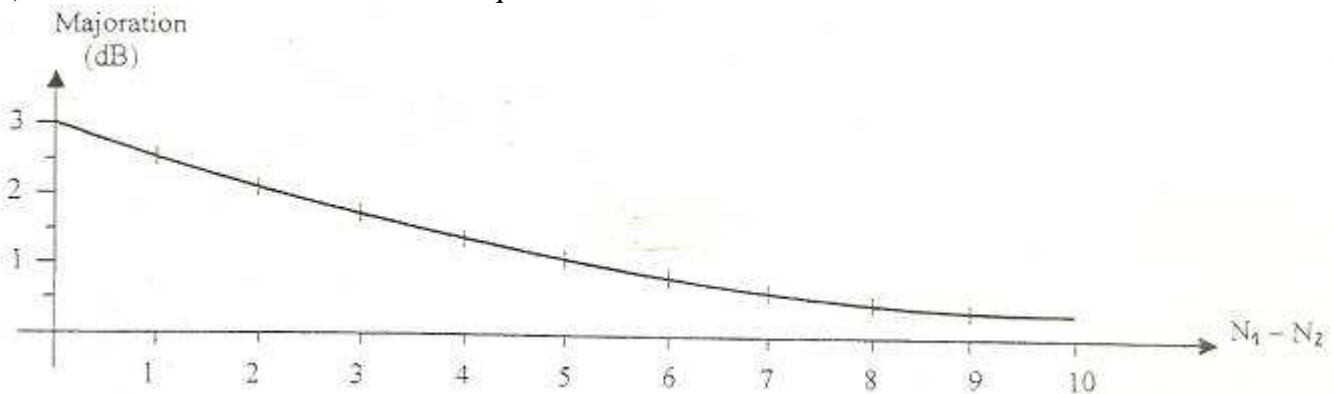
Lorsque S_2 fonctionne seule, le niveau sonore mesuré est N_2 .

1) a- Donner l'expression littérale des intensités sonores respectives I_1 et I_2 correspondant au fonctionnement de chaque source.

b- Calculer I_1 et I_2 , sachant que $N_1 = 67$ dB et $N_2 = 60$ dB.

2) Calculer la valeur du niveau sonore total N obtenu lorsque les deux sources émettent simultanément.

3) Vérifier le résultat en utilisant l'abaque ci-dessous :



Thermique

Les questions 1 et 2 sont indépendantes

Un mur est constitué (de l'intérieur vers l'extérieur) par :

- une cloison de placoplâtre de résistance thermique surfacique : r_1
- une épaisseur e de laine de verre de conductivité thermique : λ
- une paroi de béton de résistance thermique surfacique : r_2

La somme des résistances thermiques surfaciques superficielles intérieure et extérieure est r_3 .

1) a- Donner l'expression littérale du coefficient de transmission thermique U de ce mur en fonction de r_1, r_2, r_3 et λ .

b- Calculer U sachant que :

$$r_1 = 0,77 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$r_2 = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$r_3 = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$e = 10 \text{ cm et } \lambda = 0,04 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

2) a- Donner l'expression littérale du flux thermique surfacique ϕ à travers un mur de coefficient de transmission thermique U , les températures ambiantes interne et externe étant respectivement θ_i et θ_e .

Calculer ϕ en utilisant les données numériques ci-dessous.

b) En déduire les températures superficielles intérieure et extérieure θ_{si} et θ_{se} , sachant que les résistances thermiques surfaciques superficielles sont respectivement r_{si} pour l'intérieur et r_{se} pour l'extérieur.

On donnera les expressions littérales de θ_{si} et θ_{se} , puis on calculera les valeurs de ces températures en utilisant les données numériques ci-dessous.

Données numériques :

$$U = 0,27 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

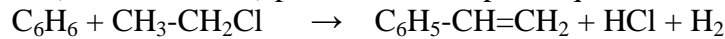
$$\theta_i = 18^\circ\text{C et } \theta_e = -13^\circ\text{C}$$

$$r_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} \text{ et } r_{se} = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Chimie organique

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

1) La fabrication du styrène ($C_6H_5-CH=CH_2$) peut se résumer par l'équation bilan suivante :



a- Donner les noms des deux réactifs utilisés.

b- Quelle masse de styrène peut-on théoriquement obtenir en consommant une tonne de benzène ?

2°) Le polystyrène (PS) est obtenu par synthèse à partir du styrène.

a- A quel type de réaction appartient cette synthèse ?

b- Ecrire l'équation bilan de cette réaction de synthèse.

c- Quelle est la masse molaire moléculaire du polystyrène obtenu, sachant que son indice (ou degré) de polymérisation est $n = 2000$.

B 1991

Mécanique des fluides

Données :

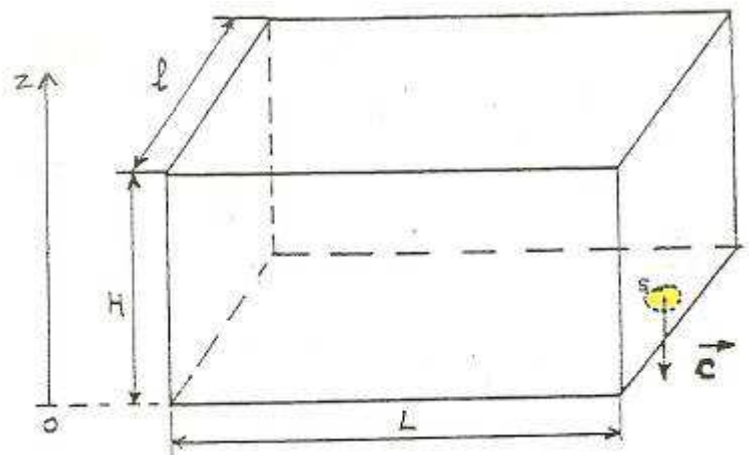
$$\rho = 900 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$s = 3,0 \text{ cm}^2$$

$$g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$$

Le réservoir représenté ci-contre ouvert à l'air libre, à pour dimensions :

$$L = 1,60 \text{ m} ; \ell = 0,75 \text{ m} ; H = 1,00 \text{ m}.$$



Il est muni, à sa base, d'un orifice de vidage de section s .

Le réservoir est plein de fioul, liquide parfaitement fluide, de masse volumique ρ .

1) L'orifice est fermé.

a- Exprimer littéralement la valeur F de la force que le liquide exerce sur le bouchon de vidage.

Calculer la valeur numérique de F .

2) L'orifice est ouvert.

On procède au vidage du réservoir.

a- La section horizontale du réservoir ($L \times \ell = S$) étant très grande par rapport à la section s de l'orifice de vidage, quelle approximation peut-on faire ?

b- Etablir l'expression littérale de la valeur V de la vitesse du jet au niveau de l'orifice de vidage lorsque la hauteur du liquide est H (la pression extérieure au niveau de l'orifice est celle de l'air environnant).

c- Calculer la valeur numérique de V .

d- Exprimer le débit volumique Q_v en fonction de : H , S et g .

e- Calculer la valeur numérique de Q_v .

f- Quelle serait la durée du vidage si ce débit restait constant ?

•3) Calcul de la durée théorique du vidage.

Pendant une durée très petite dt , la hauteur du liquide dans le réservoir varie de dz .

a- Exprimer la variation de volume dv correspondante :

a₁- en fonction de dz .

a₂ en fonction de Q_v .

b- en déduire que : $dt = -\frac{S}{s} \cdot \frac{1}{\sqrt{2gz}} \cdot dz$

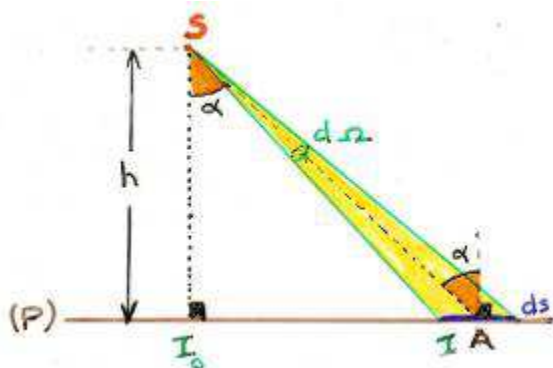
c- sachant qu'une primitive de $\frac{1}{\sqrt{z}}$ est $2\sqrt{z}$, montrer, en utilisant l'équation précédente, que la durée théorique du vidage est voisine de 30 minutes.

d- Comparer cette valeur à celle trouvée à la question 2c.

Expliquer la différence.

La durée réelle du vidage est en fait supérieure à la durée théorique calculée, pourquoi ?

Photométrie



Une source lumineuse S éclaire un plan de travail horizontal (P).

L'indicatrice d'émission de cette source est telle que l'intensité lumineuse I dans la direction SA est :

$I = I_0 \cdot \cos \alpha$, I_0 étant l'intensité lumineuse suivant la verticale descendante.

1) Montrer que l'éclairement en A est égal donné par la relation : $E_A = I_0 \cdot \frac{\cos^4 \alpha}{h^2}$.

(On rappelle que si un élément de surface ds, entourant le point A, reçoit un flux lumineux dΦ,

l'éclairement correspondant est $E_A = \frac{d\Phi}{ds}$ avec $d\Phi = I \cdot d\Omega$ est lié à ds par $d\Omega = \frac{ds \cdot \cos \alpha}{SA^2}$)

2) Calculer I_0 pour que l'éclairement en A soit de 200 lx avec $h = 1,50$ m et $\alpha = 25^\circ$.

•3) Démontrer que le flux total émis vers (P) par cette source a pour expression : $\Phi = \pi \cdot I_0$.

(On rappelle que l'expression d'un angle solide élémentaire de révolution est $d\Omega = 2\pi \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha$)

4) Choisir, dans le tableau ci-dessous, la lampe permettant d'obtenir l'éclairement souhaité, les conditions d'utilisation et l'indicatrice d'émission étant les mêmes que pour S.

incandescence standard		halogène	
P(W)	Φ(lm)	P(W)	Φ(lm)
75	970	100	2100
100	1390	300	6300
150	2000	500	10500

Oxydoréduction

L'ion dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ et l'ion chrome Cr^{3+} constituent le couple redox $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$.

1) Nommer les constituants du couple redox $\text{SO}_4^{2-} / \text{SO}_2$.

couple oxydant - réducteur	demi - équation électronique	potentiel standard
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$	+ 1,33 V
$\text{SO}_4^{2-} / \text{SO}_2$	$\text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	+ 0,15 V

2) En considérant ces deux couples indiquer entre quels réactifs une réaction spontanée peut se produire.

Etablir l'équation-bilan de cette réaction.

Une usine rejette, par jour, un volume $V = 100 \text{ m}^3$ d'effluents liquides dont la concentration massique en ions dichromate est $\chi = 21,6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

3) Quelle masse m de dioxyde de soufre faut-il utiliser quotidiennement pour transformer totalement les ions dichromate en ions chrome ?

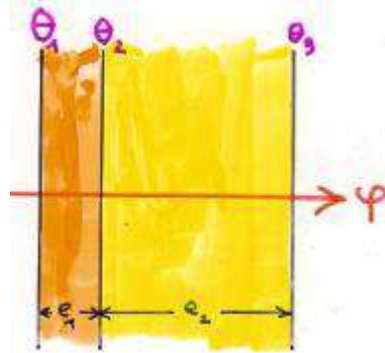
(les ions chrome seront ensuite récupérés pour être utilisés dans certaines industries, des tanneries par exemple).

B 1992

Thermique

Pour réaliser une isolation thermique, on utilise un panneau constitué par une plaque de plâtre d'épaisseur $e_1 = 10$ mm, et de conductivité thermique λ_1 , associée à une plaque de polystyrène d'épaisseur e_2 et de conductivité thermique λ_2 .

Soient $\theta_1, \theta_2, \theta_3$, les températures des plans limitant chaque matériau avec $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$.



1) a- Donner l'expression littérale de la densité du flux thermique, φ (flux de chaleur surfacique), au travers de la plaque de plâtre, puis de la plaque de polystyrène.

b- Etablir l'expression littérale de la résistance thermique surfacique, r , du panneau.

La mesure de la résistance thermique surfacique du panneau, pour différentes valeurs de e_2 , e_1 étant maintenue constante, donne les résultats suivants :

e_2 (mm)	20	30	40	50
r ($\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$)	0,50	0,73	0,93	1,21

2) a- Calculer l'accroissement moyen de résistance thermique surfacique, donné par 10 mm de polystyrène.

b- En déduire la résistance thermique surfacique r_1 du plâtre.

c- Déterminer les conductivités thermiques λ_1 et λ_2 .

On utilise un panneau isolant de résistance thermique surfacique $r = 1,21 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, pour doubler un mur en pierre d'épaisseur $e_0 = 30$ cm, et de conductivité thermique $\lambda_0 = 0,82 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

La résistance thermique surfacique superficielle totale est $r_s = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

Les températures extérieure et intérieure sont respectivement $\theta_e = -5$ °C et $\theta_i = 20$ °C.

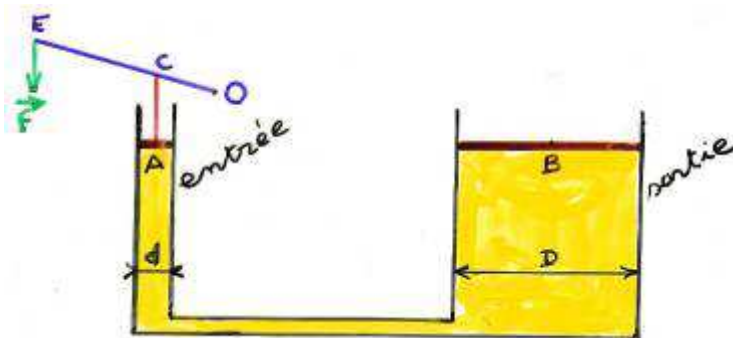
3) a- Calculer les pertes surfaciques (par m^2) de paroi :

a₁ sans isolation

a₂ avec isolation

b- Calculer le pourcentage de réduction des pertes, dû à l'isolation.

•Mécanique des fluides



Un vérin hydraulique est constitué de 2 cylindres verticaux, remplis d'un liquide incompressible, qui communiquent à leur partie inférieure par un tube de faible diamètre.

Le piston d'entrée de diamètre $d = 4$ cm et le piston de sortie de diamètre $D = 40$ cm sont posés sur les deux surfaces libres.

Le piston d'entrée peut être enfoncé par un levier, dont le rapport des bras $\frac{OE}{OC}$ est tel que $\frac{OE}{OC} = 5$.

On exerce à l'extrémité du levier une force \vec{F} d'intensité $F = 40 \text{ N}$.

1) Quelle est l'intensité P du poids \vec{P} pouvant être soulevé par le vérin ?

Une masse M est placée sur le piston B du vérin précédent.

Le piston A est, maintenant, actionné par une vis de pas $p = 1,6 \text{ mm}$ (le piston se déplace verticalement de $1,6 \text{ mm}$ pour chaque tour de vis).

On souhaite soulever la masse M d'une hauteur $h_B = 5 \text{ mm}$.

2).a- De quelle hauteur h_A , doit se déplacer le piston d'entrée ?

b- En déduire le nombre de tours de vis nécessaires.

Solution acide

Une piscine, de longueur $L = 25 \text{ m}$ et de largeur $\ell = 6 \text{ m}$, est remplie d'eau jusqu'à une hauteur $h = 2,5 \text{ m}$.

On mesure le pH de cette dernière et on trouve $\text{pH} = 5,5$.

On y déverse un volume $V = 250 \text{ cm}^3$ de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 12 \text{ mol.L}^{-1}$.

Calculer le pH final en considérant que les ions apportés par l'acide s'ajoutent aux ions existant dans l'eau de la piscine.

Oxydoréduction



Une plaque de fer est partiellement revêtue d'étain (figure a) ou de zinc (figure b).

Le tout est recouvert par une pellicule d'humidité qui peut être assimilée à une solution aqueuse ionique.

Expliquer ce qu'il advient de la plaque de fer dans les deux cas en justifiant vos réponses.

Données : potentiels d'oxydoréduction

$$E^0 (\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}) = -0,14 \text{ V}$$

$$E^0 (\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$$

$$E^0 (\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$$

B 1993

Mécanique des fluides

Le dessin ci contre est une représentation simplifiée d'une installation de chauffage central, dans laquelle l'eau circule en circuit fermé.

Les diamètres intérieurs des canalisations des parties A et B sont notés respectivement d_A et d_B .

La partie B est située à une hauteur h_B , au dessus de la partie A.

La partie C est située à une hauteur h_C au dessous de cette partie A.

Un manomètre placé en A indique une pression P_A .

Données :

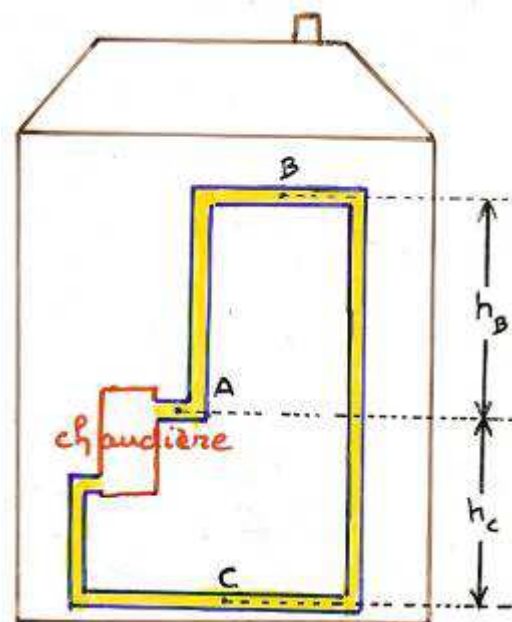
$$d_A = 20 \text{ mm} ; d_B = 15 \text{ mm}$$

$$h_C = 3 \text{ m} ; h_B = 5 \text{ m}$$

$$P_A = 5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$



A- On suppose, le chauffage étant arrêté, que l'eau ne circule pas.

1) Quelle est l'expression de la pression P_B , dans la partie B?

Calculer P_B .

2) Quelle est l'expression de la pression P_C dans la partie C ?

Calculer P_C .

B- On suppose que le chauffage fonctionne, le débit de l'eau $Q_v = 21 \text{ L.min}^{-1}$.

1) Calculer les vitesses V_A et V_B de l'eau dans les parties A et B.

2) La pression P_A ayant la même valeur que précédemment, exprimer puis calculer P'_B , nouvelle valeur de la pression dans la partie B.

Comparer P_B et P'_B .

Calorimétrie

Le débit d'eau dans un radiateur est noté q'_v .

L'eau chaude pénètre dans le radiateur à la température θ_1 . Elle ressort à la température θ_2 .

L'installation comporte dix radiateurs.

La chaudière récupère l'eau provenant des radiateurs à la température θ_2 et la réchauffe à la température θ_1 .

Données :

$$q'_v = 0,035 \text{ L.s}^{-1}$$

$$\theta_1 = 75^\circ\text{C} ; \theta_2 = 65^\circ\text{C}$$

$$c = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

1) Exprimer la quantité de chaleur Q , dégagée par un radiateur, en une minute.

Calculer Q .

2) Calculer la puissance du radiateur.

La chaudière utilise comme combustible du gaz.

Le rendement de la combustion est de 80%.

Le pouvoir calorifique de ce gaz est 890 kJ.mol^{-1} .

3) Calculer le débit du gaz brûlé.

Solution basique

La méthylamine, de formule $\text{CH}_3\text{-NH}_2$, est une base faible.

On dissout une masse m de ce composé dans un volume V d'eau.

La solution obtenue a un pH de 11,9.

Données :

$$m = 3,72 \text{ g} ; V = 1 \text{ L.}$$

1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction lors de la dissolution.

2) Citer les diverses espèces chimique présentes dans la solution.

3) Calculer pour chaque espèce la concentration molaire volumique.

Pour vérifier la pureté du produit, on effectue le dosage suivant :

On prélève un volume de 20 mL de la solution précédente, à laquelle on ajoute une solution d'acide chlorhydrique de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

L'équivalence acido-basique est obtenue, lorsque l'on a versé 24 mL de la solution acide.

4) Calculer la concentration de la solution de méthylamine.

Le produit utilisé est il pur ?

B 1994

Thermique

Les murs latéraux d'un local industriel maintenu à une température constante $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ sont réalisés en béton banché d'épaisseur $e = 20 \text{ cm}$ et de conductivité thermique, $\lambda = 1,2 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Les résistances thermiques superficielles interne et externe ont respectivement pour valeur

$$r_{si} = 0,11 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1} \text{ et } r_{se} = 0,06 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}.$$

1) a-Exprimer puis calculer la résistance thermique surfacique de la paroi.

b-Exprimer puis calculer la densité du flux thermique, ϕ , transmis lorsque la température extérieure est $\theta_e = 0^\circ\text{C}$.

c- En déduire la quantité de chaleur transmise par unité de surface de la paroi et par jour.

Le local dont le volume global est $V = 1600 \text{ m}^3$ contient de l'eau à l'état de vapeur.

On assimilera la vapeur d'eau à un gaz parfait de masse molaire $M = 18 \text{ g.mol}^{-1}$.

On constate que la pression de la vapeur d'eau à l'intérieur du local est égale à 10,8 mm de mercure.

2) a-Déterminer la valeur de cette pression en unité internationale.

Données :

Masse volumique du mercure $\rho = 13600 \text{ kg.m}^{-3}$

Accélération de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$

Constante des gaz parfaits $R = 8.31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

b- Exprimer puis calculer la masse d'eau à l'état de vapeur contenue dans le local.

Acoustique

On considère une source sonore qui émet uniformément dans toutes les directions.

Un sonomètre indique un niveau sonore $N_1 = 73 \text{ dB}$ à la distance $d = 5 \text{ m}$ de la source.

1) Sachant que l'intensité correspondant au seuil d'audibilité est $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$, exprimer puis calculer la puissance émise par cette source.

Une deuxième source identique à la précédente est placée à la même distance du sonomètre.

2) Quel niveau sonore indiquera celui-ci ?

On dispose à nouveau d'une seule source sonore.

On place à la distance $d=5\text{m}$ de la source, entre la source et le sonomètre une paroi d'épaisseur négligeable devant d .

Le sonomètre indique un niveau sonore $N_2 = 60 \text{ dB}$.

3) Evaluer le coefficient de transmission t défini par la relation $t = I_{tr} / I_i$

I_{tr} = intensité sonore transmise

I_i = intensité sonore incidente

Chimie organique

1) Le PVC ou polychlorure de vinyle se prépare en trois étapes :

Première étape : l'éthène C_2H_4 réagit avec du chlorure d'hydrogène et du dioxygène pour donner du 1,2-dichloroéthane $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ et de l'eau.

a- Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

Deuxième étape : par pyrolyse, le 1,2-dichloroéthane donne du chloroéthène (ou chlorure de vinyle) $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ et du chlorure d'hydrogène.

b- Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

Troisième étape : par polymérisation du chloroéthène, on obtient le PVC.

c- Ecrire l'équation bilan dans le cas où n molécules de chloroéthène ont été polymérisées.

2) Quelle masse d'éthène doit-on utiliser pour obtenir une masse $m = 100\text{kg}$ de PVC, sachant que le rendement de l'ensemble des opérations précédentes est de 70% ?

B 1995

Acoustique

On étudie en laboratoire les propriétés d'isolation acoustique d'une paroi.

Pour cela (figure 1), on émet dans le local I avec une source de bruit normalisée, et on mesure dans le local II, séparé de I par la paroi étudiée, le niveau acoustique par bande d'octave.

La figure 2 donne le spectre obtenu ainsi que le niveau sonore, en dB, dans chaque bande.

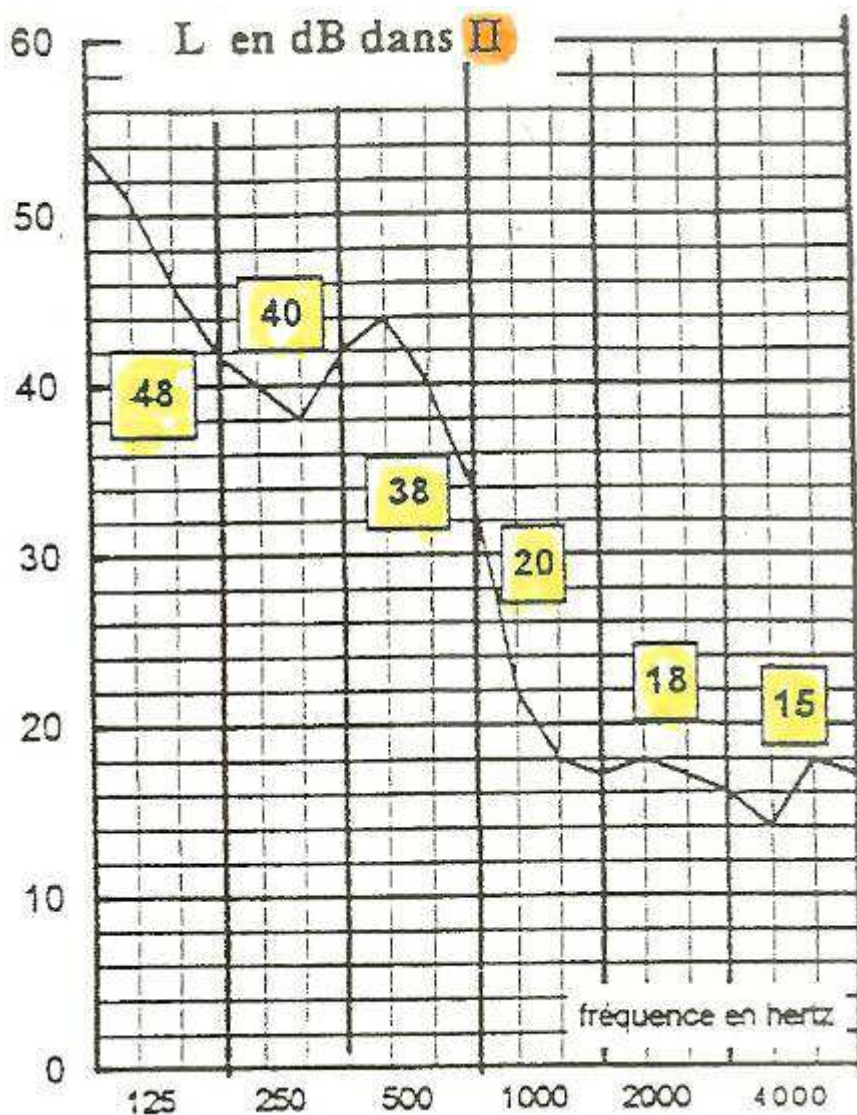
On suppose que l'énergie acoustique est transmise uniquement par la paroi étudiée et tout phénomène de réverbération est négligé.

Le tableau ci-dessous donne le terme de pondération A par bande d'octave.

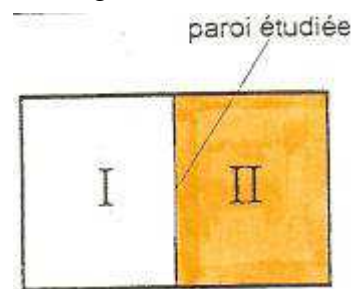
fréquence centrale en Hz	125	250	500	1000	2000	4000
pondération en dB(A)	-16	-9	-3	0	+1	+1

- 1) Calculer le niveau acoustique global en dB(A) dans le local II.
 - 2) Justifier l'intérêt d'exprimer un niveau global en dB(A) plutôt qu'en dB.
- Une étude préalable du bruit émis dans le local I a permis de déterminer un niveau sonore $L_I = 96$ dB(A).
- 3) Sachant que dans les conditions du laboratoire, l'isolement brut entre ces deux locaux est aussi l'indice d'affaiblissement global de la paroi, calculer sa valeur en dB(A).

(figure 1)



(figure 2)



Photométrie

(Les questions 3 et 4 indépendantes des questions 1 et 2)

Une ampoule électrique de flux lumineux F rayonne uniformément dans toutes les directions.

Elle se trouve à la hauteur h au-dessus d'un plan contenant une table.

Une personne lit un livre posé sur cette table.

L'éclairement en un point du livre situé à la distance d de la verticale passant par l'ampoule est E .

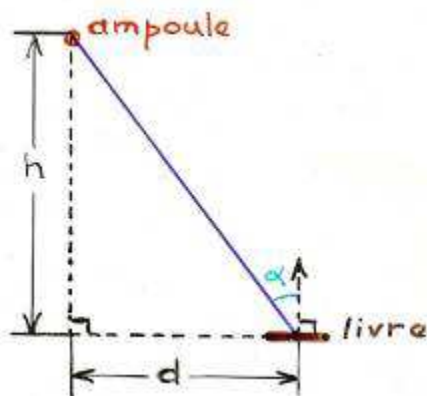
L'angle entre les rayons lumineux et la verticale est noté α .

Données :

$$F = 1500 \text{ lm}$$

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$E = 25 \text{ lx}$$



1) a- Démontrer que le flux lumineux total émis par l'ampoule a pour expression. $F = 4\pi I$, I étant l'intensité lumineuse de l'ampoule.

b- Calculer I .

2) a- Démontrer que $\cos \alpha = \sqrt[3]{\frac{E \cdot h^2}{I}}$

b- Calculer d .

L'éclairement de la page du livre peut être considéré comme uniforme.

Son pouvoir absorbant est 0,8.

3) Calculer son émittance.

4) Calculer la luminance de cette page sachant qu'elle suit la loi de Lambert.

Solution acide

1. La concentration molaire volumique d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique est

$$C_1 = 12 \text{ mol.L}^{-1}.$$

Avant d'utiliser la solution commerciale on la dilue.

Pour cela on en prélève un volume $V_1 = 5 \text{ mL}$ qu'on introduit dans un récipient et on ajoute de l'eau distillée jusqu'à obtenir un volume total $V_2 = 1 \text{ L}$.

1) Calculer les concentrations molaires volumiques des différents ions présents dans la solution diluée.

2) Calculer le pH de la solution diluée.

Oxydoréduction

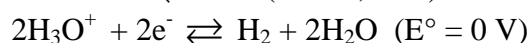
2. Pour utiliser la solution diluée précédente, on adapte à l'orifice de sortie du récipient un tuyau métallique.

1) D'après les données ci-dessous vaut-il mieux choisir un tuyau en acier ou un tuyau en cuivre ?

Justifier votre réponse.

2) Dans le cas où il y a possibilité de réaction entre la solution et le métal, écrire l'équation bilan correspondante.

Données :



3) Calculer la densité de la solution commerciale sachant que le pourcentage en masse de chlorure d'hydrogène est 37%.

B 1996

Thermique

1) Citer les divers modes de transmission de la chaleur et donner dans chaque cas un exemple caractérisé.

On note R la résistance thermique d'une paroi et r sa résistance thermique surfacique.

2) Donner la relation existant entre la résistance thermique R , le flux thermique Φ à travers cette paroi, et l'écart de température $\Delta\theta$ entre les deux faces de la paroi.

Préciser l'unité de mesure de la résistance thermique R .

On considère une maison assimilée à un parallélépipède rectangle de dimensions moyennes L , l , h . Les murs, en pierres mélangées à de la terre, ont une épaisseur moyenne e_1 et une conductivité thermique λ_1 .

On suppose négligeables les pertes de chaleur par le sol, le plafond, et les ouvertures.

La valeur moyenne, sur la durée des quatre mois d'hiver, de la différence entre la température de la face intérieure et celle de la face extérieure du mur notée $\Delta\theta$.

Données :

$$e_1 = 0,5 \text{ m}$$

$$\lambda_1 = 1,2 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$L = 15 \text{ m}; l = 10 \text{ m}; h = 6 \text{ m}$$

$$\Delta\theta = 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

3) a- Exprimer littéralement puis calculer la résistance thermique surfacique, r , de ces murs.

b- Exprimer littéralement puis calculer le flux thermique Φ transmis à travers l'ensemble des murs.

Le prix moyen du kWh est 0,076 €.

c- Calculer le coût du fonctionnement d'un chauffage électrique permettant de compenser les pertes thermiques qui se produisent pendant les 120 jours de froid.

Dans le cadre d'une réfection de la maison, on envisage de recouvrir les façades extérieures d'un enduit et de doubler intérieurement les murs d'un placoplâtre séparé du mur par du polystyrène.

matériau	Pierre + terre	enduit extérieur	polystyrène	plâtre
e (cm)	e = 50	e = 1	e = 5	e = 1
λ ($\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$)	$\lambda_1 = 1,2$	$\lambda_2 = 1,1$	$\lambda_3 = 0,041$	$\lambda_4 = 0,35$

4) a-Exprimer littéralement puis calculer la résistance thermique surfacique, notée r , du mur isolé.

b- Calculer l'économie ainsi réalisée pendant les 120 jours de froid.

Mécanique des fluides

Un récipient de section S contient un liquide idéal de masse volumique ρ .

La hauteur H de liquide dans ce récipient est maintenue constante.

Le liquide s'écoule par une canalisation horizontale cylindrique de section $s \ll S$, placée à la base du récipient.

La pression atmosphérique est notée P_0 .

Données :

$$\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

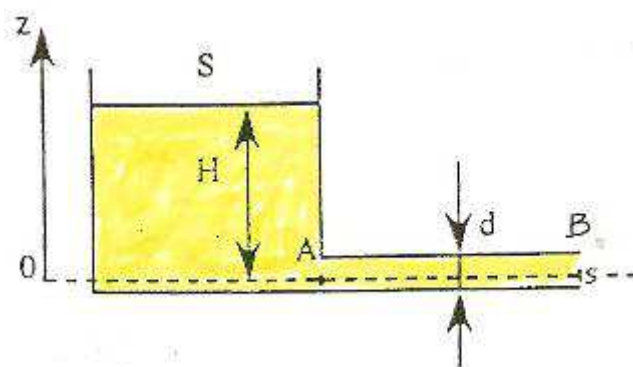
$$H = 3 \text{ m}$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

Diamètre de la canalisation

$$d = 0,05 \text{ m.}$$

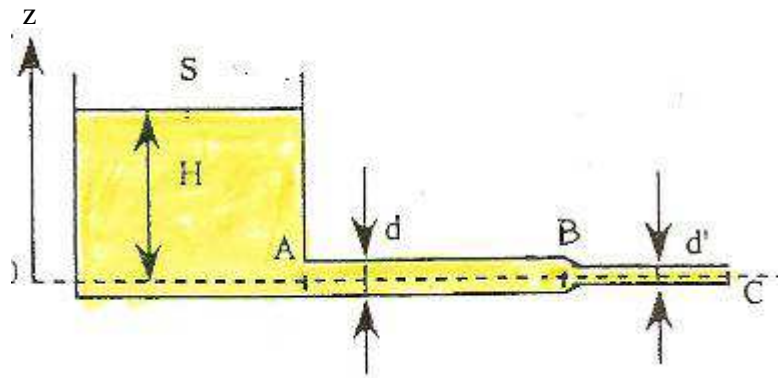


1) a- Etablir les expressions littérales de la vitesse V_B et du débit volumique Q_v du liquide en B.

b- Calculer V_B et Q_v .

On fixe à la sortie de la canalisation un tube de diamètre $d' = \frac{d}{2}$.

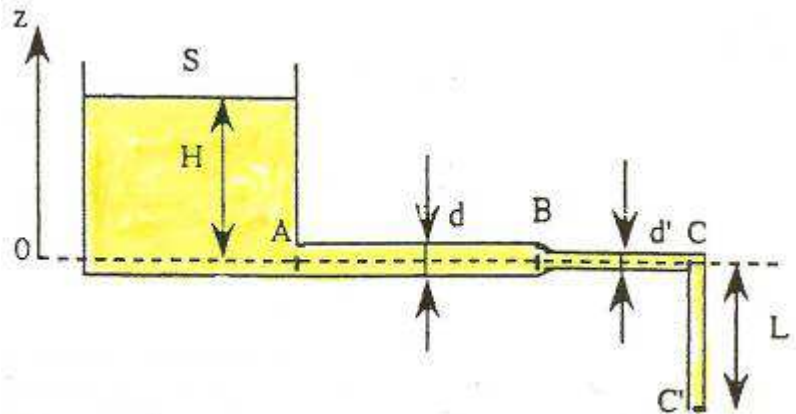
- 2) Exprimer littéralement puis calculer :
- la vitesse d'écoulement en C, V_C
 - la vitesse d'écoulement en B, V_B
 - le nouveau débit volumique de sortie Q'_v (au point C).



On coude le tube à angle droit.

La partie verticale, dirigée vers le bas, a une longueur $L = 0,40$ m.

- 3) Exprimer littéralement puis calculer :
- la vitesse d'écoulement en C', $V_{C'}$
 - la pression statique P_c en C



Solution aqueuse

Pour répondre au Q.C.M ci-dessous, recopier le tableau ci dessous, et y indiquer, pour chaque question repérée par son numéro, la lettre correspondante à la réponse choisie.

Chaque question possède une réponse unique.

(Pour chacune des six questions on comptera 1 point si la réponse est exacte, 0 point si la réponse est fausse ou s'il n'y a pas de réponse).

question n°	1	2	3	4	5	6
réponse						

Question	réponse A	réponse B	réponse C	réponse D
1. Soit, à 25°C, une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Quelle est la valeur de pH de cette solution?	4,6	2	- 2	3
2. Le pH d'une solution aqueuse (ou hydroxyde de sodium) est égal à 11,5 à 25°C. Quelle est la concentration de cette solution?	$3,16 \cdot 10^{-3}$	$3,16 \cdot 10^{-13}$	$3,16 \cdot 10^{-2}$	$3,16 \cdot 10^{-12}$
3. Dans quelles conditions le produit ionique de l'eau, notée K_e , prend il la valeur 10^{-14} ?	à 25°C, pour l'eau uniquement	à 25°C, pour toute solution aqueuse	pour toute solution aqueuse à toute température	à 0°C pour l'eau uniquement
4. Quelle espèce chimique ne trouve t on pas dans une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ?	Cl^-	H_2O	H_3O^+	HCl
5. Une solution aqueuse a été réalisée par dissolution de chlorure de sodium et de chlorure de calcium (CaCl_2) dans l'eau. Comment écrit on l'équation d'électroneutralité de cette solution?	$[\text{Na}^+] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$	$[\text{Na}^+] + 2[\text{Ca}^{2+}] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$	$[\text{Na}^+] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{H}_3\text{O}^+] = 3[\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$	$[\text{Na}^+] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{H}_3\text{O}^+] = 2[\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$
6. On dissout 1,11 g de chlorure de calcium (CaCl_2) dans de l'eau de façon à obtenir 0,25 L de solution. Quelle est la concentration molaire des ions Cl^- ?	$8 \cdot 10^{-2}$	$0,5 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$	0,4

B 1997

Acoustique

(Les deux parties A et B sont indépendantes)

A- Une source S émet un son dont la longueur d'onde dans l'air à 20 °C est λ .

La célérité du son dans l'air à cette température est C.

1) a- Exprimer littéralement la fréquence f du son et calculer sa valeur.

$$(\lambda = 77,27 \text{ m} ; C = 340 \text{ m.s}^{-1})$$

b- Quelle est la fréquence f' du son situé une octave au-dessus du précédent ?

La puissance de la source S est de $6 \cdot 10^{-3} \text{ W}$.

On suppose que la source est ponctuelle, que l'espace est libre et isotrope, et que la propagation s'effectue sans dissipation d'énergie.

2) a- Calculer, en décibels, le niveau d'intensité acoustique (N_I) en un point M situé à 4,9 m de S.

On s'éloigne de la source suivant la direction SM, et à une distance x de M on enregistre une diminution du niveau d'intensité acoustique de 3 dB.

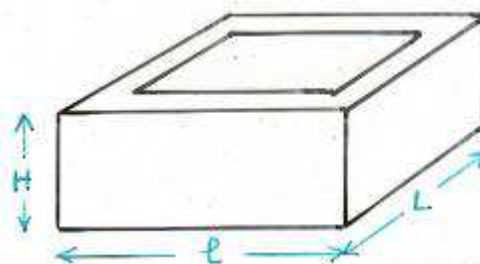
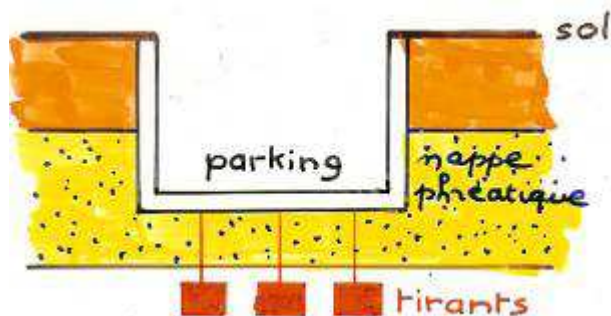
b- Calculer la valeur de x.

B- Dans un atelier, l'analyse du bruit d'une machine au sonomètre a donné les résultats suivants :

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
N_I (dB)	65	70	75	68	57	53

En appelant N_{11} , N_{12} , N_{13} , N_{14} , N_{15} , N_{16} , les différentes valeurs du niveau d'intensité sonore dans chacune des bandes de fréquence précédentes, donner l'expression littérale du niveau d'intensité sonore global N_g de ce bruit, puis calculer numériquement N_g .

Mécanique des fluides



Pour protéger un parking souterrain contre les eaux de la nappe phréatique, on a fabriqué un cuvelage en béton dont les dimensions extérieures sont :

$$\text{Hauteur : } H = 4,75 \text{ m}$$

$$\text{largeur : } l = 12,50 \text{ m}$$

$$\text{Longueur : } L = 40 \text{ m}$$

L'épaisseur du fond et des 4 parois verticales, en béton, est constante et égale à $e = 0,30 \text{ m}$.

Données :

$$\text{Masse volumique du béton : } \rho_b = 2200 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\text{Masse volumique de l'eau : } \rho_e = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\text{Accélération de la pesanteur : } g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

1) Exprimer littéralement puis calculer la masse du cuvelage.

Le cuvelage est immergé dans une hauteur d'eau $h = 2,10 \text{ m}$.

2) Calculer l'intensité de la force pressante, F , exercée par l'eau de la nappe phréatique sur chacune des parois verticales et sur le fond du cuvelage.

3) Calculer la poussée d'Archimède que subit le cuvelage.

4) Montrer que pour rester immergé dans une hauteur h d'eau, celui-ci doit être ancré dans le sol.

Calculer l'intensité, T , de la force totale exercée par les tirants sur le cuvelage.

Chimie organique

1) a- Ecrire les formules semi développées des alcanes suivants :

le n hexane, le 2-méthylpentane et le 2,2-diméthylbutane.

b- Sont-ils des isomères ?

Justifier la réponse.

On admet, pour simplifier, qu'une essence est constituée d'un mélange de plusieurs alcanes ayant chacun pour formule : C_6H_{14} .

2) Ecrire l'équation bilan de combustion complète de cette essence.

L'essence précédente a un pouvoir calorifique de 4200 kJ.mol^{-1} et une masse volumique de 750 kg.m^{-3} .

Une voiture consomme en moyenne 8 litres de cette essence pour faire 100 km.

3) a- Calculer la quantité de chaleur fournie par la combustion de l'essence lors d'un parcours de 100 km.

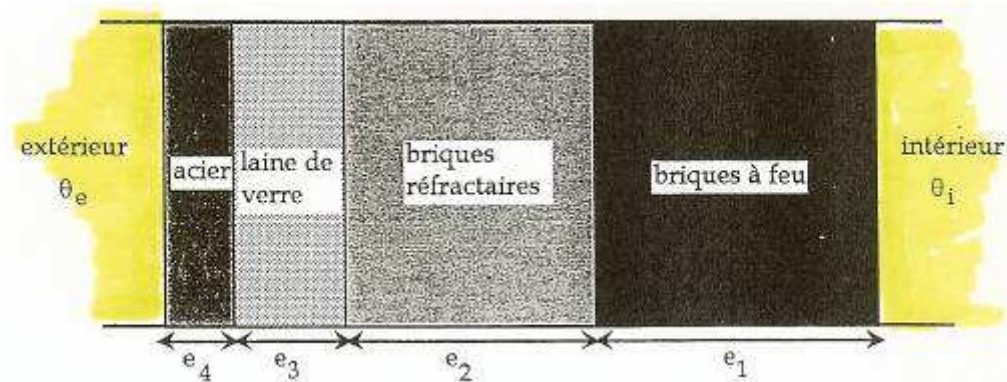
b- Calculer le volume de dioxyde de carbone rejeté lors du parcours de 100 km en supposant que la combustion de l'essence est complète.

(Volume molaire des gaz à la température de fonctionnement du moteur : 24 L.mol^{-1})

B 1998

Thermique

La paroi d'un four électrique industriel est constituée de plusieurs matériaux comme l'indique le schéma :



Données :

Température ambiante intérieure : $\theta_i = 1092^\circ\text{C}$

Température ambiante extérieure : $\theta_e = 32^\circ\text{C}$

Surface intérieure du four : $S = 8,00 \text{ m}^2$

résistances thermiques surfaciques superficielles intérieure et extérieure :

$$r_{si} = 0,036 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$r_{se} = 0,175 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Matériau	Épaisseur e (mm)	Conductivité thermique λ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
brique à feu	$e_1 = 230$	$\lambda_1 = 1,04$
brique réfractaire	$e_2 = 150$	$\lambda_2 = 0,70$
laine de verre	$e_3 = 50$	$\lambda_3 = 0,07$
acier	$e_4 = 3$	$\lambda_4 = 45$

- 1) Exprimer littéralement, puis calculer la résistance thermique surfacique de la paroi.
- 2) Exprimer littéralement, puis calculer la densité de flux thermique ϕ traversant la paroi.
- 3) Déterminer les températures un niveau des diverses interfaces : de l'intérieur vers l'extérieur : $\theta_{si}, \theta_1, \theta_2, \theta_3$ et θ_{se} .
- 4) En admettant que la transmission de la chaleur est uniforme sur l'ensemble des parois du four, calculer la puissance électrique P nécessaire à son fonctionnement à vide.
- 5) Calculer le coût de fonctionnement journalier du four sachant que le prix du kilowattheure est 0,122 euro.

Mécanique des fluides

Données :

Intensité du champ de la pesanteur : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Pression atmosphérique : $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$

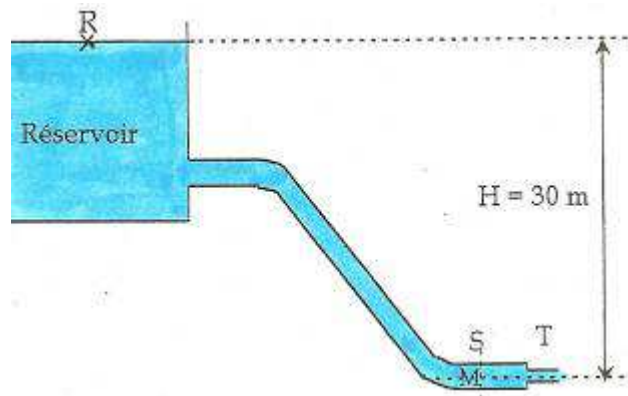
Masse volumique de l'eau : $\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

(Les parties A et B sont indépendantes)

A- Etude d'un écoulement

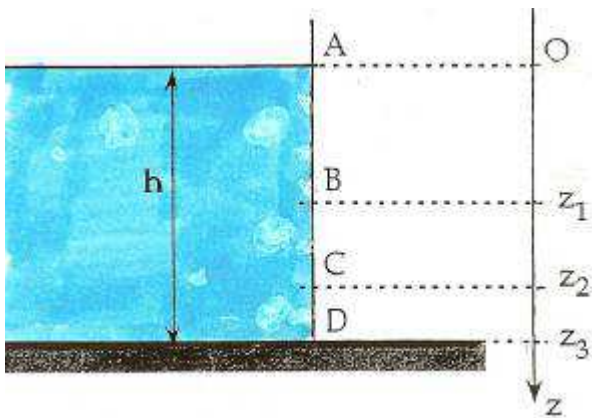
Un réservoir de grandes dimensions se vide par un tuyau de diamètre $D = 8 \text{ cm}$.

Celui-ci se termine par une courte tuyère T de diamètre $d = 4 \text{ cm}$, située à $H = 30 \text{ m}$ au-dessous de la surface libre de l'eau dans le réservoir.



- 1) Déterminer l'expression littérale de la vitesse d'écoulement V_T à la sortie de la tuyère.
Calculer V_T .
- 2) Calculer le débit volumique de l'eau, Q_v .
- 3) Calculer la valeur de la pression p en un point M d'une section S du tuyau située juste en amont de la tuyère de sortie.

B- Etude des forces pressantes s'exerçant sur la porte du bassin



Le réservoir alimente un bassin contenant de l'eau sur une profondeur $h = 9$ m, fermé par une porte verticale constituée de trois panneaux plans superposés de hauteur AB, BC et CD et de même largeur $a = 2$ m.

- 1) Calculer la résultante F des forces de pression s'exerçant sur l'ensemble de la porte.
- 2) a- Exprimer littéralement la pression due à l'eau aux points M, N et P, se trouvant à mi-hauteur respectivement des panneaux AB, BC et CD.
b- Dédire des questions précédentes la hauteur de chaque panneau pour que chacun supporte le même effort.

Oxydoréduction

Une canalisation en fonte (alliage à base de fer) et une électrode de magnésium, enterrées dans le sol, sont reliées par un fil de plomb selon le schéma :



Données :

Potentiels normaux d'oxydoréduction :

$$E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0,44 V$$

$$E^0_{Mg^{2+}/Mg} = -2,37 V$$

La fonte est supposée avoir les mêmes propriétés que le fer.

On admettra que toutes les années durent 365 jours.

1) La canalisation en fonte est-elle protégée de la corrosion et si oui, comment s'appelle ce mode de protection ?

2) Quel rôle joue l'électrode de magnésium : est-elle anode ou cathode ?

Pourquoi ?

De quelle réaction est-elle le siège ?

Ecrire la demi-équation correspondante.

3) Quel rôle électrique joue le rôle la canalisation ?

L'intensité moyenne du courant électrique qui circule dans le fil de plomb est $I = 10 \text{ mA}$.

On change l'électrode tous les trois ans.

4) Calculer la masse minimale de magnésium qu'on doit utiliser pour que, lors de son remplacement, seulement une fraction de 80% de l'électrode ait été consommée.

B 1999

Acoustique

Sachant que les symboles des grandeurs fondamentales sont :

L pour la longueur

T pour le temps

M pour la masse

1) Exprimer les dimensions :

- d'une masse volumique : ρ

- d'une vitesse : v

- d'une accélération : a

- d'une force : F

- d'une pression : p

- d'une énergie : E

2) L'intensité acoustique en un point situé près d'une source sonore peut être calculée à partir de deux relations différentes :

$$\text{-soit la relation (1) : } I = \frac{p^2}{\rho \cdot v}$$

p : pression acoustique efficace au point considéré

ρ : masse volumique du milieu où se trouve le point considéré

v : vitesse de propagation du son dans le milieu où se trouve le point considéré

$$\text{-soit la relation (2) : } I = \frac{P_a}{S}$$

a- Expliquer ce que représente P_a et S dans la relation (2).

b- Montrer que la dimension de I est la même dans chacune des deux relations (1) et (2).

c- Calculer l'intensité acoustique en un point M , situé dans l'air à 20°C , à 10 m d'une source sonore, de puissance $0,05 \text{ W}$, émettant uniformément dans toutes les directions.

d- Déduire du résultat de la question précédente le niveau acoustique et la pression acoustique efficace au point M .

Vérifier que cette dernière valeur est identique à celle que l'on obtiendrait en utilisant la relation (1).

3) En fait la pression acoustique en M varie en fonction du temps suivant la relation :

$$p_M = p\sqrt{2} \sin 2000\pi t, \text{ avec } p : \text{pression acoustique efficace en } M.$$

a- Calculer l'amplitude, la pulsation et la période de la pression p_M .

b- La fréquence du son émis est la même que celle de p_M .

A quelle catégorie de sons appartient-il ?

Est-il audible par l'oreille humaine ? Justifier votre réponse.

Données :

Pression acoustique de référence : $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$

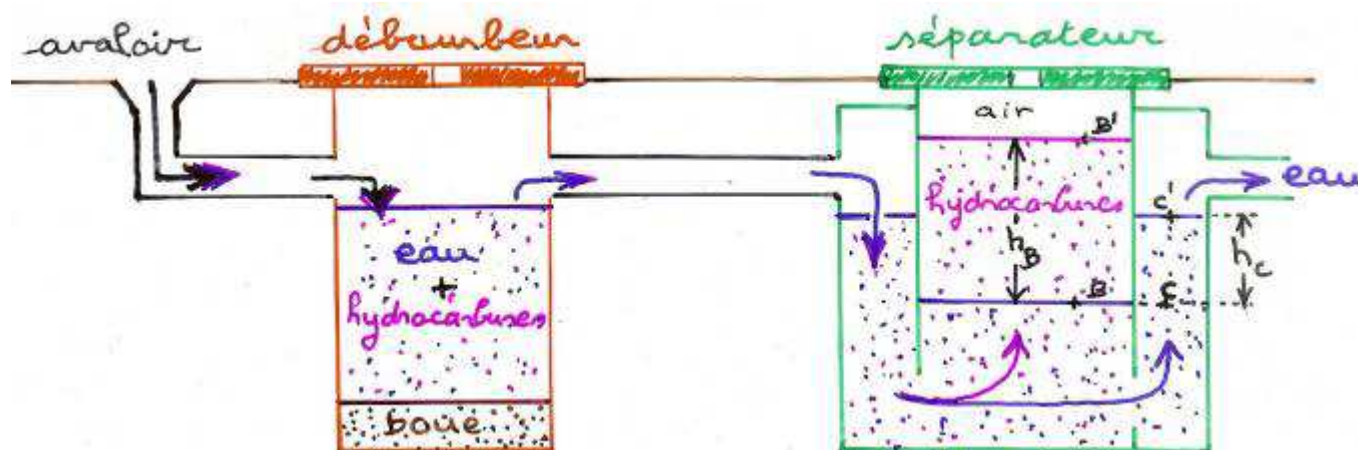
Intensité acoustique de référence : $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Vitesse du son dans l'air à 20°C : 340 m.s^{-1}

Masse volumique de l'air à 20°C : $1,2 \text{ kg.m}^{-3}$

Mécanique des fluides

Le schéma d'un système permettant de récupérer et traiter l'eau de lavage des véhicules de chantier est le suivant :



L'eau est récupérée par un avaloir de sol, puis passe par un débouilleur qui permet de retenir la boue par décantation.

Le mélange eau plus hydrocarbures se dirige ensuite vers un séparateur où les hydrocarbures, moins denses que l'eau, sont isolés et peuvent être récupérés.

La capacité totale du débouilleur est 160 L et sa surface de base est un carré de $0,32 \text{ m}^2$ de surface.

Le débouilleur est plein : il contient 110 L d'eau, 1,5 L d'hydrocarbures et de la boue .

1) Calculer la pression exercée par l'ensemble sur le fond du débouilleur.

2) Calculer la densité du mélange eau plus hydrocarbures, ce mélange étant supposé homogénéisé.

3) Sachant que $h_C = 0,36 \text{ m}$, calculer h_B .

Un flotteur sphérique, de masse $m = 50,00 \text{ g}$, permet de connaître le niveau atteint par les hydrocarbures et le moment où il faut les pomper.

4) Sachant qu'il flotte sur la couche d'hydrocarbures en étant à moitié immergé, calculer son rayon.

Données :

densité des hydrocarbures : $d_h = 0,85$

densité moyenne de la boue : $d_b = 1,8$

Volume d'une sphère : $V = \frac{4}{3} \pi R^3$

Accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ s.m}^{-2}$

Masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

Chimie organique

Le but de l'exercice est de vérifier la validité de l'indication que portent certains sacs plastiques distribués par une grande surface.

Ces sacs sont en polyéthylène (polyéthène) de formule $C_{500}H_{1000}$ et sont utilisés comme combustible dans certaines usines, dans le but de produire de l'énergie électrique.



- 1) Donner la formule semi-développée de l'éthylène (éthène).
- 2) Ecrire l'équation de polymérisation de n molécules d'éthylène.
- 3) Donner la définition et la valeur de l'indice de polymérisation du polyéthylène utilisé dans la fabrication des sacs.
- 4) Ecrire l'équation de combustion complète dans le dioxygène du polyéthylène constituant les sacs. Le pouvoir calorifique d'une mole de polyéthylène de formule $C_{500}H_{1000}$ est de $305,7 \cdot 10^3$ kJ.
- 5) La masse d'un sac étant de 5,00 g, calculer l'énergie produite par sa combustion complète. La transformation de l'énergie issue de la combustion de ce sac en énergie électrique se fait avec un rendement de 30%.
- 7) Pendant quelle durée cette énergie peut elle alimenter une ampoule de 60 W ?
Conclure en essayant de justifier la différence entre la durée calculée et celle affichée sur le sac.

B 2000

Thermique

Un mur est constitué de l'intérieur vers l'extérieur par :

- une cloison placoplâtre dont la résistance thermique surfacique est notée r_p
- une couche de laine de verre d'épaisseur e et de conductivité thermique λ
- une paroi de béton dont la résistance thermique pour surfacique est notée r_b

Les températures ambiantes interne et externe sont notées respectivement θ_i et θ_e .

Les résistances thermiques surfaciques superficielles intérieures et extérieures sont notées respectivement r_{si} et r_{se} .

- 1) a- Donner l'expression littérale de la conductance thermique surfacique U de ce mur en fonction de r_p , r_b , r_{si} , r_{se} , e et λ .
b- Calculer U .
- 2) a- Donner l'expression littérale du flux thermique surfacique ϕ à travers ce mur.
b- Calculer ϕ .
- 3) a- Donner les expressions littérales des températures superficielles intérieure θ_{si} et extérieure θ_{se} .
b- Calculer θ_{si} et θ_{se} .

Données :

$$r_p = 0,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$r_b = 0,30 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$r_{se} = 0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$r_{si} = 0,12 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$e = 10 \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 40^\circ\text{C}$$

Mécanique des fluide

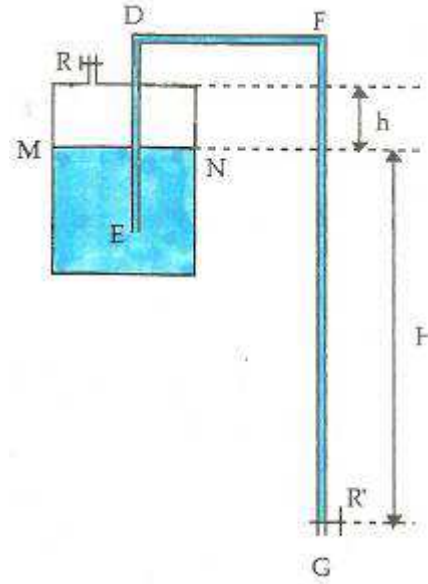
Un vase cylindrique de section S est fermé à sa partie supérieure par un couvercle plan muni d'un robinet R et laissant passer la branche ED d'un siphon $EDFG$.

Ce vase renferme de l'eau dont le niveau MN est à une distance h du couvercle et à une hauteur H au-dessus du robinet R' situé à l'extrémité du siphon.

Le siphon étant rempli d'eau, le robinet R' étant fermé, on ouvre un instant le robinet R et on le referme.

La pression au-dessus du liquide est alors égale à la pression atmosphérique, notée P_{atm} .

On admettra que la section du siphon est négligeable devant celle du vase.



On ouvre le robinet R' et on laisse l'eau s'écouler.

1) L'eau peut cesser de couler avant que le récipient soit vide.

Expliquer pourquoi en utilisant le théorème de Bernoulli.

Soit x l'abaissement du niveau MN à un instant donné et p la pression de l'air dans la partie supérieure du vase.

On suppose la température constante pendant l'écoulement et on considère l'air comme un gaz parfait.

2) Exprimer la pression p en fonction de x , h et P_{atm} .

3) Exprimer lorsque l'eau s'arrête de couler (le robinet R' étant toujours ouvert) la pression p en fonction de x , H , ρ et P_{atm} .

Pour cela on appliquera la relation fondamentale de l'hydrostatique au liquide contenu dans le siphon.

Données :

$$S = 100 \text{ cm}^2 ; h = 0,10 \text{ m} ; H = 2,0 \text{ m}$$

$$\text{Accélération de la pesanteur } g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

$$\text{Pression atmosphérique } P_{\text{atm}} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Masse volumique de l'eau } \rho = 1030 \text{ kg.m}^{-3}$$

Chimie organique

Pour répondre au Q.C.M ci-dessous, recopier le tableau ci-contre, et y indiquer, pour chaque question repérée par son numéro, la lettre correspondant à la réponse choisie.

Chaque question possède une réponse unique.

Pour chacune des six questions :

- 1 point si la réponse est exacte.
- 0 point si la réponse est fausse ou s'il n'y a pas de réponse.

question n°	1	2	3	4	5	6
réponse						

Question	réponse A	réponse B	réponse C	réponse D
1. Quel est l'hydrocarbure dont la masse molaire est $M = 28 \text{ g.mol}^{-1}$?	Alcane : éthane	Alcyne : éthylène.	Alcène : éthylène.	Alcène : acétylène.
2. Quel est le nom du composé ? $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Ethylpropane	2-méthylbutane	Pentane	1,1-diméthyl propane
3. Une macromolécule d'indice de polymérisation $n = 2500$ a une masse molaire $M = 105 \text{ kg.mol}^{-1}$. Quelle est la masse molaire du monomère ?	42 g.mol^{-1}	$0,042 \text{ g.mol}^{-1}$	$2,625 \cdot 10^5 \text{ kg.mol}^{-1}$	24 g.mol^{-1}
4. Quelle est la formule du P.V.C ?	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$-\text{[CH}_2\text{-CHCl]}_n-$	$n \text{ [CH}_2=\text{CHCl]}$	$[\text{CH}_2=\text{CHCl}]$
5. le pH d'un composé organique de concentration molaire $c = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ vaut 2,6. Ce composé est :	Acide fort	Base faible	Base forte	Acide faible
6. les équations-bilan ci-dessous correspondent respectivement aux types de réactions suivantes : $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow -[\text{CH}_2 - \text{CH}_2]_n-$	Addition Combustion Polymérisation Substitution	Combustion Addition Polymérisation Substitution	Polymérisation Substitution Combustion Addition	Combustion Addition Substitution Polymérisation

B 2001

Chimie organique

On admet que le fioul est uniquement composé d'alcane en C_{20} (20 atomes de carbone dans la molécule), en C_{21} et C_{22} .

La composition en masse est donnée ci-dessous :

Alcane en C_{20} : 19,0% ; alcane C_{21} : 49,8% ; alcane en C_{22} : 31,2%.

1) Pour l'alcane en C_{20} :

- écrire la formule brute
- calculer la masse molaire
- écrire l'équation bilan de la combustion complète

On considère un échantillon d'un litre de fioul.

2) Déterminer la quantité de matière, exprimée en moles, d'alcane en C_{20} qu'il contient.

On suppose que la combustion du fioul est complète, le débit gardant la valeur indiquée.

3) Calculer la masse de dioxyde de carbone dégagée en une heure par la combustion de l'alcane en C_{20} .

Acoustique

On s'intéresse à un salon de grand volume ($V = 312 \text{ m}^3$) dans lequel 20 à 70 personnes peuvent se réunir et discuter par petits groupes.

Cette pièce est rectangulaire de longueur $L = 11,9 \text{ m}$ et de largeur $\ell = 8,00 \text{ m}$.

Le plafond possède 3 poutres apparentes de 40 cm de largeur et de 8m de longueur.

Dans le salon se trouve quelques petites tables ainsi que des fauteuils confortables.

Le coefficient d'absorption du plafond est $\alpha_p = 0,01$ pour toutes les fréquences.

Le tableau suivant donne le temps de réverbération conseillé T_0 pour chaque fréquence médiane d'intervalle d'octave, ainsi que le temps de réverbération mesuré T_1 dans le salon inoccupé.

Fréquences médianes (Hz)	T_0 (s)	T_1 (s)
125	0,6	1,05
250	0,57	1
500	0,56	0,95
1000	0,55	0,85
2000	0,53	0,8
4000	0,51	0,7

Le temps de réverbération est donné par la formule de Sabine : $T_R = a \frac{V}{A}$, où V est le volume et A l'aire d'absorption équivalente.

1) Déterminer l'unité du facteur a dans le système international d'unités.

(Ultérieurement on prendra $a = 0,16 \text{ S.I}$)

2) Calculer, pour 1000 Hz, l'aire d'absorption conseillé A_0 et l'aire d'absorption réelle A_1 .

3) Sachant que seul l'espace entre les poutres peut être traité, calculer l'aire du plafond entre les poutres (S_p) qui pourra recevoir un matériau d'isolation ?

A l'aide de ce matériau d'isolation, on désire faire passer le temps de réverbération de T_1 à T_0 .

On note α_p le coefficient d'absorption du matériau.

4) a- Exprimer α_p en fonction de α_p , A_0 , A_1 et S_p .

b- Calculer α_p pour 1000Hz.

c- On a trouvé par ailleurs les autres valeurs de α_p , regroupées dans le tableau suivant.

Fréquence (Hz)	α_p
125	0,43
250	0,45
500	0,44
2000	0,39
4000	0,34

On dispose de 3 matériaux dont les coefficients d'absorption moyens sont 0,4 ; 0,5 et 0,6.

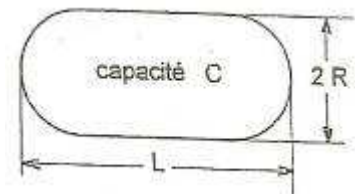
Lequel choisir ?

5) Le temps de réverbération est-il affecté par la présence de personnes dans le salon ?

Si oui, comment ?

Mécanique des fluides

Une citerne à fioul de capacité volumique C est constituée d'un tronçon central cylindrique encadré de deux extrémités hémisphériques.



Une pompe aspire le combustible jusqu'à la chaudière.

Données :

Dimensions extérieures de la citerne : $L = 2,05 \text{ m}$; $R = 0,63 \text{ m}$

Capacités $C = 2000 \text{ litres}$

Masse de la citerne (vide) $M = 150 \text{ kg}$

Consommation du brûleur, en fonctionnement continu : $q_v = 2.27 \text{ litres de fioul par heure}$

Masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

Masse volumique du fioul : $\rho_f = 840 \text{ kg.m}^{-3}$

Accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

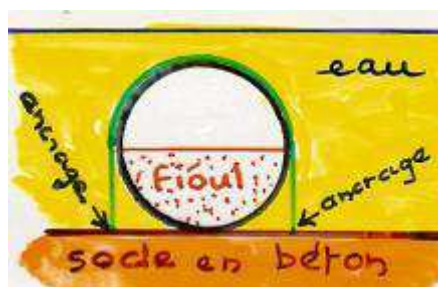
Volume d'une sphère de rayon a : $(4/3) \pi a^3$

Volume d'un cylindre de rayon a et de longueur b : $\pi a^2 b$

Ancrage de la cuve

La notice du constructeur porte la mention :

Pose en cas de nappes phréatiques :
prévoir quatre points d'ancrage
commander un jeu de deux sangles



- 1) Indiquer brièvement pourquoi l'on doit prendre ces précautions.
On suppose que la cuve est entièrement immergée dans l'eau.
- 2) Exprimer littéralement, puis calculer :
 - a- le volume extérieur de la citerne V_e .
 - b- l'intensité A de la poussée d'Archimède qu'exerce l'eau sur la cuve.
 - c- l'intensité F de l'effort supporté par chaque point d'ancrage lorsque la cuve est à moitié remplie de fioul.

B 2002

Thermique

- 1) A partir de la formule définissant l'énergie cinétique, $E_c = \frac{1}{2} MV^2$ exprimer la dimension d'une énergie en fonction des grandeurs fondamentales : longueur L , masse M et temps T .
Quelles sont les dimensions d'une puissance thermique et d'un débit volumique ?
L'air et les parois en béton d'un local (murs, plafond et sol) sont à la température de 0°C .
- 2) Calculer : (**Calorimétrie**)
 - a- la quantité de chaleur Q_a nécessaire pour porter à 20°C la température de l'air du local.
 - b- la quantité de chaleur Q_b nécessaire pour porter à 10°C la température des parois en béton. Conclure.

Données :

Dimensions intérieures du local en mètres : $L \ell h = 11,00 \times 7,0 \times 3,00$

(L : longueur ; ℓ : largeur ; h : hauteur)

Épaisseur du béton pour les murs, le sol et le plafond : $e = 20 \text{ cm}$

Masse volumique de l'air : $\rho_a = 1,25 \text{ kg.m}^{-3}$

Masse volumique du béton : $\rho_b = 2,30 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

capacité thermique massique de l'air : $c_a = 1,00 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

capacité thermique massique du béton : $c_b = 0,80 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

L'air intérieur du local précédent est maintenu à la température $\theta_i = 20^\circ\text{C}$

La conductivité thermique du béton est $\lambda = 1,1 \text{ W.m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Les résistances thermiques surfaciques superficielles intérieure et extérieure sont respectivement :

$$r_{si} = 1/h_i = 0,11 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} \text{ et } r_{se} = 1/h_e = 0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

- 3) a- Citer les trois modes de propagation de la chaleur.
- b- Exprimer, en fonction de e , λ , h_i et h_e , la résistance thermique surfacique r d'une paroi en béton.
Calculer sa valeur.
- c- Calculer le flux thermique surfacique passant à travers d'une paroi en béton.
- d- Calculer la puissance thermique (ou flux thermique) perdue au travers des quatre murs du local.
(On ne tient pas compte du sol, du plafond et des ouvertures)

Dans un radiateur, l'eau entre à la température de 70°C et en ressort à 40°C , avec un débit massique $q_m = 0,020 \text{ kg.s}^{-1}$.

- 4) a- Calculer la puissance thermique transférée par ce radiateur sachant que la capacité thermique massique de l'eau est $c = 4,19 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
- b- Combien de radiateurs munis de robinets thermostatiques faut-il prévoir pour le local étudié précédemment dans l'hypothèse de la question 3)d ?

Mécanique des fluides

Dans une installation de chauffage central, l'eau sort de la chaudière avec un débit volumique $Q_v = 18 \text{ L.min}^{-1}$, à une pression $P = 5.10^5 \text{ Pa}$, dans un tuyau de diamètre intérieur $D = 20 \text{ mm}$. Les radiateurs sont branchés en dérivation.

Le diamètre intérieur du tuyau qui les parcourt est $d = 5 \text{ mm}$.

Données :

Masse volumique de l'eau, considérée comme un fluide parfait : $\rho = 1,0.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

Accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Equation de Bernoulli : $\frac{1}{2} \rho.V^2 + P + \rho.g.Z = \text{constante}$

- 1) Calculer la vitesse de l'eau à la sortie de la chaudière.
- 2) Calculer la vitesse et la pression de l'eau en un point d'un radiateur situé à 3,0 m d'altitude au dessus de la chaudière dans les deux cas suivants :
 - a- un seul radiateur est ouvert
 - b- deux radiateurs sont ouverts.

Solution acide

Donnée :

Produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = 10^{-14}$

Les effluents liquides d'un laboratoire atteignent une épaisseur de 0,80 m dans un bassin de récupération de longueur 1,60 m et de largeur 1,10 m.

Une mesure du pH de la solution réalisée à l'aide d'un papier indicateur de pH donne la valeur 2.

Ce laboratoire emploie de l'acide chlorhydrique.

La solution contient au moins trois types d'ions.

Un ion est responsable de l'acidité de la solution.

- 1) a- Donner son nom, sa formule et sa concentration molaire dans la solution.

En déduire la quantité de matière (en moles) de cet ion présente en solution.

Un ion l'accompagne dans toute solution aqueuse.

- b- Montrer que la concentration molaire de cet ion est très faible dans le cas présent.

Un troisième ion est présent en grande quantité.

- c- Lequel ?

Avant pompage, on veut neutraliser l'acidité de la solution par addition d'hydroxyde de sodium.

- 2) Ecrire l'équation bilan de neutralisation.

En déduire la quantité d'ions hydroxyde (en moles) nécessaire.

Les résultats obtenus à partir d'une mesure de pH étant trop approximatifs, on dose un échantillon de 10,0 mL de la solution acide du bassin par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$.

L'équivalence est obtenue quand on a versé $V_b = 12,6 \text{ mL}$ de solution basique.

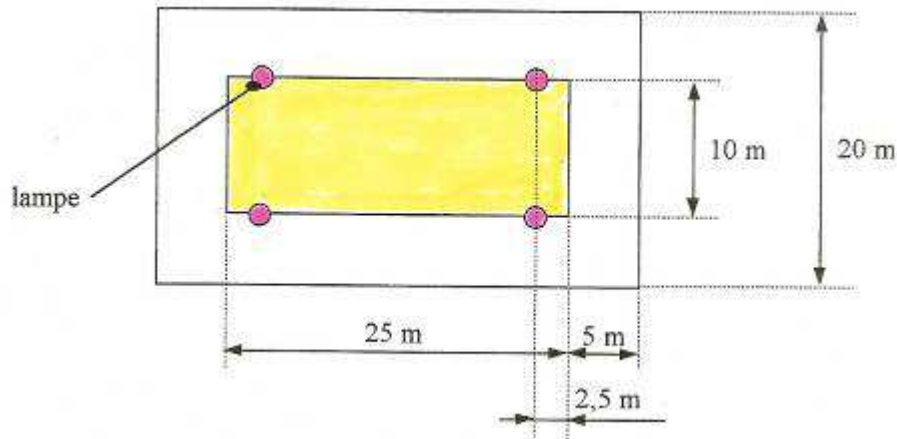
- 3) a- Calculer la concentration molaire en acide et le pH théorique de la solution du bassin.

b- Déduire de ce dosage la quantité, puis la masse d'hydroxyde de sodium nécessaire pour neutraliser tout l'acide du bassin.

B 2003

On désire construire une piscine couverte de longueur $L = 25$ m, de largeur $\ell = 10$ m et de hauteur $h = 4,5$ m, profondeur utile (hauteur d'eau).

Le bâtiment qui l'abrite doit permettre d'avoir 5 m de plage sur tous les côtés de la piscine.



Mécanique des fluides

Etude de la piscine elle-même

Données :

Masse volumique de l'eau $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.

Intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Pression atmosphérique $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$.

1) Quelle est la résultante F des forces pressantes exercées sur le fond de cette piscine et dues à l'action de l'eau lorsque la piscine est remplie ?

2) Calculer:

a- la résultante des forces pressantes F_1 exercées sur chaque petite paroi verticale de cette piscine et dues à l'action de l'eau.

b- la résultante des forces pressantes F_2 exercées sur chaque grande paroi verticale de cette piscine et dues à l'action de l'eau.

c- la position du point d'application de chacune de ces deux résultantes par rapport au fond de la piscine et aux parois latérales.

Au fond de la piscine, l'eau est aspirée au travers d'un orifice appelé bonde de fond par une pompe située dans un local technique.

Cette circulation permet le recyclage de l'eau.

Le diamètre de l'orifice est $D = 0,12$ m.

Le débit de la pompe est $Q_v = 50 \text{ L.s}^{-1}$.

3) a- Calculer la vitesse d'aspiration V de l'eau au niveau de l'orifice.

b- En déduire la valeur de la pression P de l'eau au niveau de l'orifice.

4) Sachant que la totalité de l'eau contenue dans la piscine doit être recyclée en 8 h au maximum, le débit assuré par la pompe $Q_v = 50 \text{ L.s}^{-1}$ est-il convenable ?

Photométrie

Etude de l'éclairage de cette piscine

On place à la verticale de chacun des grands bords du bassin et à 2,5 m des angles, 4 lampes permettant d'éclairer le bâtiment.

Elles sont situées à une hauteur $H = 8$ m au dessus du sol.

L'intensité lumineuse due à chaque lampe est, suivant la verticale, $I_0 = 7000$ cd.

Dans une direction faisant un angle α avec la verticale, l'intensité lumineuse due à chaque lampe est donnée par la relation $I = I_0 \cos \alpha$.

On considère l'éclairement du sol dû à une seule lampe.

1) a- Déterminer littéralement l'expression de l'éclairement E_0 à la verticale de la lampe.

Calculer cet éclairement.

b- Déterminer littéralement l'expression de l'éclairement E_A en un point A situé au sol à la distance x de la verticale de cette lampe.

(Application : $x = 11,2 \text{ m}$)

2) Vérifier que le centre C de la piscine est placé à 11.2 m du pied de chaque lampe.

Quel est l'éclairement E_c au centre C de la piscine dû aux quatre lampes ?

3) Sachant que le flux lumineux total émis par cette lampe est donné par l'expression : $\Phi = \pi \cdot I_0$ et que son efficacité lumineuse est $k = 27,5 \text{ lm.W}^{-1}$, déterminer la puissance P de chaque lampe.

Solution acide

Une solution de détartrant concentré utilisée pour l'entretien de la piscine a un pH = 1,8.

En utilisation normale ce produit doit être dilué.

1) Définir le pH d'une solution.

2) Ce détartrant est-il acide ou basique ?

3) En supposant qu'il soit totalement dissocié, quelle est sa concentration molaire C ?

Pour l'utiliser on dilue 1 L de ce produit dans 24 L d'eau.

On obtient une solution de concentration molaire C_1 .

4) Déterminer C_1 , ainsi que le pH de cette nouvelle solution.

Pour vérifier la valeur de C_1 , on prélève un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ de la solution diluée qu'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence est $V_2 = 12,9 \text{ mL}$.

5) Quelle est la valeur de C_1 déduite de ce dosage ?

Confirme-t-elle le résultat de la question 4) ?

B 2004

Thermodynamique

On considère un volume d'air (gaz supposé parfait) dans un état A :

$$(V_A = 40 \text{ L} ; \theta_A = 27^\circ \text{C} ; P_A = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa})$$

1) Calculer la quantité de matière correspondante. (nombre de moles)

On effectue les transformations suivantes sur ce gaz :

- Une transformation adiabatique réversible de l'état A à l'état B telle que $V_B = 8 \text{ L}$
- Une transformation isobare de l'état B à l'état C telle que $\theta_C = 627^\circ \text{C}$
- Une transformation adiabatique réversible de l'état C à l'état D
- Une transformation isochore de l'état D à l'état A

2) a- Définir les trois types de transformation : isobare, isochore, adiabatique.

b- Déterminer la pression, le volume et la température de chaque point du cycle A-B-C-D.

Donner les résultats sous forme de tableau.

c- Représenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron $P = f(V)$.

$$(Echelle : 1 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ et } 1 \text{ cm} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa})$$

3) Calculer la quantité de chaleur totale échangée lors du cycle.

4) En appliquant le premier principe de la thermodynamique, déduire le travail total échangé dans ce cycle.

Données :

$$R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

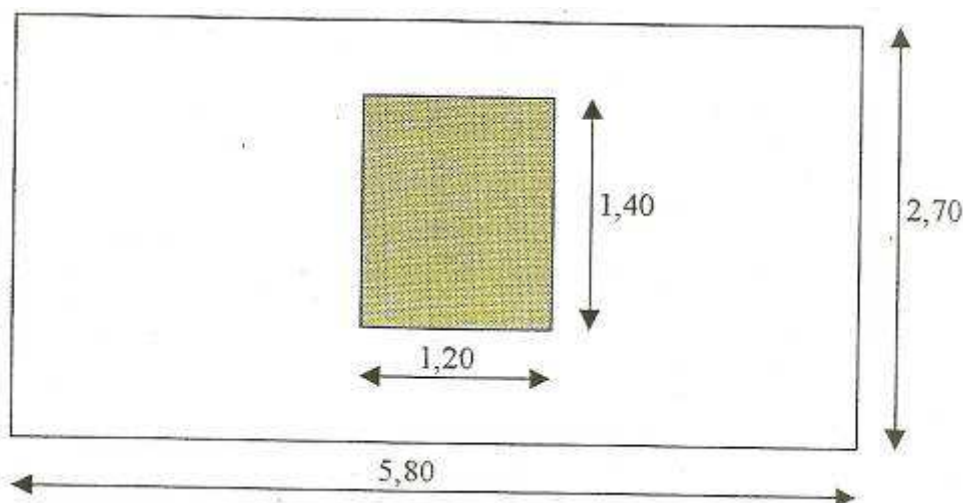
$$C_p = 29,1 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$C_v = 20,8 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

On rappelle que pour une transformation adiabatique $P \cdot V^\gamma = C^{\text{ste}}$ avec $\gamma = 1,4$.

Acoustique

On se propose d'étudier d'un point de vue acoustique, une paroi discontinue (mur + fenêtre) d'une chambre d'appartement donnant sur une rue. La paroi est représentée ci-dessous :



L'analyse par bande d'octave du bruit de la rue donne les résultats suivants :

Centre bande d'octaves f (Hz)	125	250	500	1000	2000
Niveau d'intensité L (dB)	71	70	66	65	57
Intensité sonore I (W.m ⁻²)		1.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁶		5.10 ⁻⁷

1) Démontrer que l'intensité sonore pour $f = 125\text{Hz}$ s'écrit $I_{125} = I_0 \cdot 10^{L/125}$ et calculer les intensités sonores manquantes du tableau.

2) Démontrer que le niveau d'intensité global L_g s'écrit $L_g = 10 \log \left[\frac{\sum I_i}{I_0} \right]$

Calculer sa valeur.

3) a- Sachant que la masse volumique du mur est $\rho_m = 2100 \text{ kg.m}^{-3}$ et que son épaisseur vaut $e_m = 20 \text{ cm}$, déterminer sa masse surfacique σ_m .

b- Calculer l'indice d'affaiblissement du mur noté R_m .

c- En déduire τ_m le facteur de transmission du mur.

4) a- Sachant que la masse surfacique du verre $\sigma_v = 7 \text{ kg.m}^{-2}$, déterminer l'indice R_f d'affaiblissement de la fenêtre.

b- En déduire τ_f le facteur de transmission de la fenêtre.

5) a- Calculer le facteur de transmission global τ_g de la paroi discontinue.

b- Déterminer l'indice d'affaiblissement global R_g .

c- Calculer le niveau sonore d'intensité dans la chambre. si on ne tient pas compte des phénomènes de réverbération.

Données :

Loi de masse : $R = 17 \log \sigma + 4$, si $\sigma < 150 \text{ kg.m}^{-2}$

$R = 40 \log \sigma - 46$, si $\sigma > 150 \text{ kg.m}^{-2}$

Oxydoréduction

Le châssis d'une fenêtre d'appartement est en aluminium.

Il peut se détériorer au contact de l'air humide ($\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$).

Les couples d'oxydoréduction mis en jeu dans la réaction sont :

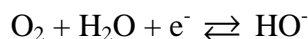
Couple Oxydant/Réducteur	Potentiel standard
O_2 / HO^-	$E^0 = + 0,4 \text{ V}$
$\text{Al}^{3+} / \text{Al}$	$E^0 = - 1,66 \text{ V}$

1) Quel est l'oxydant le plus fort ?

Justifier votre réponse.

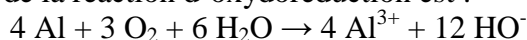
2) a- Ecrire la demi-équation électronique concernant le couple $\text{Al}^{3+} / \text{Al}$.

b- Equilibrer la demi-équation électronique concernant le couple O_2 / HO^- et préciser le sens de la réaction.



Est-ce une oxydation ou une réduction ?

3) Justifier que l'équation-bilan de la réaction d'oxydoréduction est :



Sur l'ensemble du châssis, il s'est formé 16 g d'hydroxyde d'aluminium $\text{Al}(\text{OH})_3$.

4) Calculer la masse d'aluminium détérioré.

B 2005

Thermique

Un local a pour dimensions : 10 m de long, 5 m de large et 3 m de haut.

Les murs sont constitués d'une paroi de béton de 15 cm d'épaisseur doublée d'une contre cloison en briques de 4 cm séparée du béton par 3 cm d'air (la résistance thermique surfacique de l'air est notée $r_a = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$).

Au niveau du plafond, on a 10 cm de béton recouvert de 5 cm de polystyrène.

Les surfaces vitrées $S_v = 8 \text{ m}^2$ sont réalisées à l'aide de deux vitres d'épaisseur 4 mm séparées par une lame d'air de 6 mm (résistance thermique surfacique : $r_a' = 0,48 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$).

Matériaux	Conductivité thermique λ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	Epaisseur e (cm)
Béton (murs)	1,74	15
Béton (plafond)	1,74	10
Brique	0,2	4
Polystyrène	0,036	5
Verre	1,15	0,4

Quelles que soit la nature des parois, les résistances thermiques surfaciques superficielles sont :

$$r_{si} = 1 / h_i = 0,11 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$r_{se} = 1 / h_e = 0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

La température extérieure est de $-5 \text{ }^\circ\text{C}$, alors que la température intérieure, qui sera supposée constante, est de $18 \text{ }^\circ\text{C}$.

On néglige les pertes thermiques par le sol.

- 1) Calculer les coefficients de transmission surfaciques des murs, du plafond et des vitrages.
- 2) Déterminer les températures des faces internes des murs et des vitrages.
- 3) Calculer la puissance thermique perdue.
- 4) En déduire la puissance minimale de la source de chaleur.

Mécanique des fluides

Une pompe à essence aspire le carburant d'une citerne qui est ensuite déversé dans le réservoir du véhicule sous la pression atmosphérique.

La citerne qui communique avec l'atmosphère est enterrée dans le sol dont l'altitude est prise égale à zéro. Lorsqu'elle est pleine, le niveau de la surface libre du liquide est à l'altitude $Z_1 = -2 \text{ m}$.

Elle est considérée comme vide quand ce niveau est à l'altitude $Z_2 = -4 \text{ m}$.

Le carburant s'écoule dans le réservoir du véhicule à une hauteur $Z = 80 \text{ cm}$ au-dessus du sol par un tuyau de diamètre $d = 50 \text{ mm}$.

Le temps de remplissage d'un réservoir de volume $V = 50 \text{ L}$ doit être inférieur à 3 minutes.

- 1) Déterminer le débit volumique minimal Q_v puis le débit massique minimal Q_m d'écoulement du carburant dans le réservoir du véhicule?
- 2) En déduire la vitesse minimale v du liquide à la sortie du tuyau d'évacuation.
- 3) En appliquant le théorème de Bernoulli entre la surface libre de l'essence dans la citerne et la sortie du

tuyau, déterminer le travail W que fournit la pompe dans ces conditions pour remplir le réservoir quand :

a- La citerne est pleine.

b- La citerne est à son plus bas niveau.

(On admettra que la surface de déplacement libre de l'essence dans la citerne est nulle)

4) En déduire la puissance utile P_u minimale de la pompe.

Données :

Masse volumique de l'essence : $\rho = 800 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Equation de Bernoulli relative à une masse de un kilogramme de fluide :

$$\frac{1}{2} \cdot (v_2^2 - v_1^2) + g \cdot (Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} = W_{12}$$

Chimie organique

Chaque année, on brûle dans le monde $2,0 \cdot 10^9$ tonnes de méthane (ou gaz naturel), hydrocarbure de la famille des alcanes de formules brute CH_4 .

La combustion complète du méthane consomme du dioxygène O_2 et produit de l'eau H_2O et du dioxyde de carbone CO_2 .

On se propose de déterminer la masse de dioxyde de carbone annuellement produite par la combustion de cet hydrocarbure.

Le dioxyde de carbone produit augmente l'effet de serre.

- 1) Calculer la quantité de matière (en moles) de gaz naturel consommée par an.
- 2) Ecrire et équilibrer l'équation bilan associée à cette combustion.
- 3) Quelle est la masse de dioxyde de carbone produite par la combustion du gaz naturel.
- 4) Quel est le volume occupé dans les conditions normales de température et de pression par le dioxyde de carbone produit ?
- 5) Quelle est l'énergie dégagée par la combustion annuelle du méthane sachant que le pouvoir calorifique d'un alcane à n atomes de carbone vaut $(662 \times n + 260) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$?
- 6) Rappeler la formule brute générale des alcanes puis la définition d'un isomère de constitution.

On considère l'alcane de formule brute C_5H_{12} .

- 7) Donner les formules semi développées et les noms des trois isomères de constitution de cet alcane.

Données :

Conditions normales :

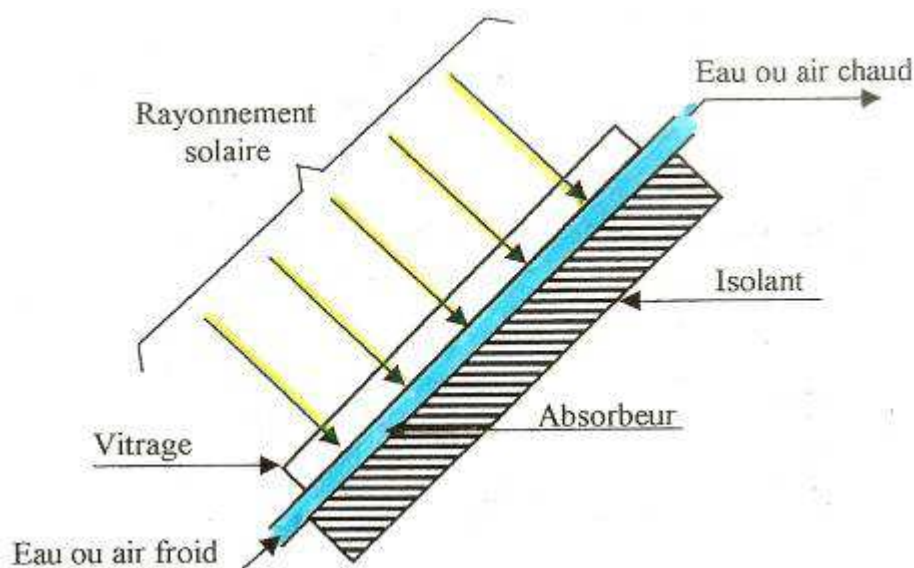
$\theta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

$P = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

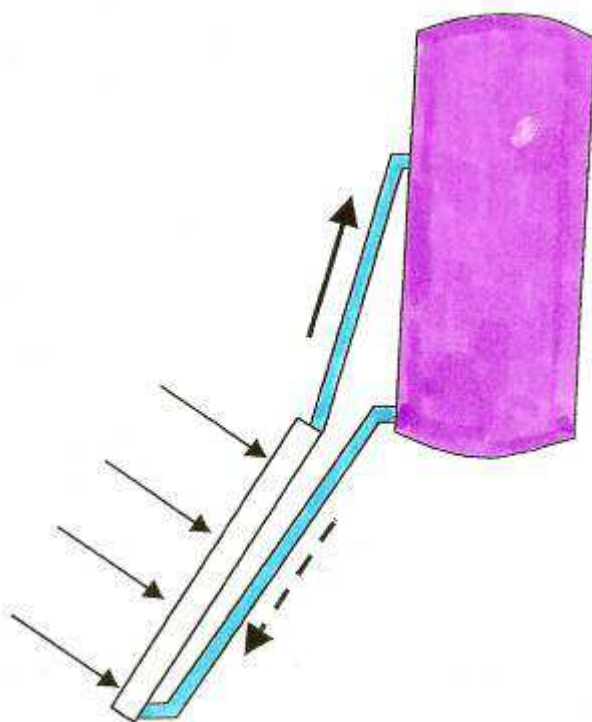
$R = 8,32 \text{ S.I.}$

B 2006

Monsieur Durand a acheté une vieille maison à rénover dans une région du sud de la France, dans un lieu isolé.



Il décide de disposer sur le versant sud de son toit un capteur solaire thermique pour chauffer l'eau.
L'occupation de la maison concerne la période printemps-été



Thermique-Calorimétrie

(La question 4 est indépendante)

Il souhaite une eau chaude à une température de $\theta_c = 55^\circ\text{C}$.

La consommation d'eau chaude par jour est de $V = 300 \text{ L}$.

L'eau froide est prise à $\theta_f = 15^\circ\text{C}$.

On prendra pour capacité thermique massique de l'eau $c_0 = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

1) Quelle est la quantité de chaleur nécessaire par jour, pour élever la température de l'eau de 15°C à 55°C , exprimée en kWh ?

L'énergie solaire qui arrive sur le capteur n'est pas entièrement transmise à l'eau qui circule dans les tubulures.

Le rendement est de $\eta = 40\%$.

2) Quelle est la quantité d'énergie solaire journalière que doit recevoir le capteur pour chauffer l'eau ?

L'ensoleillement journalier moyen par m^2 dépend de la période.

L'ensoleillement quotidien pendant les mois ensoleillés est : $E_{\max} = 6 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$.

L'ensoleillement quotidien pendant les mois moins ensoleillés est : $E_{\min} = 3 \text{ kWh.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$.

3) a- Quelle est la surface de capteurs thermiques nécessaire pendant les mois ensoleillés ?

Monsieur DURAND décide d'installer 8 m^2 de capteur.

b- Pendant les mois les moins ensoleillés avec une telle installation, quelle est la température de l'eau obtenue ?

Le ballon d'eau chaude est situé sous le toit.

C'est un cylindre de hauteur 2 m et de diamètre 0,5 m.

Le ballon d'eau chaude est en acier, il doit être bien isolé thermiquement pour que l'eau chauffée dans la journée soit encore chaude le lendemain matin.

La température sous le toit reste en moyenne de 30°C pendant les nuits d'été.

L'isolation du ballon d'eau chaude est effectuée par de la laine de verre, de conductivité

$\lambda_2 = 0,07 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et d'épaisseur $e_2 = 50 \text{ mm}$.

L'acier est caractérisé par sa conductivité $\lambda_1 = 45 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et son épaisseur $e_1 = 1,5 \text{ mm}$.

4) a- Calculer la surface totale de ce cylindre, fonds compris.

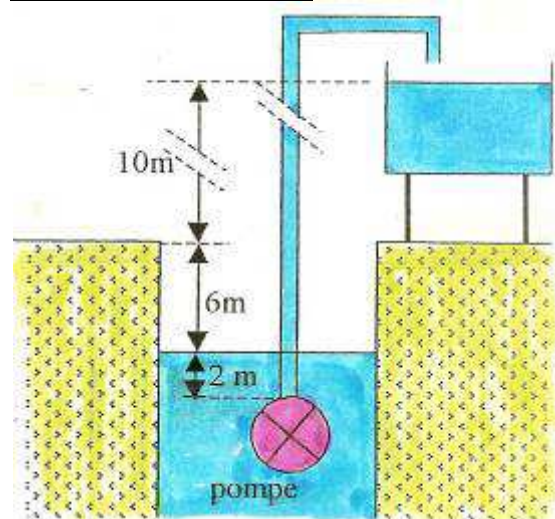
b- Quelle est la résistance thermique de la paroi ? (On néglige les résistances superficielles).

c- Montrer que l'acier est un très mauvais isolant.

d- Quelle est la densité de flux perdu en été ?

e- Quelle est la puissance thermique perdue par l'ensemble du ballon ?

Mécanique des fluides



Monsieur Durand puise l'eau nécessaire dans un puits dont le niveau moyen est à 6 m au-dessous du niveau du sol.

La pompe se situe dans l'eau en dessous du niveau moyen.

La profondeur d'immersion de cette pompe est de 2 m.

Il pompe l'eau pour la verser dans un réservoir situé dans les combles de sa maison.

Ce réservoir parallélépipédique a pour dimensions :

longueur : 2 m, largeur : 1 m, hauteur : 1 m

L'eau arrive sur le dessus du réservoir situé à 10 m au-dessus du sol.

La surface de l'eau dans le réservoir est à la pression atmosphérique.

La pompe se met automatiquement en route, pour remplir le réservoir, lorsque celui-ci est à moitié plein.

Le débit est de 60 L.min^{-1} .

Le tuyau d'alimentation du réservoir a une section de 6 cm^2 .

1) Calculer le volume d'eau contenue dans le réservoir plein.

2) Quel est le temps mis pour remplir le réservoir lorsque la pompe se met en route.

3) Quelle est la vitesse de l'eau dans la canalisation ?

Supposons le réservoir plein.

4) En utilisant l'équation de Bernoulli, déterminer la puissance de la pompe.

Données :

Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

Accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Equation de Bernoulli relative à un kilogramme de fluide :

$$\frac{1}{2}(V_2^2 - V_1^2) + g(Z_2 - Z_1) + \frac{1}{\rho}(P_2 - P_1) = W$$

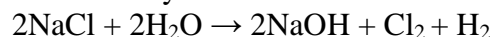
Chimie organique

(Le volume molaire d'un corps à l'état gazeux dans les conditions de l'expérience est de 24 L.mol^{-1})

Une technique de fabrication du chlorure de vinyle consiste à réaliser une réaction d'addition du

dichlore sur l'éthène.

Le dichlore est obtenu par la réaction d'électrolyse suivante :

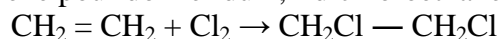


- 1) Dans cette réaction désigner les réactifs et les produits en indiquant leurs noms.
- 2) Quelle masse de NaCl est nécessaire pour produire 24 litres de chlore gazeux qui se dégage à l'anode ?
- 3) Quelle est la nature de NaOH ?

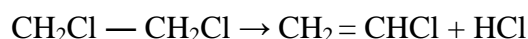
Quel est le domaine dans lequel se situe le pH de la solution obtenue ?

La fabrication de chlorure de vinyle s'opère en 2 étapes :

- Addition de dichlore sur éthylène pour donner du 1,2-dichloroéthane



- Puis :



- 4) Quelle masse d'éthylène est nécessaire pour obtenir 1 tonne de chlorure de vinyle ?
- 5) Ecrire et nommer la réaction chimique qui permet d'obtenir du PVC (polychlorure de vinyle).
- 6) Quel est le degré de polymérisation si la masse molaire de la macromolécule du polymère PVC est $150 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$?

B 2007

Acoustique

Mathieu habite un studio et la guitare est son passe-temps favori.

Pour régler son instrument, il émet un « la » ce qui correspond à l'émission d'une onde sonore de longueur d'onde λ .

La célérité du son dans l'air à 20°C est $c = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- 1) a- Exprimer littéralement la fréquence f du son émis en fonction de c et λ .
- b- Calculer la valeur de f pour $\lambda = 77,27 \text{ cm}$.
- c- Quelle est la fréquence f' du son situé une octave au-dessus du précédent ?
- d- Comment varie la fréquence lorsque le son émis passe du grave à l'aigu ?

Lorsque Mathieu accorde sa guitare on considère qu'elle constitue une source sonore ponctuelle omnidirectionnelle, d'un niveau d'intensité acoustique $L_1 = 35 \text{ dB}$ à un mètre de la source.

2) Calculer :

- a- L'intensité acoustique I_1 à un mètre de la source.
- b- L'intensité acoustique I_2 à deux mètres de la source et le niveau sonore correspondant L_2 .
En déduire l'affaiblissement phonique A_{ff} .
- c- La puissance acoustique P de la source et le niveau de puissance L_w de celle-ci.

Une fois la guitare accordée, Mathieu joue en s'accompagnant d'un synthétiseur.

On considère que pour ne pas gêner les voisins, le niveau sonore global à l'intérieur du studio ne doit pas dépasser 50 dB(A) .

En un point du studio, on fait, au sonomètre, l'analyse du son par bande d'octave.

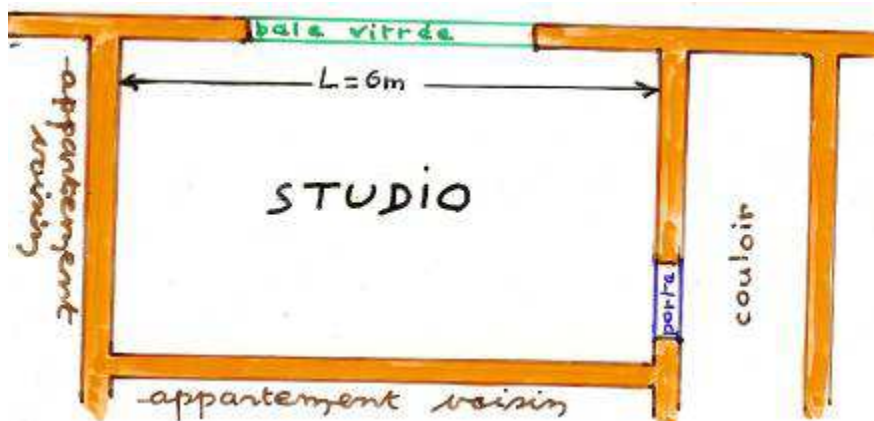
Le tableau suivant donne les niveaux mesurés d'intensité acoustique ainsi que les valeurs des pondérations acoustiques, par octave, exprimées en dB(A) .

Fréquence centrale de l'octave(Hz)	125	250	500	1000	2000
Niveau d'intensité L (dB)	43	45	51	39	30
Pondération en dB(A)	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	+ 2

- 3) a- Que signifie la notation dB(A) ?
- b- Calculer les niveaux pondérés pour chaque bande de fréquences (mettre les valeurs dans un tableau).
- c- Calculer le niveau sonore résultant en dB(A) .
Mathieu gêne-t-il ses voisins ?

Thermique

Pour savoir gérer ses dépenses, Mathieu aimerait pouvoir évaluer le coût du chauffage électrique, dans son studio, sur une période de un mois.



La température intérieure, dans le studio, est égale à 20°C.

Cette température est la même dans les appartements voisins du même étage, des étages supérieurs et inférieurs ainsi que dans le couloir.

On appelle ϕ le flux thermique surfacique traversant une paroi homogène de résistance thermique surfacique r et $\Delta\theta$ la différence de température de part et d'autre de la paroi.

- 1) Donner l'expression de ϕ en fonction de r et $\Delta\theta$.
- 2) Les flux à travers la porte, les murs séparant deux appartements, le mur du couloir, le sol et le plafond sont nuls, pourquoi ?
- 3) a- Calculer la surface de la baie vitrée.
b- Calculer la surface des murs occasionnant des pertes thermiques.
- 4) a- Exprimer littéralement puis calculer la résistance thermique surfacique des murs.
b- Exprimer littéralement puis calculer la résistance thermique surfacique de la baie vitrée.
- 5) a- Calculer le flux thermique surfacique ϕ_m traversant les murs.
En déduire le flux thermique Φ_m traversant cette paroi.
b- Calculer, de même, ϕ_v le flux thermique surfacique traversant la baie vitrée et en déduire le flux thermique Φ_v traversant cette fenêtre.
- 6) Sachant que le radiateur électrique doit fournir au moins l'énergie perdue à travers les parois pour que la température soit maintenue à 20°C, calculer l'énergie électrique minimale consommée en 30 jours. Le prix du kWh est de 0,0765 €.
- 7) Calculer le montant de la facture de chauffage de Mathieu.

Données :

Coefficient d'échanges superficiels interne $h_i = 7 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$

Coefficient d'échanges superficiels externe $h_e = 20 \text{ W.K}^{-1}.\text{m}^{-2}$

Conductivité thermique du verre $\lambda_v = 1,15 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Conductivité thermique des murs $\lambda_m = 3,6 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

La température extérieure est de 5°C

L'épaisseur des murs est $e_m = 20 \text{ cm}$

La baie vitrée est rectangulaire et a pour dimension : largeur $\ell_v = 2,5 \text{ m}$

hauteur $h_v = 2,1 \text{ m}$

Épaisseur du verre : $e_v = 3 \text{ mm}$

Dimension du studio : longueur $L = 6,0 \text{ m}$; largeur $\ell = 5,0 \text{ m}$; hauteur $h = 2,5 \text{ m}$

Oxydoréduction

Mathieu, grand consommateur de piles électriques, s'interroge sur leur fonctionnement.

Pour réaliser une pile on associe une demi-pile formée d'une électrode de cuivre plongeant dans une solution de sulfate de cuivre II et une demi-pile formée d'une électrode de fer plongeant dans une solution de sulfate de fer II.

Les solutions ont des concentrations molaires égales à 1 mol.L^{-1} .

- 1) Faire un schéma du montage.
- 2) Déterminer les polarités des électrodes et calculer la valeur de la force électromotrice E .
- 3) Quelle est la nature des réactions aux électrodes lorsque la pile débite (*oxydation* ou *réduction*) ?
Ecrire les demi-équations électroniques correspondantes.
En déduire l'équation de la réaction de fonctionnement de la pile.

On laisse la pile fonctionner pendant deux heures.

On constate que la masse de l'électrode en cuivre a augmenté de 25 mg.

- 4) Calculer :
 - a- La diminution de masse de l'électrode de fer.
 - b- l'intensité du courant, supposé constant, qui a circulé.

Données :

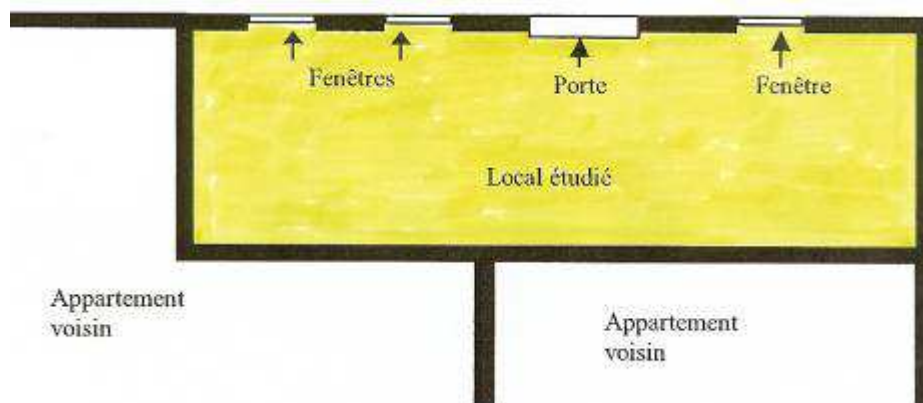
Charge d'une mole d'électrons, en valeur absolue, : $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$

Potentiels normaux : $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,34 \text{ V}$; $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0,44 \text{ V}$

B 2008

Thermique

Le futur propriétaire d'un local à usage commercial, situé au rez-de-chaussée d'un immeuble, souhaite évaluer le coût annuel du chauffage du local.



Données :

On négligera les transferts thermiques par le sol.

La température des appartements voisins (au rez-de-chaussée et à l'étage supérieur) est $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.

La température de l'air extérieur est $\theta_e = 2^\circ\text{C}$.

Les dimensions du local étudié sont : longueur $L = 12,00 \text{ m}$; largeur $\ell = 6,00 \text{ m}$ et hauteur $h = 3,20 \text{ m}$.

Le local possède :

- trois baies vitrées rectangulaires de dimensions : largeur $\ell_v = 2,10 \text{ m}$; hauteur $h_v = 1,50 \text{ m}$ et de coefficient de transmission thermique $U_v = 5,6 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.
- une porte rectangulaire de dimensions : largeur $\ell_p = 1,10 \text{ m}$; hauteur $h_p = 2,10 \text{ m}$ et de coefficient de transmission thermique $U_p = 2,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

La constitution des murs extérieurs est donnée dans le tableau suivant :

Matériaux	Epaisseur, e	Conductivité thermique, λ ($\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$)
Plâtre	13 mm	0,46
Isolant	10 cm	0,044
Béton	16 cm	1,75
Enduit	2,0 cm	1,15

Quel que soit la nature de la paroi, les résistances thermiques surfaciques superficielles interne et externe sont respectivement : $r_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$ et $r_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$

- 1) Présenter brièvement les trois modes de transfert thermique.
- 2) Exprimer puis calculer la résistance thermique surfacique r_m des murs extérieurs du local.
En déduire le coefficient de transmission thermique U_m des murs extérieurs.
La température maintenue à l'intérieur du local est $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.
- 3) a- Evaluer les pertes thermiques à travers les parois séparant le local étudié et les appartements voisins.
b- Calculer la puissance thermique totale perdue (ou flux de chaleur).
Un système de chauffage dont le rendement est de 90% compense cette perte de puissance thermique durant 5 mois par an en moyenne (on comptera 30 jours par mois).
- 4) a- Calculer l'énergie nécessaire pour maintenir la température $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ à l'intérieur du local pendant 5 mois.
Exprimer le résultat en kWh.
b- En déduire l'énergie consommée par le système de chauffage chaque année.
Exprimer le résultat en kWh puis en kJ.
Le prix total du kilowattheure est de 0,105 €.
- 5) Calculer le montant annuel de la facture de chauffage.

Chimie organique

Soucieux de sa contribution au réchauffement climatique, le futur propriétaire du local étudié précédemment souhaite calculer la quantité de dioxyde de carbone que le système de chauffage va rejeter dans l'atmosphère chaque année.

Pour ce faire, il a recueilli les renseignements suivants :

- la chaudière collective de l'immeuble brûle du propane, composé de formule brute C_3H_8
- le pouvoir calorifique de propane est égal à $13,7 \text{ kWh.kg}^{-1}$
- la consommation annuelle d'énergie pour le chauffage du local est égale à 5600 kWh
- le volume molaire dans les conditions normales de température et de pression est égal à $22,4 \text{ L.mol}^{-1}$

1) Quel phénomène physique est à l'origine du réchauffement climatique ?

Le propane appartient à la même famille d'hydrocarbure que le butane.

2) Donner le nom de cette famille ainsi que la formule semi développée du butane.

3) Ecrire et équilibrer l'équation de la réaction de combustion complète du propane.

4) Pour satisfaire les besoins de chauffage du local étudié en une année, calculer :

- a- la quantité de matière de propane brûlé dans la chaudière.
- b- la masse de dioxyde de carbone dégagé dans l'atmosphère.
- c- le volume de dioxyde de carbone mesuré dans les conditions normales de température et de pression.

Pour assurer une bonne combustion, le local où se situe la chaudière doit être suffisamment ventilé et aéré.

Dans le cas contraire, la combustion devient incomplète.

5) Quel gaz toxique inodore et incolore peut alors se former ?

Acoustique

Avant de s'installer dans le local, le futur propriétaire désire évaluer l'importance du phénomène de réverbération.

Données :

Les dimensions du local étudié sont : longueur $L = 12,0 \text{ m}$; largeur $\ell = 6,0 \text{ m}$; hauteur $h = 3,2 \text{ m}$

Le local possède:

- *trois baies vitrées rectangulaires de dimensions: largeur $\ell_v = 2,10 \text{ m}$; hauteur $h_v = 1,50 \text{ m}$*
- *une porte en bois: largeur $\ell_p = 1,10 \text{ m}$; hauteur $h_p = 2,10 \text{ m}$*

Les murs et le plafond sont en plâtre.

Le sol est un parquet sur lambourde.

Le propriétaire recueille dans une revue spécialisée les coefficients d'absorption de plusieurs matériaux:

Matériaux	Fréquences, f (Hz)			
	250	500	1000	2000
marbre	0,01	0,01	0,01	0,01
plâtre	0,02	0,03	0,04	0,04
enduit ciment lissé	0,01	0,02	0,02	0,02
brique nue	0,02	0,03	0,04	0,05
vitrages	0,25	0,18	0,12	0,07
porte bois traditionnel	0,11	0,10	0,09	0,08
parquet sur lambourde	0,11	0,10	0,07	0,08
parqué collé ciré	0,04	0,06	0,06	0,06
carrelage	0,01	0,02	0,03	0,04
linoléum sur feutre	0,08	0,09	0,10	0,12
moquette sur béton	0,08	0,21	0,26	0,27

La fréquence de référence choisie pour l'étude est égale à 1000 Hz.

1) Calculer l'aire équivalente d'absorption initiale A_0 du local.

Pour cela **recopier sur votre copie** puis compléter le tableau suivant:

Nature de la paroi	Aire S_i (m^2)	Coefficient d'absorption α_i	Aire d'absorption équivalents A_i (m^2)
Plafond			
Sol			
Porte			
Vitrages			
Murs			

2) Définir en quelques mots, puis calculer la durée de réverbération T_0 .

Cette durée de réverbération est jugée excessive.

Le propriétaire désire la ramener à une valeur égale à $T = 0,70$ s.

La solution retenue est la suivante: le plafond sera revêtu de dalles acoustiques.

3) a- Calculer la nouvelle aire équivalente d'absorption A .

b- Calculer le coefficient d'absorption α' du matériau à coller sur toute la surface du plafond pour effectuer cette correction acoustique.

c- Après avoir consulté le tableau ci-dessous, quel matériau doit acheter le propriétaire pour obtenir la correction acoustique requise. (Valeurs données pour une fréquence $f = 1000$ Hz).

Matériau	coefficient α
soundalle	0,54
dall' matt	0,59
spanglas	0,62
permacoustic	0,75
sonex	0,80
diapason P.	0,88
diapason T.	1,00

Les meubles n'ont pas été pris en compte pour la détermination de la durée de réverbération.

4) La présence de mobilier modifiera-t-elle la valeur de T ?

Justifier votre réponse.

B 2009

Les murs capteur et Trombe

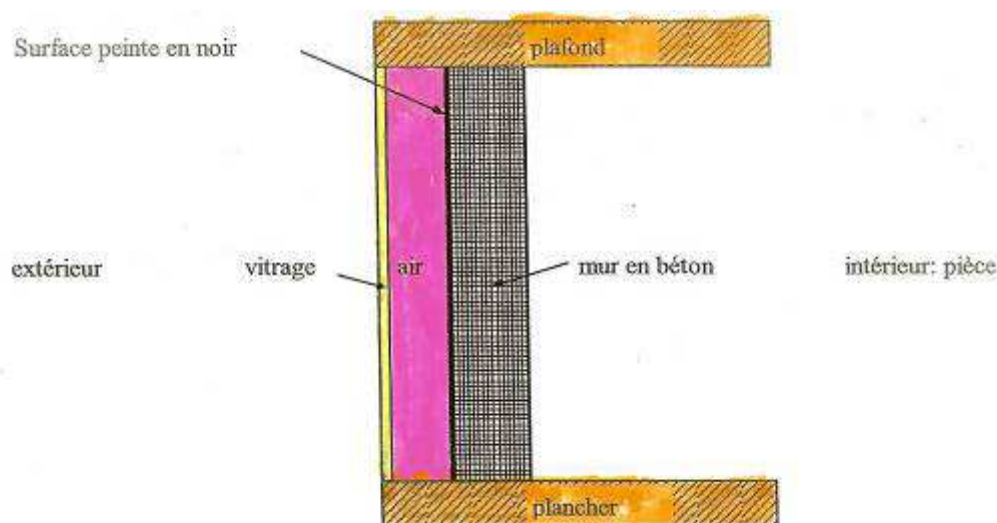
Ce sujet qui comporte trois parties indépendantes porte sur le principe d'un dispositif appelé « mur capteur » qui utilise l'énergie solaire pour chauffer une pièce.

Ce dispositif est constitué d'une baie vitrée située à quelques centimètres à l'extérieur d'un mur en béton exposé au sud.

La face extérieure du mur en béton est peinte en noir.

Le mur Trombe est un mur capteur qui possède en plus des ouvertures horizontales hautes et basses qui permettent à l'air de la pièce de se réchauffer en circulant dans la zone « chaude » située entre le mur en béton et le vitrage.

La coupe latérale d'un mur capteur a l'allure suivante (sans souci d'échelle) :



Par construction, le simple vitrage, la lame d'air emprisonnée entre le vitrage et le mur en béton ainsi que le mur en béton ont des dimensions communes : longueur $L = 3,00$ m et de hauteur $h = 2,50$ m. Seule l'épaisseur des diverses couches varie.

Le simple vitrage a pour épaisseur : $e_{\text{verre}} = 4,00$ mm

Le mur en béton a pour épaisseur : $e_{\text{béton}} = 30,0$ cm

La lame d'air emprisonnée a pour épaisseur : $e_{\text{air}} = 10,0$ cm

Thermique

Pour comprendre l'intérêt de la couche d'air, on suppose, pour le début de la première question, qu'elle n'existe pas.

- 1) a- Exprimer littéralement la résistance thermique surfacique notée r_1 de l'ensemble {mur+vitrage} (on suppose ici que l'épaisseur de la lame d'air emprisonnée est nulle)

On notera les conductivités thermiques et les résistances thermiques surfaciques superficielles avec les notations introduites ci-dessous.

- b- Calculer la valeur de la résistance thermique surfacique r_1 .

Données :

$$\lambda_{\text{verre}} = 1,15 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{béton}} = 1,75 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Les valeurs des résistances thermiques surfaciques superficielles sont :

$$r_{se} = 0,060 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ entre l'air extérieur et la vitre}$$

$$r_{sil} = 0,110 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ entre le mur en béton et l'air intérieur à la pièce}$$

- c- Calculer maintenant la valeur de la résistance thermique surfacique notée r_2 de l'ensemble [mur + air emprisonné + vitrage].

Données :

$$\lambda_{\text{air}} = 0,026 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

$$r_{\text{si}2} = 0,050 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ entre la vitre et l'air emprisonné}$$

$$r_{\text{si}3} = 0,100 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ entre l'air emprisonné et le mur en béton}$$

d- En comparant les valeurs de r_1 et r_2 , conclure sur l'intérêt de la couche d'air emprisonné.

On suppose, qu'un jour d'hiver, la température extérieure est de $5,0^\circ\text{C}$ et que la température intérieure est de $19,0^\circ\text{C}$.

2) a- Calculer la valeur de l'aire S de la surface du vitrage (qui est aussi celle du mur en béton et de la couche d'air emprisonné).

b- Donner la formule littérale qui permet de calculer le flux thermique Φ des pertes de puissance occasionnées par ce dispositif capteur.

c- Calculer la valeur de ce flux Φ .

Ce dispositif n'empêche donc pas les pertes mais il les réduit.

D'autre part, il permet de capter une partie de l'énergie solaire qui aurait été renvoyée vers l'extérieur par un mur classique : c'est l'origine de son nom « **mur capteur** ».

3) a- Rappeler les valeurs extrêmes de longueur d'onde ou de fréquence des radiations dites « visibles ».

b- Placer sur un axe orienté, en longueur d'onde ou en fréquence, le domaine du « visible » et celui des « infra rouges » (notés IR).

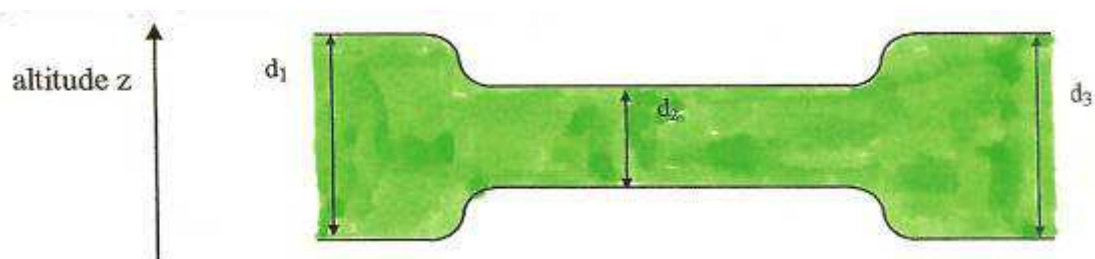
c- Donner le nom de l'effet qui prend place entre le vitrage et la face du mur peint en noir.

Mécaniques des fluides

Sur certains types de murs capteurs, on pratique des ouvertures horizontales (aussi appelés événements) dans les parties basses et hautes du mur en béton.

le dispositif s'appelle alors « **mur Trombe** » (du nom de son inventeur).

On suppose que les ouvertures, situées dans la partie haute du mur, ont le profil suivant (en vue transversale, sans souci d'échelle).



On suppose que l'air ascendant situé entre la vitre et le mur arrive à l'entrée, de diamètre $d_1 = 10 \text{ cm}$, d'un événement supérieur avec une vitesse $v_1 = 20 \text{ cm.s}^{-1}$.

Le diamètre intérieur de l'événement d_2 vaut la moitié de d_1 .

Le diamètre de sortie de l'événement (côté intérieur) a la même valeur que celui de l'entrée $d_3 = d_1$.

1) a- Rappeler l'expression de l'équation, dite de continuité, qui traduit la conservation du débit volumique, noté Q_v en fonction de S (surface) et v (vitesse).

b- Grâce à cette relation et à l'énoncé, montrer que la vitesse à l'intérieur de l'événement, notée v_2 , vaut 80 cm.s^{-1} .

c- Grâce à la géométrie de la conduite, donner la valeur de la vitesse de l'air v_3 , à la sortie de l'événement.

Afin de commander simplement l'ouverture et la fermeture de l'événement supérieur, on cherche à déterminer l'écart de pression entre l'intérieur de l'événement et la pièce (sortie de l'événement supérieur).

2) a- Donner l'équation de Bernoulli (en l'absence de machine hydraulique).

b- En déduire que l'expression de la dépression entre la pression P_2 (à l'intérieur de l'événement) et P_3 (pression à la sortie de l'événement) en fonction de v_1 peut s'écrire :

$$P_2 - P_3 = -\frac{15}{2} \rho.v_1^2$$

c- Calculer cette dépression.

Donnée : masse volumique de l'air, $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$

La partie interne de l'événement a une surface d'aire $A = 750 \text{ cm}^2$.

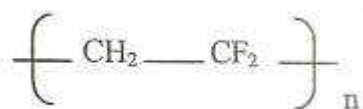
d- Calculer la force due à la dépression sur cette surface.

e- Sans justification, choisir le matériau utilisé pour fabriquer un panneau, d'aire A, (positionné à la frontière entre la partie interne de l'évent et sa sortie) qui s'ouvrirait sous l'effet d'une dépression de l'ordre de 0,35 Pa :

Matériau	Epaisseur (cm)
bois	4
soie	$8 \cdot 10^{-2}$
caoutchouc	5

Chimie organique

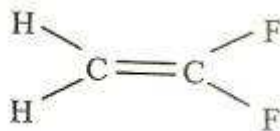
Pour réaliser la baie vitrée, le propriétaire décide d'utiliser une vitre en plastique incassable composée entre autre d'un polymère de formule :



(n est un entier naturel)

1) Donner la définition d'un polymère.

Ce polymère est obtenu à partir du monomère dont la formule développée est la suivante :



2) Donner l'équation de réaction traduisant le passage du monomère au polymère.

3) Quel nom donne t on à n ?

4) Déterminer sa valeur, sachant que la masse molaire du polymère est égale à $96 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$.

On dispose d'une masse $m_1 = 500 \text{ kg}$ de monomère.

5) Combien peut-on obtenir, de masse m_2 de polymère, sachant que le rendement de la réaction est de 90% ?

B 2010

la MAISON de CHANVRE

Le chanvre est une plante cultivée en Europe et utilisée pour ses fibres particulièrement robustes.

Il est solide, léger, pousse vite tout en ne nécessitant ni traitement ni engrais.

Le béton de chanvre est composé de débris de chanvre (la chènevotte) et d'un liant à base de chaux.

Son faible coût en énergie à la fabrication et ses caractéristiques spécifiques très intéressantes (isolations phonique et thermique, élasticité) expliquent le fait qu'il est de plus en plus sollicité dans l'éco construction.

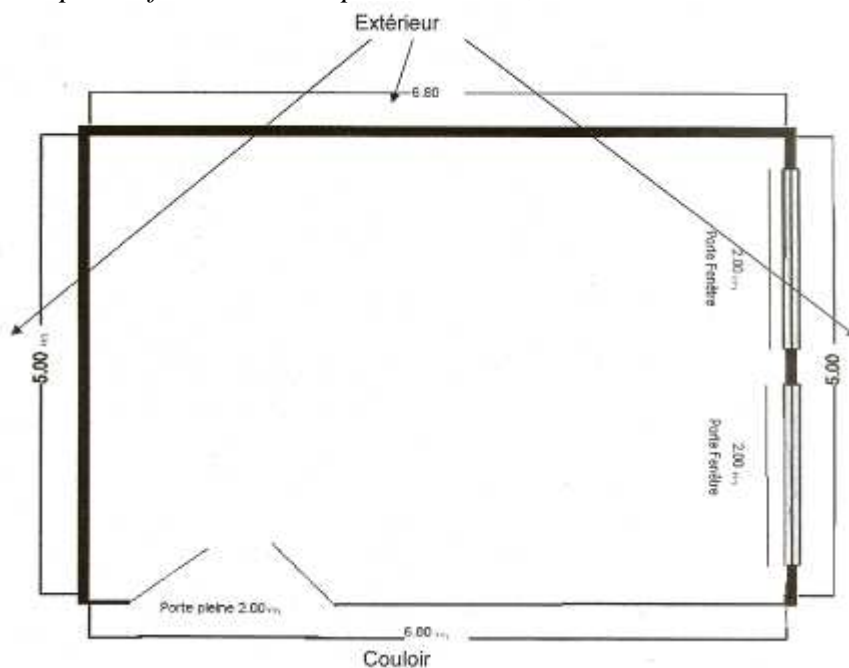
Il peut convenir à de nombreuses utilisations : pour les sols, en tant qu'isolant pour les murs, pour les toitures...

Nous allons étudier une pièce d'une maison écologique construite en béton de chanvre ainsi que la cuve de récupération des eaux de ruissellement.

Les dimensions de la pièce sont données sur le schéma suivant :

La hauteur des murs et des cloisons est de 2,50 m.

La hauteur des portes-fenêtres et des portes est de 2,10 m



Acoustique

Un véhicule passe à proximité de la maison.

La mesure du niveau d'intensité acoustique a donné les résultats suivants :

f_c (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
L (dB)	86	85	81	80	78	72

1) a- Que représente chaque valeur de f_c dans ce tableau ?

b- Calculer le niveau d'intensité acoustique global.

Le niveau sonore émis à présent par le véhicule est de 80 dB.

2) a- Calculer l'intensité correspondante.

b- Calculer la puissance acoustique correspondante au niveau de la maison si le véhicule est à 25 m de celle-ci.

On va maintenant étudier le temps de réverbération.

Un faible temps de réverbération permet de réduire la fatigue et le stress.

Il doit être inférieur à 0,5 s.

3) a- Donner la définition du temps de réverbération.

b- Montrer que l'aire d'absorption équivalente A de la pièce est égale à 36,7 m².

c- Calculer le temps de réverbération.

Données : coefficients d'absorption :

$$\alpha_{\text{mur}} = 0,7 ; \alpha_{\text{porte}} = 0,09 ; \alpha_{\text{portes-fenêtres}} = 0,12 ; \alpha_{\text{plafond}} = \alpha_{\text{sol}} = 0,08 ; \alpha_{\text{cloison}} = 0,5$$

Thermique

Partie A :

La composition des murs extérieurs est la suivante : 30 cm de béton de chanvre, puis une lame d'air de 4 cm et une plaque de fermacell de 6 cm constituée de gypse (substance minérale) et de fibres de papier.

Données :

$$\lambda_{\text{chanvre}} = 0,14 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1} ; \lambda_{\text{fermacell}} = 0,32 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1} ; \lambda_{\text{air}} = 0,024 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}.$$

$$\text{On prendra } r_{\text{si}} = 0,11 \text{ m}^2.\text{°C.W}^{-1} \text{ et } r_{\text{se}} = 0,06 \text{ m}^2.\text{°C.W}^{-1}$$

La température extérieure est $\theta_e = 3^\circ\text{C}$. La température intérieure est $\theta_i = 19^\circ\text{C}$.

- 1) Donner l'expression littérale puis calculer la résistance thermique surfacique r de ce type de mur.
- 2) Calculer le flux thermique surfacique ϕ transmis à travers ce type de mur.
- 3) Montrer que le flux thermique ϕ perdu à travers l'ensemble des murs extérieurs est approximativement égal à 130 W.
- 4) Calculer la température superficielle intérieure θ_{si} .

Partie B :

Nous allons maintenant comparer la résistance thermique surfacique de ce mur avec celle d'un mur classique composé de parpaings de 20 cm d'épaisseur et de placomur de 110 mm.

L'aération de la pièce est assurée par un système de ventilation.

L'air de la pièce est renouvelé totalement une fois par heure.

Les températures extérieure et intérieure sont respectivement $\theta_e = 3^\circ\text{C}$ et $\theta_i = 19^\circ\text{C}$.

Données :

$$\lambda_{\text{parpaing}} = 1,15 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1} ; \lambda_{\text{placomur}} = 0,040 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1} ; r_{\text{si}} + r_{\text{se}} = 0,17 \text{ m}^2.\text{°C.W}^{-1}$$

$$\text{Masse volumique de l'air : } \rho_{\text{air}} = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$\text{capacité thermique massique de l'air : } c_{\text{air}} = 1000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Les températures extérieure et intérieure sont respectivement $\theta_e = 3^\circ\text{C}$ et $\theta_i = 19^\circ\text{C}$.

- 5) Calculer la résistance thermique surfacique r' du mur. Conclure.

Calorimétrie

- 6) Calculer le volume de la pièce.

En déduire la masse d'air renouvelé en une heure.

- 7) Calculer l'énergie Q fournie par le système de ventilation pour chauffer cet air.
- 8) Quelle doit être la puissance du système de ventilation ?

Chimie :

Solution acide

Donnée :

Constante d'autoprotolyse de l'eau : $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ et } [\text{HO}^-] = 10^{-14} \text{ à } 25^\circ\text{C}$.

Une cuve en acier (alliage de fer et de carbone) a été installée pour recueillir les eaux de ruissellement. Suite à d'importantes précipitations, cette cuve de capacité 7000 L est pleine.

L'eau de ruissellement recueillie dans la cuve a un pH égal à 5,4.

- 1) Calculer la concentration molaire en ions H_3O^+ puis en ions HO^- .
- 2) Calculer la quantité de matière d'ions H_3O^+ présents dans la l'eau lorsque la cuve est pleine.

On souhaite neutraliser l'eau de la cuve en ajoutant de l'hydroxyde de sodium.

- 3) a- Quelle sera la valeur du pH de l'eau à la neutralisation ?
- b- Ecrire l'équation de la réaction de neutralisation entre les ions H_3O^+ et HO^- .

Oxydoréduction

La cuve est à l'air libre.

- 4) a- Citer un agent responsable de la corrosion du fer.
- b- Ecrire la demi-équation électronique du couple Fe^{2+}/Fe .
- c- Définir les termes oxydation et réduction.

En utilisant l'un des termes précédents, préciser ce que subit le métal lors de la corrosion.

Pour éviter ce phénomène de corrosion, il est nécessaire de protéger la cuve.

- d- Citer deux méthodes de protection de la cuve contre cette corrosion.

B 2011

Qu'est-ce qu'un puits canadien ?

Un puits canadien est un dispositif qui permet de tempérer, à moindre coût, l'air de ventilation d'une maison.

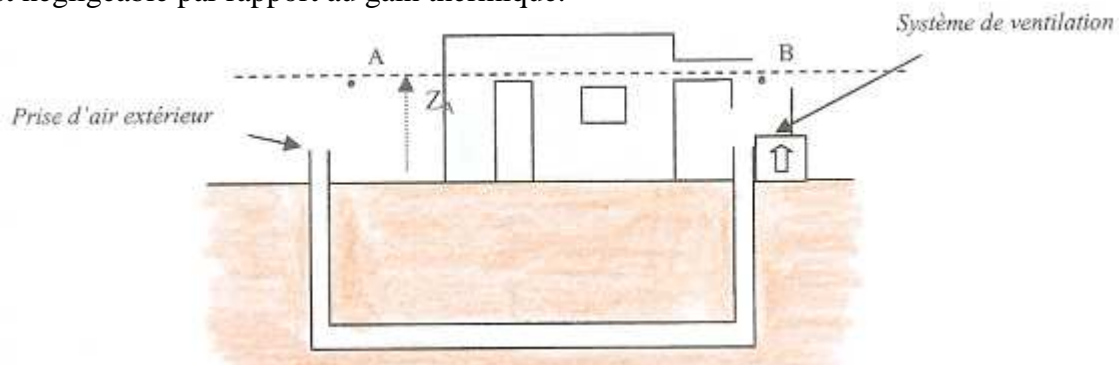
Il s'agit d'une simple canalisation enterrée dans le sous-sol.

On utilise le fait qu'à une profondeur d'environ deux mètres sous terre, la température est presque constante toute l'année (environ 13°C sous nos latitudes).

Un système de ventilation permet à l'air extérieur de pénétrer et de circuler dans la canalisation : l'été, l'air ventilé dans la maison est rafraîchi, l'hiver, l'air est préchauffé.

Une fois installé, le seul coût provient de l'alimentation électrique du système de ventilation.

Ce coût est négligeable par rapport au gain thermique.



On cherche à évaluer l'intérêt d'un puits canadien.

Pour cela, on construit une petite maison d'essai en laboratoire.

Thermique : étude sans le puits canadien

On cherche à mesurer le gain énergétique (et donc financier) apporté par le puits canadien, pendant la période hivernale de chauffage, qui dure environ 6 mois.

Données :

Dimensions de la maison d'essai à toit plat :

Longueur : $L = 5,00 \text{ m}$

largeur : $\ell = 3,00 \text{ m}$

hauteur : $h = 2,30 \text{ m}$

- Caractéristiques des matériaux constituant les murs et le toit plat, de l'intérieur vers l'extérieur :

Matériaux	Conductivité thermique λ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	Epaisseur e (cm)
Plâtre	0,550	1,00
Isolant	0,0450	6,00
Béton	1,89	15,0

résistances thermiques superficielles interne et externes des murs et du toit :

$$r_{si} = 0,130 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1} \text{ et } r_{se} = 0,0500 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

Températures intérieure souhaitée et extérieure moyenne en période hivernale :

$$\theta_i = 20,0^\circ\text{C} \text{ et } \theta_e = 3,00^\circ\text{C}$$

Sur les murs, il y a une porte ($0,900 \text{ m} \times 2,10 \text{ m}$) et deux fenêtres ($1,10 \text{ m} \times 1,10 \text{ m}$), dont une est à l'arrière de la maison (non visible sur le schéma).

Ces trois ouvertures sont constituées d'un double vitrage dont la résistance thermique surfacique est $r_v = 0,170 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$ (conduction et convection).

On néglige les pertes thermiques intervenant par le sol.

- 1) Donner l'expression littérale de la résistance thermique surfacique r_1 des murs ou du toit plat.
Calculer sa valeur.
- 2) Donner l'expression littérale du flux thermique surfacique ϕ_1 , à travers les murs ou le toit.
Calculer sa valeur.
- 3) Calculer la valeur du flux thermique Φ_1 , à travers l'ensemble « murs + toit plat ».

- 4) Calculer la valeur du flux thermique Φ_2 , à travers l'ensemble « porte + fenêtre ».
- 5) Montrer que la valeur de la puissance P des appareils de chauffage qui permet de compenser les pertes thermiques et de maintenir ainsi la température intérieure égale à $20,0^\circ\text{C}$ est d'environ 910 W .
- 6) Déterminer, en joules, la valeur de l'énergie E utilisée par les appareils de chauffage en une journée.

Calorimétrie : étude avec le puits canadien

On met en marche le système de ventilation.

L'air entre dans le puits canadien à la température de $\theta_1 = 3,00^\circ\text{C}$.

En circulant dans la canalisation enterrée, il se réchauffe et arrive à l'intérieur de la pièce à une température de $\theta_2 = 11,0^\circ\text{C}$.

Pour obtenir une bonne aération, on veut renouveler l'air de la pièce toutes les heures.

Données :

Masse volumique de l'air : $\rho_{\text{air}} = 1,30\text{ kg.m}^{-3}$

capacité thermique massique de l'air : $c_{\text{air}} = 1,00.10^3\text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$

- 1) Montrer que la masse d'air qui doit circuler dans la canalisation en une journée est environ égale à 1080 kg .
- 2) Montrer que l'énergie thermique (ou chaleur) transférée à cette masse d'air lorsqu'elle passe de $3,00^\circ\text{C}$ à $11,0^\circ\text{C}$ dans la canalisation du puits canadien est d'environ $8,60.10^6\text{ J}$.
- 3) Comparer l'énergie calculée à la question « **thermique 6** » et celle donnée à la question précédente.
Le puits canadien apporte-t-il un gain d'énergie significatif ?
Justifier la réponse.

Le kWh est facturé par le fournisseur d'électricité à un prix de $0,115$ euro.

- 4) Justifier l'affirmation suivante : « Le puits canadien permet d'économiser environ 50 euros, pour notre petite maison d'essai, au cours d'une période de 6 mois (1 mois correspond à 30 jours) de chauffage.

Mécanique des fluides

L'air de la petite maison d'essai doit être renouvelé toutes les heures.

- 1) Montrer que le débit volumique q_v de l'air circulant dans la canalisation est égal à $9,60.10^{-3}\text{ m}^3.\text{s}^{-1}$.

Le diamètre de la canalisation enterrée est $d = 20,0\text{ cm}$.

- 2) Montrer que la vitesse de l'air dans la canalisation est égale à $0,305\text{ m.s}^{-1}$.
- 3) En faisant les simplifications qui s'imposent, appliquer l'équation de Bernoulli généralisée entre les points A et B de la maison d'essai ($Z_A = Z_B$).

En déduire que la puissance du système de ventilation doit être légèrement inférieur à 1 W .

- 4) Déterminer la valeur de l'énergie électrique $E_{\text{élec}}$ consommée en une journée par le système de ventilation, puis comparer cette valeur à l'énergie thermique Q apportée par le puits canadien en une journée (« **calorimétrie 2** »).

L'affirmation à justifier dans la question « **calorimétrie 4** » est-elle confirmée ?

Données :

Pression atmosphérique : $P_{\text{atm}} = 1,013.10^5\text{ Pa}$

Pression de l'air respectivement aux points A et B : $P_A = P_{\text{atm}}$ et $P_B = 1,001.P_{\text{atm}}$

Vitesse de l'air au point A : $v_A = 0\text{ m.s}^{-1}$

Intensité de la pesanteur : $g = 9,81\text{ m.s}^{-2}$

Masse volumique de l'air : $\rho_{\text{air}} = 1,30\text{ kg.m}^{-3}$

$$\text{Equation de Bernoulli : } \frac{1}{2}\rho(v_B^2 - v_A^2) + \rho g(z_B - z_A) + (P_B - P_A) = \frac{P}{q_v}$$

Chimie

Il y a plusieurs possibilités quant au choix du matériau constituant le tuyau enterré dans lequel s'effectuent les échanges thermiques.

Chimie organique

Il est courant d'utiliser des matières plastiques (polyéthylène -PE- ou polychlorure de vinyle -PVC-) ou des tuyaux en fonte.

- 1) Comment appelle-t-on les matières plastiques de type PE ou PVC ?

Le PVC a pour formule chimique - ($\text{CH}_2 - \text{CHCl}$) - n.

2) Donner la formule chimique de la molécule à partir de laquelle il a été synthétisé.

3) Donner le nom de l'indice n utilisé ci-dessus. A quoi correspond-il ?

Oxydoréduction

Les propriétés mécaniques et la conductivité thermique des tuyaux en fonte sont bien meilleures que celles des tuyaux en plastique.

Ils sont, par contre, sujets à la corrosion du fer contenu dans la fonte.

En effet, le dioxygène contenu dans le sol, peut oxyder le métal fer.

afin d'éviter ce phénomène, on peut, par exemple, recouvrir la fonte par du zinc (*galvanisation*).

C'est alors le zinc qui est corrodé.

L'intensité du courant électrique résultant de ce phénomène de corrosion du zinc est estimée à 15 mA.

4) Justifier, grâce aux données, qu'une galvanisation du fer peut protéger celui-ci.

5) Ecrire les deux demi-équations d'oxydoréduction intervenant lors de la corrosion du zinc, les deux couples en jeu étant : Zn^{2+} / Zn et O_2 / H_2O .

En déduire la quantité de matière d'électrons échangée.

6) Déterminer la quantité Q d'électricité mise en jeu sur un période de corrosion de vingt ans.

En déduire la quantité de matière d'électrons échangée.

7) Calculer la quantité de matière, puis la masse de zinc consommée lors de cette protection du fer pendant 20 ans.

Données :

Potentiels standard d'oxydoréduction à 25°C :

$$E^0(Zn^{2+} / Zn) = - 0,76 V$$

$$E^0(Fe^{2+} / Fe) = - 0,44 V$$

$$E^0(O_2 / H_2O) = + 1,23 V$$

Un faraday = 96500 C (F : quantité d'électricité transportée par une mole d'électrons)

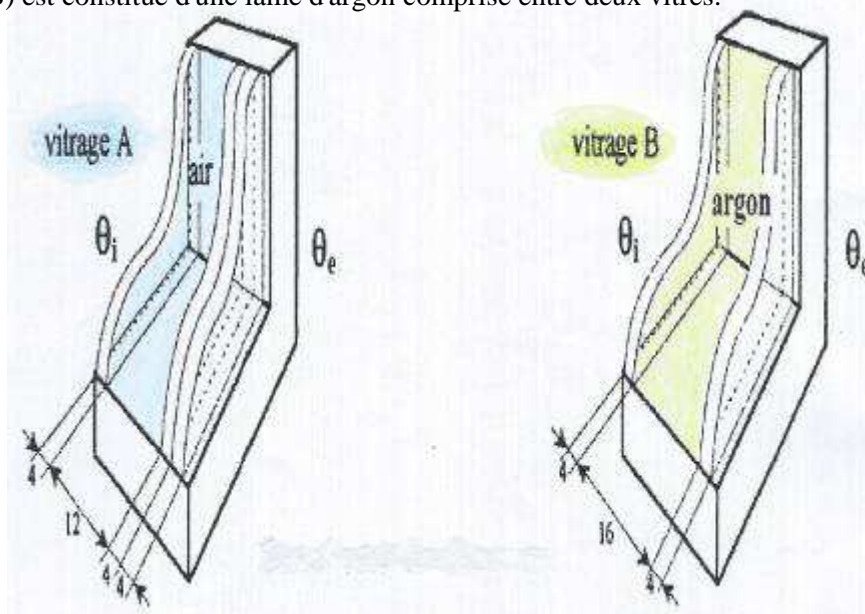
$$Q = I.t$$

B 2012

Vitrages isolants sur profilé PVC

Afin de remplacer les fenêtres de son habitation principale par un équipement double vitrage monté sur profilé PVC, un particulier souhaite comparer les performances thermiques et acoustiques des deux vitrages présentés ci-dessous :

- le premier (vitrage A) présente une lame d'air emprisonnée entre une lame de verre d'une part et deux lames de verre accolées d'autre part.
- le second (vitrage B) est constitué d'une lame d'argon comprise entre deux vitres.



(les cotes sont données en millimètres)

Thermique

Données :

Conductivité thermique du verre : $\lambda_v = 0,81 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Conductivité thermique de l'air : $\lambda_{air} = 0,025 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Conductivité thermique de l'argon : $\lambda_{argon} = 0,018 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

résistances thermiques surfaciques superficielles :

interne $r_{si} = 0,11 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$ et externe $r_{se} = 0,060 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$

Température de l'air à l'intérieur de la maison : $\theta_i = 20^\circ\text{C}$

Température de l'air extérieur : $\theta_e = 5,0^\circ\text{C}$.

Détermination de la densité de flux surfacique

1) a- Etablir les expressions littérales de la résistance thermique surfacique pour chaque vitrage appelées, r_{vA} pour le vitrage A et r_{vB} pour le vitrage B.

Calculer r_{vA} et r_{vB} .

b- Etablir les expressions littérales de la densité de flux thermique par mètre carré de paroi appelées, ϕ_A pour le vitrage A et ϕ_B pour le vitrage B.

Calculer ϕ_A et ϕ_B .

c- Comparer les performances thermiques de chaque vitrage.

Justifier.

Calcul des températures en surface interne

2) a- Etablir les expressions littérales de la température en surface interne de chaque vitrage appelées, θ_{siA} pour le vitrage A et θ_{siB} pour le vitrage B.

Calculer θ_{siA} et θ_{siB} .

b- Pourquoi est-il important de maintenir des températures surfaciques intérieures élevées?

Economies réalisées

La surface totale du vitrage est $S = 20 \text{ m}^2$.

3) En utilisant les résultats obtenus à la question 1.b, déterminer l'économie de puissance $\Delta\Phi$ potentiellement réalisable en installant le vitrage B plutôt que le vitrage A.

Nous supposons que cette économie de puissance réalisable est d'environ 180 W.

Une année d'utilisation discontinue du système de chauffage (chaudière électrique) existant équivaut à un fonctionnement en continu pendant l'équivalent de 5 mois (1 mois = 30 jours).

Pour produire une puissance utile de 180 W, le système de chauffage reçoit une puissance électrique de 225 W.

4) a- Calculer le rendement η de ce système.

b- Quelle est la valeur de l'énergie électrique potentiellement économisée durant les 5 mois de fonctionnement?

Le résultat sera donné en kWh.

c- En déduire, dans ce cas, l'économie financière réalisée en considérant le coût du kWh électrique à 0,11 €.

Acoustique

L'habitation se situe en bordure d'une route.

L'analyse du bruit routier extérieur par bandes d'octaves a donné les valeurs suivantes :

Valeur centrale des bandes d'octaves (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau (dB)	86	85	81	80	78	72

1) Calculer le niveau d'intensité acoustique global L_e du bruit routier extérieur.

Les indices d'affaiblissement R_A et R_B respectivement des vitrages A et B par bandes d'octaves sont les suivants :

Valeur centrale des bandes d'octaves (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
R_A (dB)	22	25	32	40	43	45
R_B (dB)	21	17	25	35	37	31

2) a- Dans un tableau, indiquer les niveaux d'intensité acoustique par bandes d'octaves du bruit routier soumis aux vitrages A et B.

b- Calculer les niveaux d'intensité acoustique globaux L_{rVA} et L_{rVB} , respectivement des vitrages A et B, du bruit routier soumis aux vitrages A et B.

c- Comparer les performances acoustiques des vitrages A et B au bruit routier.

Justifier.

Chimie organique

Les vitrages étudiés ont des profilés PVC.

Le PVC est obtenu par polymérisation du chlorure de vinyle.

Le chlorure de vinyle est fabriqué industriellement en deux étapes à partir de l'éthylène et du dichlore :

Étape 1 : obtention de dichloroéthane $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ par réaction d'addition du dichlore sur l'éthylène $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$.

Étape 2 : chauffage du dichloroéthane qui permet d'obtenir du chlorure de vinyle $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ et du chlorure d'hydrogène.

1) Donner les formules développées du dichloroéthane et du chlorure de vinyle.

2) Écrire et équilibrer l'équation bilan de la réaction chimique traduisant l'étape 1.

3) Écrire et équilibrer l'équation bilan de la réaction chimique traduisant l'étape 2.

4) Écrire l'équation de polymérisation de n molécules de chlorure de vinyle.

5) Montrer que la masse molaire du motif du PVC est égale à $62,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Le PVC utilisé pour le profilé des fenêtres a une masse molaire de $200 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$.

6) Calculer la valeur de son indice n de polymérisation.