

## 1. aménagement finition (13)

### AF 1999

#### Acoustique

1. Une source sonore émet uniformément dans toutes les directions (source isotrope).

Un sonomètre placé à 5 m de la source indique un niveau sonore de 70 dB.

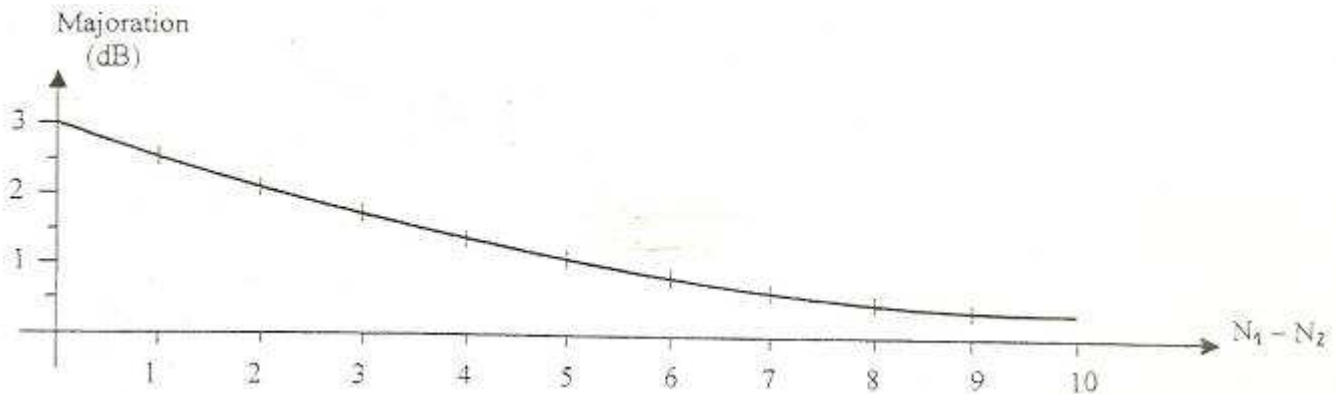
Sachant que l'intensité acoustique au seuil d'audibilité est  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ , exprimer littéralement puis calculer, dans le cas d'un champ direct :

- 1) L'intensité acoustique  $I$  au niveau du sonomètre.
- 2) La puissance acoustique  $P_a$  émise par la source sonore.

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

- 3) Quel niveau sonore indique celui-ci lorsque les deux sources fonctionnent ensemble ?

Vérifier ce résultat à l'aide du document ci-dessous :



2. La même source est maintenant placée au centre d'une salle de classe neuve de dimensions  $L = 12 \text{ m}$ ,  $\ell = 8 \text{ m}$ ,  $h = 3 \text{ m}$ .

On mesure le temps de réverbération  $T_R$ .

- 1) Définir  $T_R$ .
- 2) Sachant que  $T_R$  est donné par la formule de Sabine  $T_R = 0,16 \frac{V}{A}$ , donner la signification de chaque terme de la formule en précisant les unités.

Calculer  $A$  quand  $T_R = 1,5 \text{ s}$ .

Ce temps de réverbération étant trop grand, on veut le ramener à  $T_R' = 0,5 \text{ s}$  en recouvrant le plafond d'une matière absorbante.

- 3) Calculer la nouvelle aire d'absorption équivalente  $A'$  de la salle de classe.

#### Calorimétrie

Le débit d'eau dans un chauffe-eau est de  $15 \text{ L.min}^{-1}$ .

L'eau passe de la température  $\theta_1 = 18^\circ\text{C}$  à son entrée à  $\theta = 72^\circ\text{C}$  à sa sortie.

- 1) Quelle est la quantité de chaleur reçue en une minute par l'eau qui traverse le chauffe-eau ?

Données :

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

capacité thermique massique de l'eau  $c = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

- 2) En déduire la puissance utile du chauffe-eau.

Le chauffage est assuré par la combustion du propane qui fournit  $75,3 \text{ kJ}$  par seconde.

- 3) Quel est le rendement du chauffe-eau ?

## Oxydoréduction

Pour protéger de la corrosion une cuve souterraine en acier, on la relie, par un fil de plomb, à une électrode consommable métallique.

Dans l'exercice on considère que l'acier se comporte comme du fer.

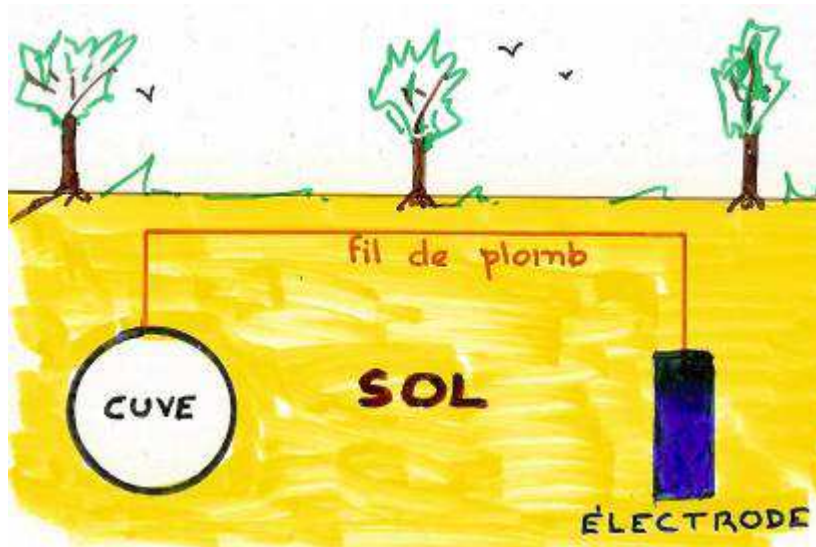
Données : potentiels standard

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

$$E^0(Mg^{2+}/Mg) = -2,37 \text{ V}$$

$$E^0(Cu^{2+}/Cu) = 0,34 \text{ V}$$

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



1) Quel(s) type(s) de métal peut-on utiliser comme électrode de protection?

Justifier la réponse.

2) a- Dans ce (s) cas, écrire la demi-équation traduisant l'oxydation du métal de l'électrode de protection, puis la demi-équation correspondant à la réduction de l'espèce chimique du fer à considérer.

b- En déduire l'existence d'un courant de protection et préciser la polarité des bornes de la pile ainsi formée.

On utilise une électrode constituée de 8 kg de zinc.

3) a- Calculer la quantité d'électricité  $Q$  qui a traversé le circuit (zinc-cuve-sol-fil de plomb) quand l'électrode de zinc aura totalement disparu.

b- En déduire la durée de vie théorique de l'électrode sacrificielle de zinc, en admettant que le courant de protection a une intensité constante  $I = 50 \text{ mA}$ .

Donnée :

La quantité d'électrons transportée par une mole d'électrons est  $96500 \text{ C}$  (1 faraday) en valeur absolue.

## Chimie organique

Le polychlorure de vinyle peut être préparé à la température de  $40^\circ\text{C}$ , en présence d'un catalyseur à partir du chlorure de vinyle (ou chloroéthène) de formule brute  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ .

1) Écrire les formules développée et semi-développée du chloroéthène.

2) Écrire l'équation-bilan de la réaction de polymérisation, sachant que 1000 molécules de chloroéthène ont été polymérisées.

La combustion du PVC dans le dioxygène produit du dioxyde de carbone, de l'eau et du chlorure d'hydrogène  $\text{HCl}$ .

3) a- Écrire l'équation-bilan de cette combustion.

b- Quelle est la masse de chlorure d'hydrogène libérée par la combustion de 1000 kg de PVC ?

## AF 2000

### Photométrie

#### Source isotrope

Une table est éclairée par une lampe électrique située à 1,7 m au-dessus du centre de cette table.

La lampe, de puissance électrique 100 W, a une efficacité lumineuse égale à  $20 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$ .

La lampe, assimilée à un point, est une source isotrope dont la surface indicatrice d'émission est une sphère centrée sur la lampe.

- 1) Que représente la surface indicatrice d'émission ?
- 2) Calculer le flux lumineux émis par cette lampe.
- 3) Démontrer que le flux lumineux émis par cette lampe est  $\Phi_{\ell} = 4\pi \cdot I$ .  
En déduire la valeur de l'intensité lumineuse.
- 4) Calculer l'éclairement :
  - a- au centre de la table
  - b- à un mètre du centre de la table.

L'éclairement d'un livre, considéré comme uniforme, est égal à 35 lux.

Sachant que son pouvoir de réflexion est  $r = 0,3$ .

- 5) Calculer :
  - a- son excitation.
  - b- sa luminance, sachant qu'elle obéit à la loi de Lambert.

### Thermique

#### Puissance de chauffage

On considère un garage dont la surface totale des murs est  $S = 150 \text{ m}^2$ .

Les pertes thermiques se font uniquement par les murs.

Le coefficient de transmission surfacique des murs est égal à  $U_1 = 2,9 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  avant isolation et  $U_2 = 1,25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  après isolation par une couche de laine de verre.

Les températures ambiantes intérieure et extérieure sont respectivement  $\theta_i = 18^\circ\text{C}$  et  $\theta_e = -10^\circ\text{C}$ .

Donner l'expression littérale, puis calculer :

- 1) Le flux thermique surfacique avant et après isolation.
- 2) La puissance fournie par le système de chauffage avant et après isolation.
- 3) Le pourcentage de puissance économisé grâce à l'isolation.
- 4) L'épaisseur de la couche de laine de verre dont la conductivité thermique est égale à  $0,044 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

### Solution acide

#### Solution d'acide chlorhydrique

Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution acide, on lit :

$$\begin{aligned} & \text{Acide chlorhydrique} \\ & 35 \% \text{ en masse} \\ & d = 1,2 \\ & M = 36,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

On prélève un échantillon  $S_0$  de cette solution que l'on dilue 100 fois. On obtient une solution S.

On prélève dans un bécher 10 mL de cette solution S que l'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium de molarité  $10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

L'équivalence est obtenue quand on a versé 11 mL de solution basique.

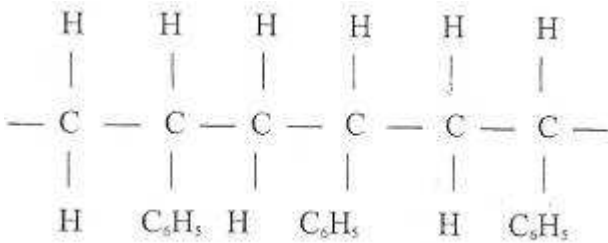
- 1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique qui se produit entre la solution acide S et la solution basique.
- 2) Calculer la concentration molaire de la solution S.
- 3) Calculer la concentration molaire de la solution  $S_0$ .
- 4) Calculer la masse de chlorure d'hydrogène dissous dans 1 L de solution  $S_0$ .
- 5) Le pourcentage annoncé sur l'étiquette du flacon est-il en accord avec le résultat précédent ?  
Justifier la réponse.

$$(\rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3})$$

## Chimie organique

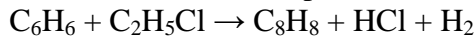
### Fabrication du polystyrène

On donne la représentation d'un fragment d'une macromolécule de polystyrène (PS)



- 1) Quel est le motif de ce polymère ?
- 2) Donner le nom et la formule semi-développée du monomère dont il dérive.

La fabrication de ce monomère peut se résumer par l'équation bilan suivante :



- 3) Quelle masse de styrène peut-on obtenir en utilisant une tonne de benzène  $\text{C}_6\text{H}_6$  sachant que le rendement de cette réaction est de 90 % ?
- 4) La masse molaire du polystyrène obtenu étant égale à  $520 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ , calculer l'indice de polymérisation du polymère.

## AF 2001

### Acoustique

L'affaiblissement sonore  $R$  ( $\text{dB}_A$ ) d'une cloison d'un local de masse surfacique  $\sigma$  est donné par la relation :  $R = a \log b \sigma$ .

- $a = 13,3$  et  $b = 1$ , pour  $\sigma < 200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$
- $a = 15$  et  $b = 4$ , pour  $\sigma > 200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$

Matériau	Épaisseur $e$ (cm)	Masse volumique $\rho$ ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
Plâtre	1,2	1100
Béton	14	2000

- 1) Calculer la masse surfacique de chaque matériau.
  - 2) Calculer l'affaiblissement sonore de chaque matériau.
  - 3) En déduire, pour chaque matériau, le niveau d'intensité sonore derrière la cloison sachant que ce niveau est de  $60 \text{ dB}_A$  de l'autre côté de la cloison et qu'on néglige toute réflexion.
- La nouvelle réglementation impose un isolement brut de  $51 \text{ dB}_A$ , correspondant à un affaiblissement sonore de même valeur.
- 4) Quelle doit être l'épaisseur de béton du sol du local ?

### Thermique

#### Température dans un mur

Les matériaux composant un mur séparant un local de l'extérieur sont de l'intérieur vers l'extérieur :

- du placoplâtre constitué de 1,5 cm de plâtre et 4 cm de polystyrène expansé de classe 1
- du béton d'épaisseur 16 cm
- un enduit ciment d'épaisseur 1,5 cm

Les conductivités thermiques de ces matériaux sont respectivement :

$$\lambda_{\text{plâtre}} = 0,35 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{polystyrène}} = 0,044 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{béton}} = 1,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \text{ et } \lambda_{\text{enduit}} = 1,16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

Les résistances thermiques superficielles surfaciques intérieure et extérieure sont :

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

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

- 1) Donner l'expression littérale de la résistance thermique surfacique de ce mur, la calculer pour ce mur. En déduire le coefficient de transmission surfacique.



2) Sachant que les températures ambiantes intérieure et extérieure sont  $20^{\circ}\text{C}$  et  $-4^{\circ}\text{C}$ , calculer :

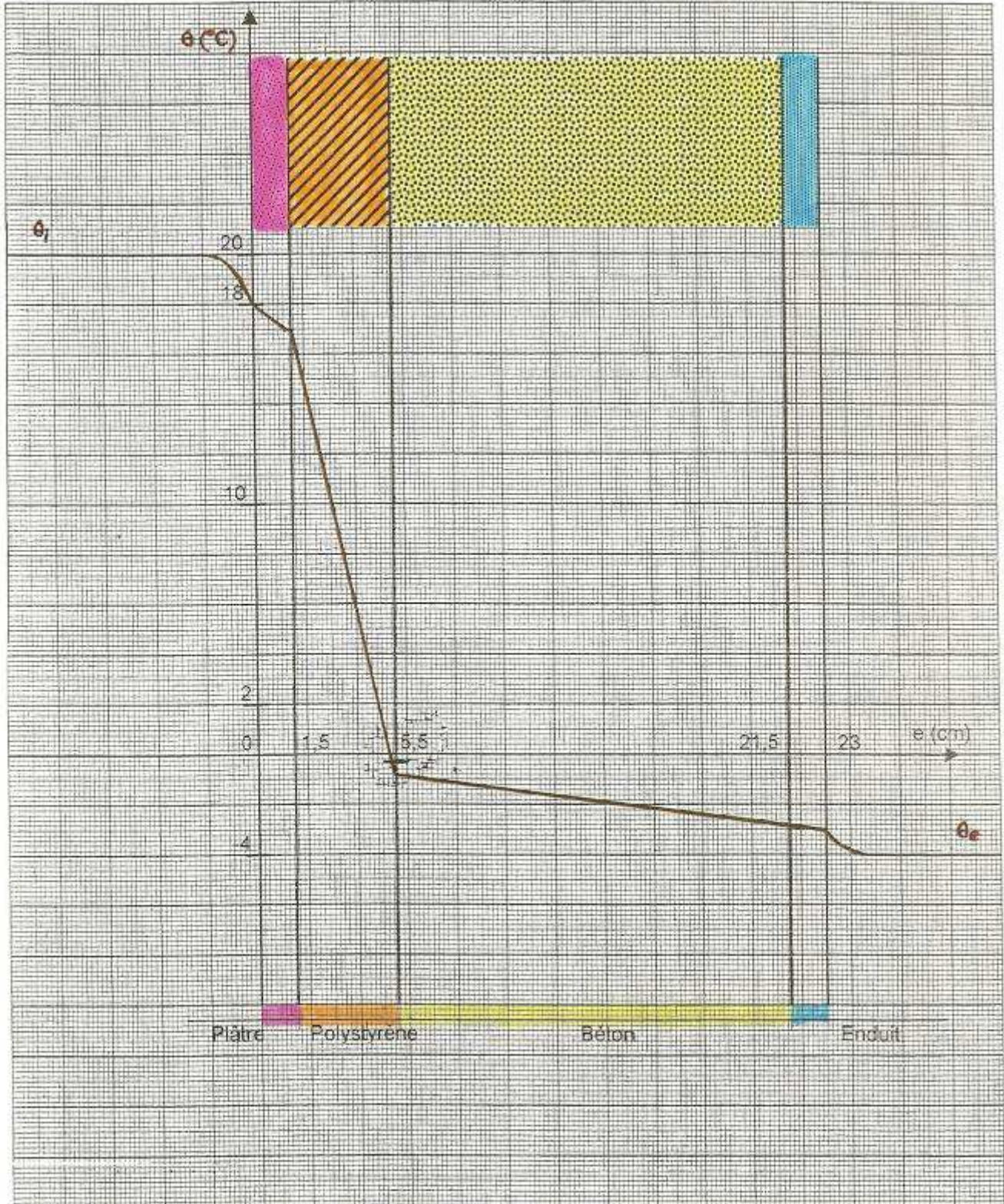
2<sub>1</sub> le flux thermique surfacique traversant ce mur.

2<sub>2</sub> En admettant que le flux thermique surfacique de ce mur vaille  $19,33 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ,

a- calculer les températures superficielles intérieure et extérieure de ce mur

b- calculer la valeur de la température à l'interface polystyrène expansé-béton

3) On donne le diagramme des températures  $\theta = f(e)$  à l'intérieur de ce mur :



3<sub>1</sub> Expliquer le rôle du polystyrène expansé.

3<sub>2</sub> Quelle est l'interface la plus exposée à la condensation ?



**••Solution aqueuse (précipité)**Fabrication du sulfate de baryum, matière de charge en peinture

Celui-ci est obtenu par réaction de précipitation entre une solution de chlorure de baryum et une solution de sulfate de sodium.

Le chlorure de baryum et le sulfate de sodium sont deux solides constitués d'ions baryum  $Ba^{2+}$  et d'ions chlorure  $Cl^-$  pour le premier, d'ions sodium  $Na^+$  et d'ions sulfate  $SO_4^{2-}$  pour le second.

1) On prépare deux solutions A et B :

a-  $1\text{ m}^3$  de solution A est obtenu en dissolvant 30 kg de chlorure de baryum dans l'eau.

Quelle est la concentration molaire des ions baryum dans la solution A ?

b- La concentration molaire des ions sulfate dans la deuxième solution B est égale à  $0,144\text{ mol.L}^{-1}$ .

Quelle masse de sulfate de sodium a-t-on dissous pour préparer  $1\text{ m}^3$  de cette solution B ?

2) Sachant que le produit de solubilité du sulfate de baryum est :  $K_s = 10^{-10}$ , montrer qu'en mélangeant les deux solutions A et B, on obtient un précipité de sulfate de baryum.

Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.

(les ions chlorure et les ions sodium restent en solution)

3) Quelle masse de précipité obtient-on en mélangeant  $1\text{ m}^3$  de A et  $1\text{ m}^3$  de B ?

**Oxydoréduction** (voie sèche)Pollution par le dioxyde de soufre

Le fuel lourd a une teneur en soufre de 2,5% (pourcentage en masse).

En brûlant dans le dioxygène, le soufre produit un gaz qui contribue à la pollution de l'air : le dioxyde de soufre.

1) Ecrire l'équation bilan de cette combustion.

2) Calculer la masse de soufre S contenu dans 100 kg de fuel.

3) Calculer le volume de dioxyde de soufre rejeté dans l'air lors de la combustion complète de 100kg de fuel.

Le dioxyde de soufre, en présence de dioxygène de l'air, s'oxyde en trioxyde de soufre  $SO_3$  et ce dernier, avec l'humidité de l'air, se transforme en acide sulfurique  $H_2SO_4$ .

4) Ecrire les équations bilan de ces deux réactions, puis calculer la masse d'acide sulfurique obtenu par la combustion de 100 kg de fuel.

5) Citer une conséquence de cette pollution.

(Volume molaire d'un gaz :  $22,4\text{ L.mol}^{-1}$ )

**AF 2002****Thermique**

On désire maintenir dans un atelier (document 1) une température  $\theta_2 = 18^\circ\text{C}$  alors que la température extérieure est égale à  $\theta_1 = -2^\circ\text{C}$ .

Cet atelier n'est pas hermétique et permet une entrée d'air froid et une sortie d'air chaud correspondant à un renouvellement de l'air intérieur.

Le volume d'air de l'atelier est entièrement renouvelé au bout d'une heure.

1) Calculer :

a- la quantité de chaleur nécessaire par heure pour chauffer l'air froid pénétrant dans l'atelier.

b- la puissance thermique mise en jeu.

Le coefficient volumique de déperdition thermique G représente la puissance thermique perdue par  $1\text{ m}^3$  de l'atelier pour une différence de température de 1 K entre l'intérieur et l'extérieur de l'atelier.

Le coefficient G se décompose de la manière suivante :  $G = G_A + G_P$ ,  $G_A$  représentant les déperditions thermique dues au renouvellement d'air et  $G_P$  correspondant aux déperditions thermiques par les parois (murs, sol, plafond).

2) Calculer :

a- le coefficient  $G_A$

b- la puissance du chauffage nécessaire, sachant que  $G = 1,1.W.m^{-3}.K^{-1}$

Données :

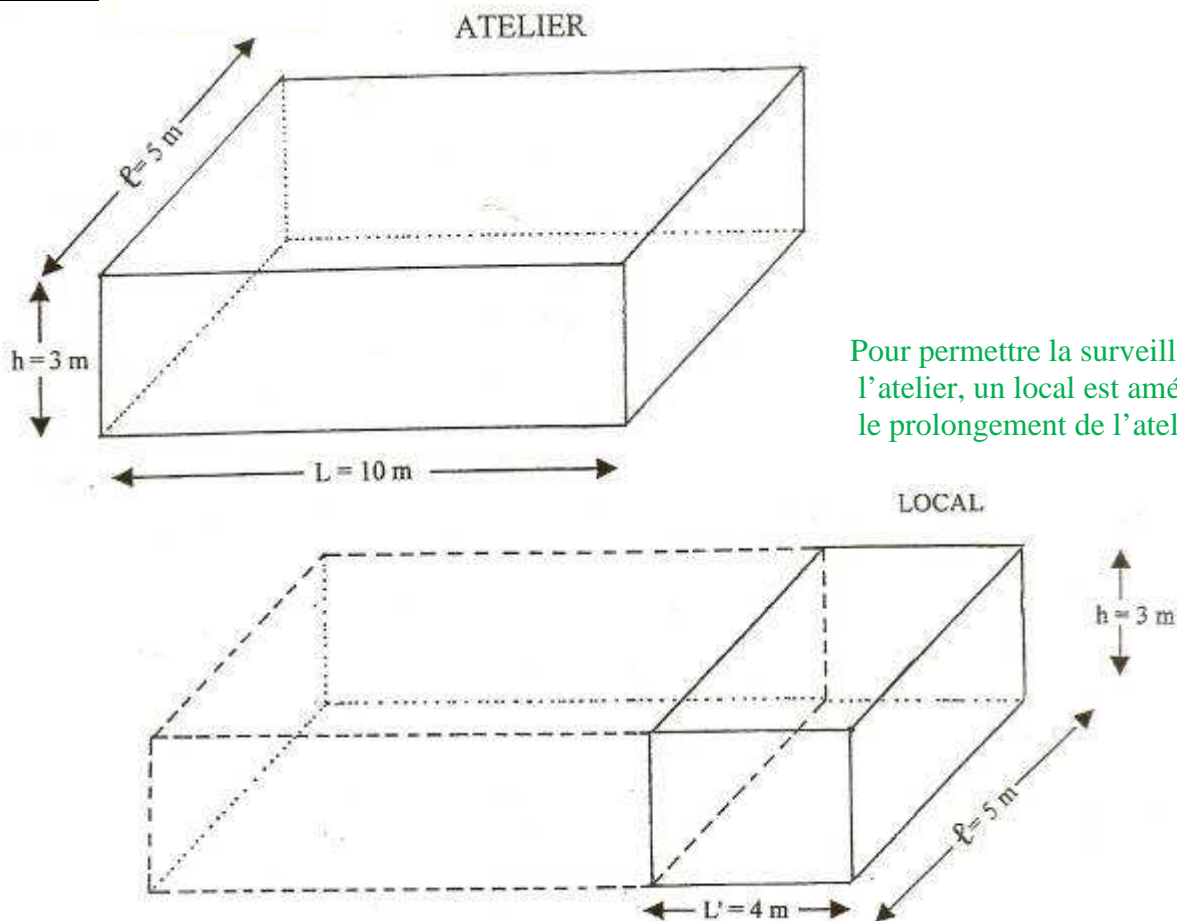
Dimensions intérieures de l'atelier (voir document 1)

$L = 10 \text{ m}$  ;  $\ell = 5 \text{ m}$  ; hauteur sous plafond  $h = 3 \text{ m}$ .

Masse volumique de l'air  $\rho = 1,293 \text{ kg.m}^{-3}$

capacité thermique massique de l'air  $c = 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.K^{-1}$

### Acoustique



Une paroi vitrée ( $5\text{ m} \times 3\text{ m}$ ) sépare l'atelier de ce local.

Celle-ci doit apporter un affaiblissement acoustique suffisant pour que la conversation normale entre deux personnes soit possible à l'intérieur de ce local.

Il convient, pour cela, que le niveau sonore de fond du local où l'on parle n'excède pas  $60 \text{ dB}_A$ .

1) Calculer l'isolement acoustique brut  $D_b$  nécessaire entre l'atelier et le local si le niveau sonore de l'atelier est  $86 \text{ dB}_A$ .

(On considère que, de part et d'autre de la cloison vitrée, règne un champ réverbéré)

2) a- Calculer l'aire d'absorption équivalente  $A$  de ce local.

Données : coefficients d'absorption des surfaces à  $1000 \text{ Hz}$

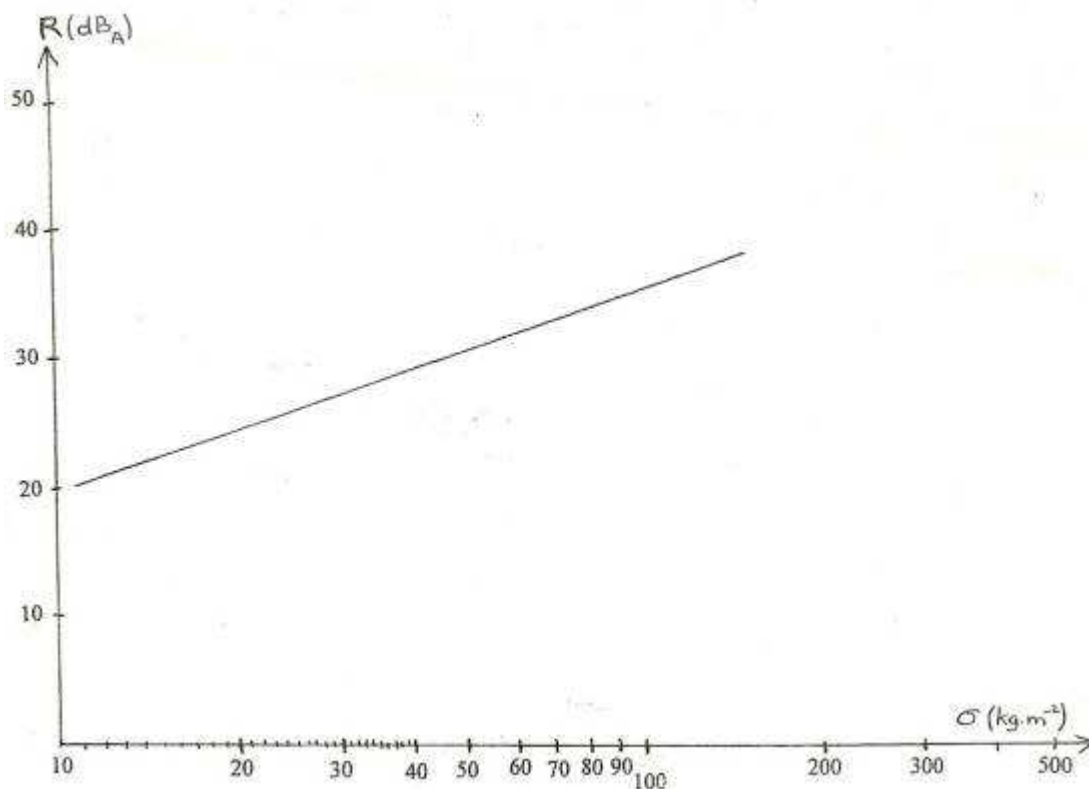
$\alpha_1 = 0,5$  pour les murs, plafond, sol traités acoustiquement

$\alpha_2 = 0,1$  pour la cloison vitrée

On tiendra compte, dans le calcul, de l'aire d'absorption équivalente du local, de la présence de deux personnes dont l'aire d'absorption équivalente est de  $0,5 \text{ m}^2$  chacune.

b- Calculer l'indice d'affaiblissement  $R$  de la cloison vitrée.

c- Sachant que la masse volumique du verre est  $\rho = 2500 \text{ kg.m}^{-3}$  et en utilisant le document ci-dessous donnant la courbe de l'indice d'affaiblissement du verre plein à la fréquence  $f = 1000 \text{ Hz}$ , calculer l'épaisseur  $e$  de la cloison vitrée.



## Chimie organique

### Combustion du propane

La source de chaleur de l'atelier est une chaudière à gaz propane  $\text{C}_3\text{H}_8$  dont le pouvoir calorifique est égal à  $2200 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

La puissance du chauffage de l'atelier est  $P = 3,3 \text{ kW}$ .

On suppose que 80% de l'énergie dégagée par la combustion du propane est transmise à l'atelier.

1) Ecrire l'équation bilan de la combustion complète du propane.

2) a- Montrer que, pour maintenir une température  $\theta_2 = 18^\circ\text{C}$  dans l'atelier quand la température extérieure est  $\theta_1 = -2^\circ\text{C}$ , l'énergie fournie par la combustion du propane dans la chaudière entre 9 h et 17 h correspond à 118,8 MJ.

b- Exprimer cette énergie en kWh.

3) Calculer :

a- la quantité du propane (exprimée en mol) nécessaire à l'obtention de cette énergie.

b- la masse de propane correspondante.

c- le volume de dioxyde de carbone dégagé à l'extérieur.

(Volume molaire :  $V = 25 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ )

### Solution basique

Dans un coin de l'atelier, on prépare des solutions d'hydroxyde de potassium (ou potasse) KOH de différentes concentrations molaires.

Pour décaper des portes vernies, on prépare 50 L de bain de potasse de concentration molaire  $1,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

1) Calculer la masse de potasse à dissoudre dans 50 L d'eau pour préparer ce bain.

Pour réaliser un dosage, on introduit dans un récipient 5 mL du bain de potasse de concentration molaire  $1,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  que l'on dilue avec de l'eau distillée.

2) a- Quel volume d'eau faut-il ajouter pour obtenir une solution diluée de potasse de concentration molaire  $10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ?

b- Quels sont les ions présents dans cette solution ?

En déduire le pH de cette solution.

Les principaux liants utilisés en peinture sont des huiles possédant un certain pourcentage d'acides gras libres.



On effectue le dosage d'un volume  $V_1 = 15 \text{ cm}^3$  d'une solution contenant un monoacide de formule AH par une solution basique d'hydroxyde de potassium ou potasse de concentration molaire  $C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . A l'équivalence, le volume de base versé est  $V_2 = 22,5 \text{ cm}^3$ .

3) Calculer la concentration molaire  $C_1$  de l'acide AH.

(Produit ionique de l'eau, à  $25^\circ\text{C}$ ,  $K_i = 10^{-14}$ )

## AF 2003

### La rénovation d'un vieux bâtiment isolé

On propose d'étudier quelques phénomènes physiques associés à la rénovation d'une vieille bâtisse isolée. Cette étude concernera successivement :

- le système d'alimentation en eau chaude par capteur solaires et de production d'électricité
- l'isolation thermique des murs en pierre
- la fabrication de l'isolant utilisé pour les murs
- la corrosion de la toiture en tôles.

(Les quatre parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent)

Capteurs solaires.

#### Calorimétrie

1) Sachant que le logement a des besoins de 150 L par jour, chauffée de  $15^\circ\text{C}$  à  $60^\circ\text{C}$ , calculer l'énergie thermique annuelle nécessaire pour réaliser le chauffage.

Exprimer le résultat en unités du système international et en kWh.

En tenant compte des paramètres géographiques et météorologiques, on estime que la quantité d'énergie solaire annuelle reçue par une surface de  $1 \text{ m}^2$  orientée sud et inclinée à  $45^\circ$  sur l'horizontale est de 2200 kWh.

Pour l'alimentation en eau chaude du bâtiment, on utilise des capteurs solaires à circulation d'eau.

2) Quelle surface minimum de capteur faut-il prévoir, sachant que le rendement de ce type de capteur est de 80% ?

#### Rayonnement

En plein soleil, la température d'équilibre du capteur est de  $70^\circ\text{C}$ .

3) Déterminer le flux énergétique solaire reçu en admettant que ce capteur se comporte comme un corps noir.

Pour effectuer l'alimentation électrique de la maison (éclairage, appareil électroménager...), on envisage d'utiliser un autre type de capteurs solaires.

4) Proposer une solution (2 à 3 lignes maximum) sachant que l'alimentation électrique doit aussi être obtenue de nuit.

Aucun calcul n'est demandé pour cette question.

Données :

capacité thermique massique de l'eau :  $c = 4185 \text{ J.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Constante de Stefan :  $\sigma = 5,67.10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$ .

Conversion d'unité :  $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$ .

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

Une année : 365 jours.

#### Thermique

Les murs de la maison sont en pierre et ont une épaisseur  $e_p = 30\text{cm}$ .

On considérera comme acceptable une perte de flux thermique surfacique  $\phi_m = 18 \text{ W.m}^{-2}$ , lorsque l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur est  $\Delta\theta = 25^\circ \text{C}$ .

1) Déterminer la résistance thermique surfacique de ce mur.

Montrer alors qu'on ne peut pas se contenter de la simple isolation due aux murs en pierre.

On se propose de coller sur les murs, côté intérieur, des plaques composites :

placoplâtre (épaisseur  $e_{pl} = 1 \text{ cm}$ ) + polystyrène expansé (épaisseur  $e_{ps}$ ).

2) Etablir l'expression littérale de la résistance thermique surfacique  $r_m$  du mur isolé.

3) En déduire l'expression de l'épaisseur minimum  $e_{ps}$  que doit avoir le polystyrène expansé pour réaliser l'isolation thermique souhaitée.

Calculer numériquement  $e_{ps}$ .

On utilise un double vitrage pour les ouvertures (portes et fenêtres).

4) Sachant que le coefficient de déperdition thermique par transmission pour ce type de vitrage est  $U = 2,5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ , exprimer littéralement, puis calculer le flux thermique surfacique  $\phi_0$  perdu par ces ouvertures pour l'écart de température  $\Delta\theta$  indiqué.

5) Calculer le flux énergétique total  $\Phi$  (en watts) perdu par l'ensemble : [murs isolés + ouvertures] sachant que la surface totale des murs recouverts d'isolant est  $S_m = 80 \text{ m}^2$  et celle des ouvertures  $S_0 = 10 \text{ m}^2$ .

Données :

résistances thermiques surfaciques superficielles intérieure et extérieure :

$$r_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1} \text{ et } r_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$$

Conductivités thermiques :

$$\lambda_{pierre} = 1,5 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

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

$$\lambda_{placoplâtre} = 0,35 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

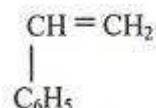
## Chimie organique

### Polystyrène expansé

Le polystyrène est obtenu à partir du styrène.

On lui injecte alors un gaz inerte pour obtenir le produit de faible densité appelé polystyrène expansé.

La formule semi-développée du styrène est :



1) Donner la formule brute du styrène et calculer sa masse molaire.

2) En appelant  $n$  le degré de polymérisation et en utilisant les formules semi-développées, écrire l'équation-bilan de la réaction conduisant du styrène au polystyrène.

De quel type de polymérisation s'agit-il ?

Pour effectuer industriellement la polymérisation du styrène, on utilise un initiateur et un catalyseur.

3) Préciser le rôle de chacun de ces produits.

Le polystyrène expansé d'épaisseur :  $e_{ps} = 40 \text{ mm}$  est collé sur les plaques de placoplâtre utilisées pour isoler les murs de la maison, de surface totale :  $S_m = 80 \text{ m}^2$ .

4) a- Calculer le volume puis la masse des plaques de polystyrène expansé utilisé.

b- Sachant que le polystyrène expansé contient 10% en masse de gaz inerte et que le rendement de la réaction de polymérisation est de 80%, déterminer la masse de monomère (styrène) nécessaire pour réaliser l'isolation de ces murs.

Donnée :

Masse volumique du polystyrène expansé :  $\rho = 15 \text{ kg.m}^{-3}$ .

## Oxydoréduction

### Toiture

On se propose d'étudier les phénomènes de corrosion associés à une toiture métallique.

Le toit de la bâtisse est constitué de tôles de fer galvanisé.

1) Que signifie l'expression : fer galvanisé ?

On supposera dans un premier temps que les tôles sont en fer brut.

2) a- Quels peuvent être les agents oxydants de ces plaques en fer ?

Ecrire la demi-équation d'oxydation du fer en ion fer (II) correspondante.

b- On fixe sur une tôle un plot de zinc pur de masse  $m_{\text{Zn}} = 100 \text{ g}$ .

En supposant l'ensemble placé dans un milieu humide, indiquer les polarités de la pile électrochimique ainsi formée et écrire la demi-équation d'oxydation observée lorsque cette pile fonctionne.

Le fer est-il protégé ?

Si oui, de quel type de protection s'agit-il ?

3) Sachant que le courant de corrosion de cette pile est  $I = 2 \text{ mA}$ , combien de temps faudrait-il théoriquement pour que le plot du zinc disparaissent complètement ?

Exprimer le résultat en années.

En fait les tôles sont entièrement recouvertes d'une mince couche de zinc.

4) a- Indiquer pourquoi elles sont protégées.

b- Que se passe-t-il si la couche de zinc est localement discontinue ?

Justifier rapidement la réponse.

Données :

Potentiels redox standard :  $E^0 (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$  et  $E^0 (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$ .

Faraday :  $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$ .

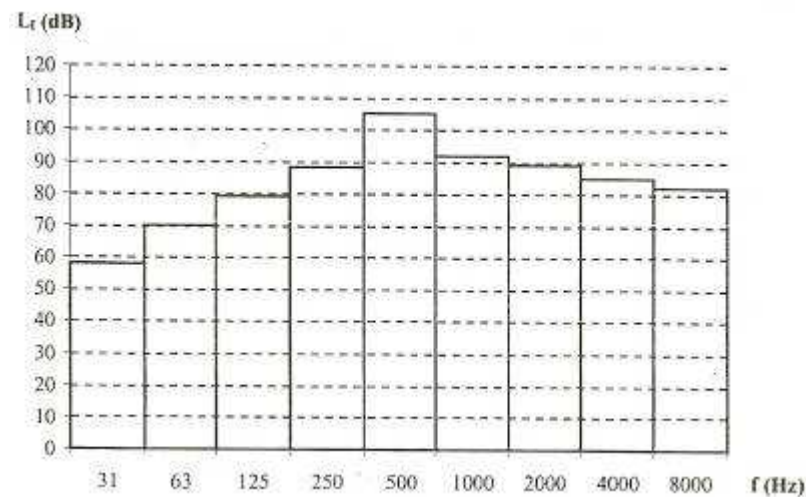
## AF 2004

### Réaménagement des annexes d'un atelier d'imprimerie.

#### Acoustique

Pour limiter les nuisances sonores dans les locaux annexes d'un atelier d'imprimerie une entreprise réalise l'étude du bruit d'une machine de cet atelier.

Dans l'atelier, l'analyse en fréquence de ce bruit est la suivante :



Données :

La bande d'octave centrée sur une fréquence  $f_0$  est comprise entre la fréquence inférieure

$$f_{0_{\text{inférieure}}} = \frac{f_0}{\sqrt{2}} \text{ et la fréquence supérieure } f_{0_{\text{supérieure}}} = f_0 \cdot \sqrt{2}$$

$$\Delta f = f_{0_{\text{supérieure}}} - f_{0_{\text{inférieure}}}$$

$$I_{\Delta} = 10^{-12} \cdot 10^{\frac{L_I}{10}}$$

$$I = I_{\Delta} \cdot \Delta f$$

1) Compléter le tableau suivant :

$f_0$	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_I$	58	70	80	88	106	92	90	86	82
$f_{0,inf}$	21,9	44,5	88,4	176,8		707,1	1414,2	2828,4	5656,8
$f_{0,sup}$	43,8	89,1	176,8	353,6		1414,2	2828,4	5656,8	
$\Delta f$	21,9	44,6	88,4	176,8	353,5	707,1	1414,2	2828,4	5656,8
$I_\Delta$	$6,3 \cdot 10^{-7}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$6,31 \cdot 10^{-4}$		$1,585 \cdot 10^{-3}$	$10^{-3}$	$3,16 \cdot 10^{-4}$	$1,53 \cdot 10^{-3}$
$I$	$1,38 \cdot 10^{-5}$	$4,46 \cdot 10^{-4}$	$8,84 \cdot 10^{-3}$	$1,115 \cdot 10^{-1}$	14,07		1,4142	0,8937	8,655

2) Calculer l'intensité acoustique totale  $I_T$ .

3) Calculer le niveau d'intensité acoustique total  $N_T$ .

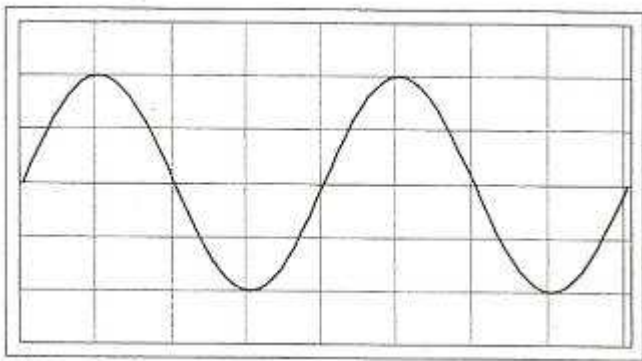
Pour isoler acoustiquement les locaux contigus à l'atelier, ce dernier a été réalisé en béton et les ouvertures bouchées avec des portes acoustiques d'indice d'affaiblissement acoustique  $R$  égal à 45 décibels.

4) On fait l'hypothèse simplificatrice que l'isolement brut  $D_b$  est égal à l'indice d'affaiblissement  $R$ , en déduire le niveau d'intensité acoustique maximum,  $N_{I_{max}}$ , perçu dans un local contigu à l'atelier.

5) Quelle est la fréquence centrale  $f_0$  de la bande d'octave pour laquelle le niveau d'intensité acoustique est maximum ?

Quelles sont les valeurs des fréquences délimitant cette bande d'octave ?

Un traitement acoustique du bruit de cette machine permet de visualiser un des sons purs le composant.



6) a- Calculer la fréquence pure de ce son pur.  
(le balayage horizontal est de  $5 \text{ ms} \cdot \text{division}^{-1}$ )

Le seuil d'audibilité à cette fréquence est  $L_0 = 44 \text{ dB}$ .

b- En supposant que le niveau d'intensité acoustique de ce son pur est égal au niveau acoustique de la bande d'octave correspondante, déduire si ce son pur est audible d'un local contigu à celui contenant la machine.

### Photométrie

Dans le local d'accueil de la clientèle, la pose de nombreuses vitrines, servant à l'exposition des réalisations de l'atelier d'imprimerie, nécessite l'utilisation d'un *laser* pour l'alignement.

Ce laser émet une radiation lumineuse de longueur d'onde  $\lambda = 650 \text{ nm}$ .

1) Reproduire le schéma suivant, y situer le domaine des radiations visibles et préciser les deux autres domaines de radiations.



2) Qu'appelle-t-on lumière monochromatique ?

La lumière émise par ce laser est-elle de ce type ?

3) Calculer la fréquence de la radiation lumineuse émise par le laser.

Données :

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$C = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

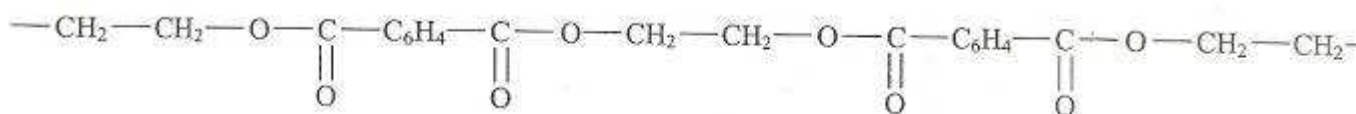


### •Chimie organique

Dans le bureau situé au-dessus de l'accueil, la moquette est remplacée par un parquet flottant pour des raisons d'entretien.

Pour atténuer les bruits d'impact, une nappe polyester est posée sous le parquet.

Cette nappe est composée de fibres polyester de formule :



A- Synthèse de la fibre polyester considérée :

- 1) Quelles fonctions organiques doivent contenir les monomères nécessaires à la synthèse d'un polyester ?
- 2) Un polyester est-il obtenu par polyaddition ou par polycondensation ?

Justifier la réponse.

Le glycol nécessaire à la synthèse de cette fibre peut être obtenu à partir de l'éthène.

On obtient après action de l'acide hypochloreux, le 2-chloroéthan-1-ol.

Ce dernier réagit avec l'hydroxyde de sodium pour donner le glycol suivant la réaction :



- 3) a- Calculer les masses molaires moléculaires du 2-chloroéthan-1-ol et du glycol.
- b- En déduire la masse de glycol que l'on peut espérer obtenir à partir de 100 kg de 2-chloroéthan-1-ol.

B- Propriété de la fibre polyester considérée :

- 1) Définir les termes thermoplastiques et thermodurcissables.
- 2) En observant la structure de la fibre polyester considérée, en déduire son comportement à la chaleur.

### Oxydoréduction

Pour améliorer le confort du vestiaire de l'atelier d'imprimerie, un chauffe-eau est installé.

Ce chauffe-eau électrique à accumulation est pourvu d'une cuve en acier laminée.

La protection de la cuve se fait par une anode au magnésium consommable.

- 1) Ecrire la demi-équation traduisant l'oxydation du magnésium faisant intervenir le couple  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$ .
- 2) Ecrire la demi-équation traduisant l'oxydation de fer faisant intervenir le couple  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ .

En considérant que l'acier se comporte comme le fer, la réaction d'oxydoréduction qui se produit dans la cuve fait intervenir avec les couples  $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$  et  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ .

- 3) Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

On donne les valeurs de potentiel suivantes :

$$E_0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}; E_0(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,37 \text{ V}; E_0(\text{Ti}^{2+}/\text{Ti}) = -1,63 \text{ V}.$$

- 4) D'après ces valeurs, peut-on utiliser des anodes en titane pour protéger la cuve en acier d'un chauffe-eau électrique à accumulation ?

## AF 2005

### Rénovation du vestiaire d'un équipement sportif

#### Thermique

On considère les murs de béton enduit d'un vestiaire sportif.

Ces murs sont constitués dans leur épaisseur de 30 cm de béton et de 13 mm d'enduit.

La température intérieure est de 19°C et la température extérieure de 2°C.

Données :

Conductivités thermiques :  $\lambda_{\text{béton}} = 1,60 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  et  $\lambda_{\text{enduit}} = 1,13 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

résistances thermiques surfaciques superficielles :  $r_{si} = 0,11 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$  ;  $r_{se} = 0,06 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$

- 1) Calculer la résistance thermique surfacique du mur.
- 2) En déduire la valeur du flux thermique surfacique traversant ce mur.

On suppose que le toit et le sol du vestiaire sont très bien isolés et que la surface des portes et fenêtres est négligeable.

Les pertes thermiques ne se font donc que par les murs de façade de longueur totale 10 m et de hauteur 2,7 m.

- 3) Calculer le flux thermique total traversant ces murs.
- 4) En déduire les pertes en énergie au bout de 24 h.
- 5) Calculer l'économie d'énergie réalisée par l'isolation de ces murs avec une épaisseur de 7 cm de laine de verre de conductivité thermique égale à  $0,04 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  et une cloison de placoplâtre de résistance thermique surfacique égale à  $0,77 \text{ m}^2.\text{K.W}^{-1}$ .

#### Photométrie

Suite à l'augmentation du prix du kilowattheure, l'éclairage artificiel doit être modifié pour réaliser des économies d'énergie.

- 1) Dans le couloir central du bâtiment, indiquer la solution la plus adaptée entre une lampe à incandescence et une lampe fluorescente sachant que le couloir reste allumé toute la journée.

Dans le bureau des personnels sportifs, une lampe est installée au dessus de la table.

On étudie l'éclairement E obtenu sur un écran par cette lampe placée à une distance x de cet écran.

On fait varier la distance x et on obtient le tableau suivant :

x (cm)	20	30	40	50	60	70
E (lx)	1350	620	350	225	165	105

- 2) a- Quel appareil utilise-t-on pour mesurer un éclairement ?
- b- Compléter le tableau suivant :

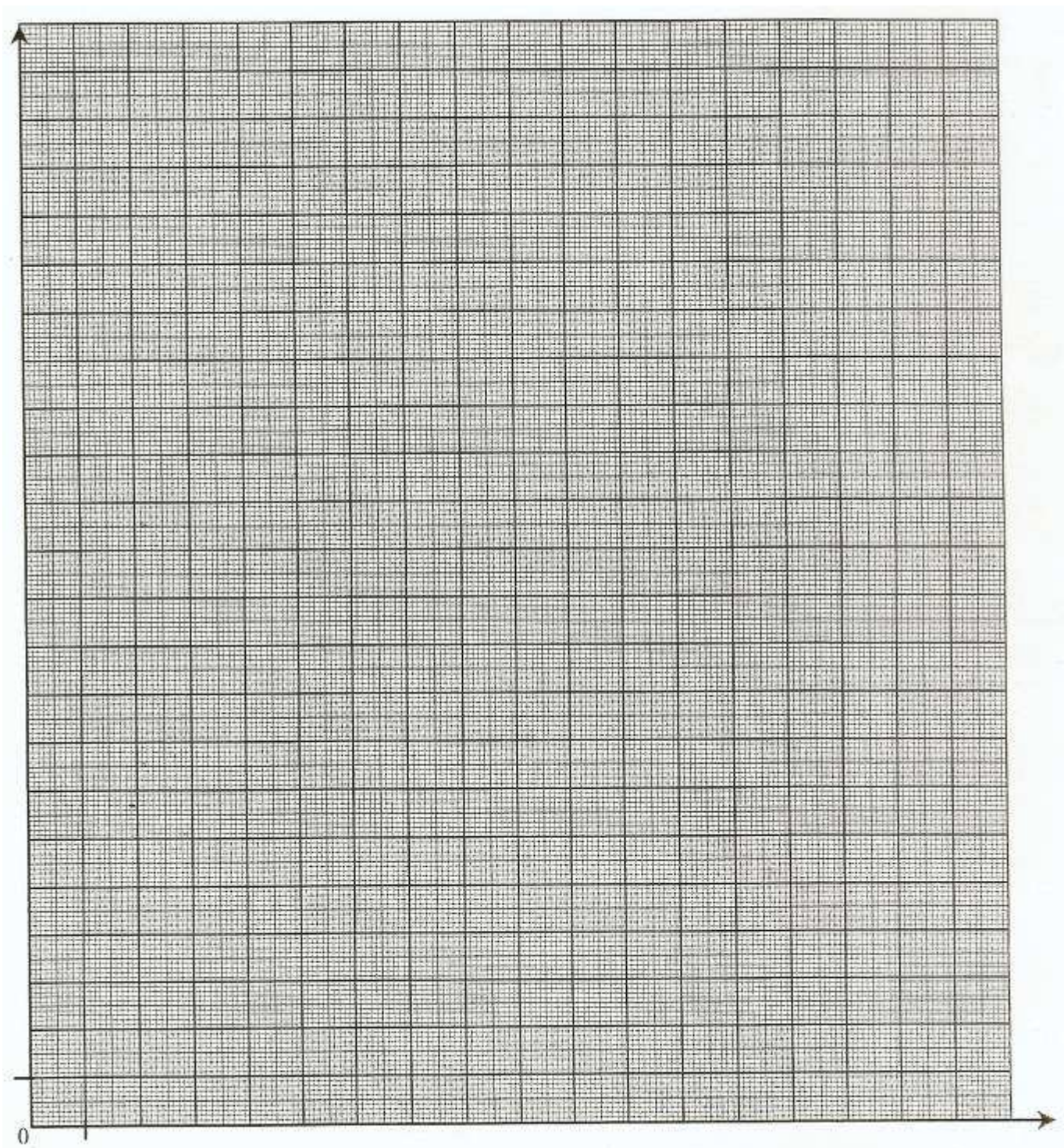
x (cm)	20	30	40	50	60	70
$\frac{1}{x^2}$ ( $\text{m}^{-2}$ )						
E (lx)	1350	620	350	225	165	105

- c- Tracer la courbe de l'éclairement E en fonction de  $\frac{1}{x^2}$ .

On prendra l'échelle suivante :

- 1 cm pour 100 lx
- 1 cm pour  $2 \text{ m}^{-2}$





- 3) Justifier la forme de la courbe, sachant que la surface éclairée à une distance  $x$  de la source, considérée comme ponctuelle isotrope, est une sphère.
- 4) En déduire une action à mener pour améliorer l'éclairage de la table avec cette lampe.
- 5) Calculer l'intensité rayonnée dans une direction quelconque par cette source considérée comme ponctuelle isotrope, sachant que son flux lumineux est de 708 lumens.

### Chimie organique

Le bureau a été aménagé dans une des deux pièces utilisées pour stoker le matériel sportif.

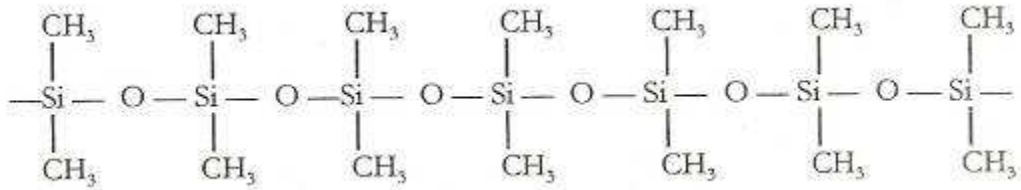
Pour cela le mur de béton a été doublé par une cloison de placoplâtre et pour la finition la peinture choisie est une émulsion acrylique.

Cette émulsion acrylique contient 1% de solution anti-mousse aux silicones.

Les fluides silicones sont des polymères dont la viscosité dépend du nombre de motifs contenus dans la

molécule.

1) Donner le motif du fluide silicone suivant :



On considère le fluide silicone employé dans une résine acrylique qui nécessite une viscosité telle que la masse molaire moyenne du fluide est de  $118,4 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

2) En déduire l'indice de polymérisation de ce fluide silicone.

3) Comportement à la chaleur de ce fluide silicone :

a- Définir les termes thermoplastique et thermodurcissable.

b- En observant la structure du fluide silicone considéré, en déduire son comportement à la chaleur.

### Solution basique

Dans l'émulsion acrylique utilisée, on note aussi la présence de 1% de solution de soude (ou hydroxyde de sodium) à 5%.

La densité d'une solution de soude à 5% en masse est  $d = 1,13$ .

1) Calculer la masse molaire de l'hydroxyde de sodium.

2) Calculer la masse volumique  $\rho_{\text{solution}}$  de la solution de soude considérée.

3) Montrer que la concentration molaire de la solution s'écrit :  $C = \frac{0,05 \times \rho_{\text{solution}}}{M_{\text{NaOH}}}$

4) Calculer la concentration molaire de cette solution de soude.

On dilue 200 fois la solution de soude considérée.

5) Calculer la concentration molaire en ions hydroxyde de la solution diluée.

6) Calculer le pH de cette nouvelle solution.

Données :

$$\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$\text{Produit ionique de l'eau à } 25^\circ\text{C} : K_i = 10^{-14}$$

## AF 2006

### Agencement d'une véranda

#### Thermique

Le toit de cette véranda est constitué d'un double vitrage possédant deux lames de verre d'épaisseurs 4,0 mm séparées par une lame d'air de 8,0 mm d'épaisseur.

La température intérieure est de  $19^\circ\text{C}$  et la température extérieure de  $5^\circ\text{C}$ .

1) Faire un schéma en coupe de la paroi vitrée qui constitue le toit de la véranda.

Pour simplifier, ce toit est considéré horizontal.

On indiquera par une flèche le sens du flux thermique surfacique.

2) Calculer la résistance thermique surfacique  $r$  de la paroi vitrée qui constitue le toit.

Données :

*Conductivité thermique du verre, résistance thermique surfacique de l'air et résistances thermiques superficielles surfaciques intérieure et extérieure :*

$$\lambda_{\text{verre}} = 1,10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$r_{\text{air}} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

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

$$r_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

Pour améliorer, entre autre, l'isolation thermique, on tend une toile de polytétrafluoroéthylène (PTFE) sous cette toiture.



Cette modification entraîne l'apparition d'une lame d'air supplémentaire de résistance thermique surfacique égale à  $0,16 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ .

Compte tenu de l'épaisseur de l'ordre du millimètre de la toile, la résistance thermique de cette toile est négligeable.

3) Calculer la nouvelle valeur  $r'$  de la résistance thermique surfacique.

4) Déduire de la question précédente, la résistance thermique surfacique que devrait avoir la lame d'air d'un double vitrage possédant deux épaisseurs de 4,0 mm de verre séparées par cette lame d'air pour que la résistance thermique surfacique ait la même valeur.

La réalisation de ce double vitrage est-elle possible ? (On utilisera le tableau ci-après).

$e_{\text{air}} \text{ (m)}$	0	5	8	10	15	25	50	100	300
$r \text{ (m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}\text{)}$	0,00	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

5) Calculer le flux thermique surfacique  $\phi_1$  qui traverse le double vitrage seul.

6) Calculer le flux thermique surfacique  $\phi_2$  qui traverse le double vitrage associé à la toile.

Exprimer le gain en pourcentage.

### Acoustique

La véranda est équipée en façade d'un alarme : on considère cette source sonore comme ponctuelle et omnidirectionnelle, d'un niveau d'intensité acoustique  $N_1 = 110 \text{ dB}$  à 1,0m.

1) Calculer l'intensité acoustique  $I_1$  à 1,0 m de la source.

2) Calculer l'intensité acoustique  $I_2$  à 1,0 km de la source.

3) Quel est le niveau d'intensité acoustique  $N_2$  à 1,0 km de la source ?

4) Calculer la puissance acoustique de la source.

5) Sachant que la puissance électrique absorbée est de 8,0 W, calculer le rendement acoustique de cette source.

### Chimie organique

Les tissus en fibre de verre enduit de tétrafluoroéthylène sont utilisés pour la création de structures audacieuse mais aussi pour leurs propriétés optiques, thermiques et acoustiques.

1) Compléter l'équation de polymérisation du tétrafluoroéthylène :

On précise que l'équation bilan est du même type que celle concernant la polymérisation de l'éthylène.

2) S'agit-il d'une réaction de polyaddition ou d'une réaction de polycondensation ?

3) Calculer l'indice de polymérisation d'un polytétrafluoroéthylène de masse molaire moyenne égale à  $1,00 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

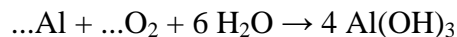
### Oxydoréduction

#### Corrosion de l'aluminium

La menuiserie de la véranda est choisie en aluminium pour des raisons d'entretien.

Au contact de l'air, l'aluminium s'oxyde le plus souvent en hydroxyde d'aluminium.

1) Compléter par les coefficients stœchiométriques manquants, l'équation de l'oxydation de l'aluminium dans l'air :



On veut calculer la masse d'aluminium transformée lors de la formation de 500 g d'hydroxyde d'aluminium.

Pour cela :

2) a- Calculer la masse molaire moléculaire de l'hydroxyde d'aluminium  $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ .

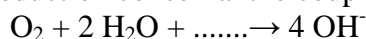
b- Calculer la quantité de matière (en mol) contenue dans 500 g d'hydroxyde d'aluminium.

c- Déduire des questions précédentes la masse d'aluminium transformée lors de la formation de 500 g d'hydroxyde d'aluminium.

L'équation de l'oxydation de l'aluminium peut s'obtenir à partir des demi-équations électroniques concernant les couples  $\text{Al}^{3+} / \text{Al}$  et  $\text{O}_2 / \text{OH}^-$ .

3) a- Ecrire la demi-équation d'oxydation de l'aluminium.

b- Compléter, la demi-équation de réduction concernant le couple  $\text{O}_2 / \text{OH}^-$ .



c- Faire le bilan de ces deux demi-équations et retrouver l'équation de l'oxydation de l'aluminium.

## AF 2007

### Thermique

#### Chauffage par le sol d'un local

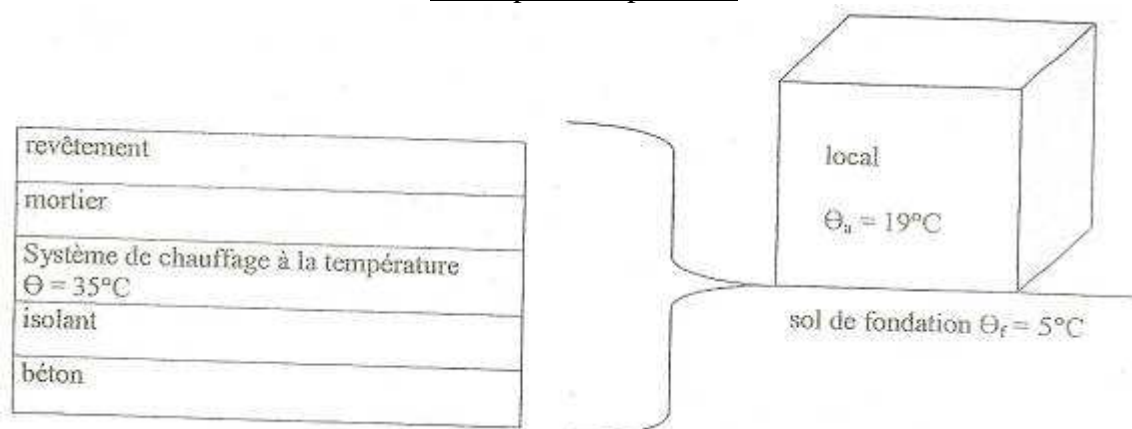
Dans le plancher d'un local de surface  $S = 20 \text{ m}^2$ , on se propose d'étudier un chauffage par le sol maintenant une température ambiante  $\theta_a$  dans le local égale à  $19^\circ\text{C}$ .

Le système de chauffage est constitué d'un tube dans lequel circule de l'eau à température supposée constante  $\theta$  égale à  $35^\circ\text{C}$ .

La température du sol de fondation  $\theta_f$  supposée uniforme est égale à  $5^\circ\text{C}$ .

La résistance thermique surfacique superficielle entre la surface du revêtement du plancher et le local est  $r_s = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ .

#### Description du plancher



L'épaisseur du système de chauffage sera considérée comme négligeable.

Matériaux	Epaisseur $e$ (cm)	Conductivité thermique $\lambda$ ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )
revêtement	1,0	2,50
mortier	6,0	1,15
isolant	4,0	0,04
béton	15,0	1,50

Dans cette première partie, vous allez chercher la puissance thermique fournie par le système de chauffage pour maintenir la température ambiante  $\theta_a$  en tenant compte des pertes vers le sol.

1) Calculer :

1<sub>1</sub> La résistance thermique surfacique  $r$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ) et la conductance thermique surfacique

$U$  ( $\text{W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$ ) entre le système de chauffage et l'intérieur du local.

1<sub>2</sub> Le flux thermique surfacique  $\varphi$  ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ) émis vers le haut.

1<sub>3</sub> La puissance thermique  $P$  (ou flux thermique  $\Phi$ ) reçue par le local

1<sub>4</sub> La puissance totale fournie par le système de chauffage à l'eau du tube, sachant que la puissance perdue par le système vers le sol est égale à 545 W.

Dans cette deuxième partie, pour faire des économies, vous allez modifier l'épaisseur de l'isolant.

On désire limiter les pertes vers le sol et ramener la puissance perdue à environ 10% de la puissance utile, soit 260 W.

2) Calculer :

2<sub>1</sub>-a- Le flux thermique surfacique vers le sol.

-b- La conductance thermique surfacique et la résistance thermique surfacique entre la système et le sol.

-c- La nouvelle épaisseur qu'il faut utiliser avec l'isolant de même nature ( $\lambda = 0,04 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ).

2<sub>2</sub> Montrer que dans ces nouvelles conditions l'énergie  $E$  dépensée pour chauffer l'eau du tube est environ égale à 55 kWh sur une durée de 24 h.

## Photométrie

Le local est équipé d'une lampe à incandescence qui émet un flux lumineux  $\Phi_\ell$  de 1500 lm réparti uniformément dans l'espace avec une efficacité lumineuse  $e$  égale à  $10 \text{ lm.W}^{-1}$ .

- 1) Calculer la puissance  $P(W)$  consommée par la lampe.
- 2) Calculer l'intensité lumineuse  $I(\text{cd})$  émise par la lampe seule.

La lampe placée à 3 m de hauteur, au milieu du plafond, se trouve maintenant dans un réflecteur qui permet l'émission de 85% du flux total émis par la lampe dans un cône d'angle au sommet égal à  $140^\circ$ .

- 3) Calculer l'angle solide  $\Omega$  (en stéradian sr) du faisceau lumineux émis sachant que  $\Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos \alpha)$ ,  $\alpha$  étant le demi-angle au sommet du cône.
- 4) Calculer le flux lumineux transporté par le cône et montrer que la nouvelle intensité est égale à environ 308 cd (la source lumineuse émet toujours uniformément).
- 5) Calculer l'éclairement  $E_0$  au point du plancher situé à la verticale de la lampe.

## Chimie organique

### Etude de la source de chaleur du local

Cette source qui maintient la température de l'eau dans le tube à  $35^\circ\text{C}$  est une chaudière à gaz propane.  
(alcane de formule brute  $\text{C}_3\text{H}_8$ )

1) Ecrire l'équation-bilan de la combustion complète du propane dans le dioxygène de l'air.  
L'énergie réellement produite par la combustion du propane est égale à 249,3 MJ en 24 h.  
Le pouvoir calorifique du propane est égal à  $2200 \text{ kJ.mol}^{-1}$ .

- 2) Calculer la quantité de matière (en mol), la masse (en kg) et le volume gazeux de propane (en  $\text{m}^3$ ) consommés en 24 h.
- 3) Calculer le volume de dioxyde de carbone rejeté à l'extérieur par cette combustion en 24 h.  
(volume molaire :  $25 \text{ L.mol}^{-1}$ )

## Solution basique

### Débouchage d'une canalisation du local

Pour déboucher une canalisation, on utilise un produit liquide vendu dans le commerce, constitué essentiellement d'une solution d'hydroxyde de sodium (ou soude NaOH).

Sur l'étiquette on lit :

- densité  $d = 1,23$  (soit une masse volumique  $\rho = 1,23 \text{ kg.L}^{-1}$ )
- contient.....% en masse de soude
- $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g.mol}^{-1}$

On désire vérifier le pourcentage en masse de la soude, pourcentage effacé sur l'étiquette.

Pour cela, on prélève 10 mL de cette solution commerciale dans une fiole jaugée de 1 L, puis on ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

On prélève un volume  $V_B = 20 \text{ mL}$  de la solution diluée obtenue que l'on dose avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $C_A = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 1) Ecrire l'équation-bilan traduisant la réaction de dosage.
- 2) Donner la définition de l'équivalence acido-basique.

L'équivalence est obtenue pour un volume d'acide versé  $V_A = 17 \text{ mL}$ .

- 3) Calculer la concentration molaire  $C_B$  de la solution diluée et montrer que la concentration molaire  $C$  de la solution commerciale est égale à  $8,5 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 4) Calculer la masse de soude dans 1 L de solution commerciale.
- 5) En déduire le pourcentage en masse de soude dans cette solution commerciale.

## AF 2008

## Thermique

### Etude thermique du mur d'une maison ossature bois

Le mur d'une M.O.B est conçu de la manière suivante de l'extérieur vers l'intérieur.

Bardage extérieur en bois (90 mm) ; lame d'air (20 mm) ; panneaux de laine de bois (80 mm).

Bardage intérieur en bois (20 mm).

Données :Conductivité thermiques :bardage extérieur :  $\lambda = 0,120 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ lame d'air :  $\lambda = 0,090 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ laine de bois :  $\lambda = 0,041 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ bardage intérieur :  $\lambda = 0,120 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ résistances thermiques superficielles surfaciques intérieure et extérieure : $r_{si} = 0,10 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$  $r_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}$ 

- 1) Calculer la résistance thermique surfacique du mur de cette M.O.B.  
Pour des raisons de coût, on décide de remplacer le bardage intérieur par des panneaux de plâtre ( $\lambda = 0,33 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) de même épaisseur.
- 2) La résistance thermique surfacique change-t-elle beaucoup ?  
Justifier en calculant la nouvelle résistance thermique surfacique et en identifiant le matériau le plus isolant.
- 3) Calculer le flux thermique surfacique du mur avec bardage intérieur bois puis le flux surfacique du mur avec plaques de plâtre, sachant que la température extérieure est de  $5^\circ\text{C}$  et que la température intérieure est de  $20^\circ\text{C}$ .

AcoustiqueÉtude acoustique d'une pièce de cette maison

La buanderie est une pièce regorgeant d'appareils électroménagers bruyants.

Cette pièce, dont les dimensions sont : longueur = 3,00 m, largeur = 3,00 m, hauteur = 2,5 m possède les caractéristiques suivante,  $\alpha$  représentant le coefficient d'absorption des matériaux :

- les murs sont recouverts d'un bardage en bois peint,  $\alpha = 0,10$ .
- le sol est carrelé,  $\alpha = 0,02$ .
- le plafond est constitué de plaques de plâtre,  $\alpha = 0,03$ .
- une porte en bois de 2,10 m  $\times$  0,90 m à cette pièce  $\alpha = 0,10$ .
- ne petite fenêtre vitrée de 0,80 m  $\times$  0,40 m permet de laisser entrer la lumière  $\alpha = 0,18$ .

Le pouvoir absorbant du mobilier est négligé.

- 1) Calculer A l'aire d'absorption équivalente de cette pièce en détaillant les pouvoirs absorbants de chaque élément.
- 2) Calculer la durée de réverbération pour cette salle.
- 3) Sachant qu'une valeur optimale de cette durée de réverbération est de 0,5s, conclure sur l'utilité d'une correction acoustique supplémentaire.

La correction acoustique est effectuée en modifiant le matériau du plafond.

Le choix se porte sur les matériaux suivants :

Sonrex	Laine de verre recouverte de toile poreuse	Panneaux de bois
$\alpha = 0,8$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,10$

- 4) Quels matériaux permettent d'obtenir cette durée de réverbération ?
- 5) Ces matériaux étant classés du plus couteux au moins couteux, lequel choisiriez-vous ?

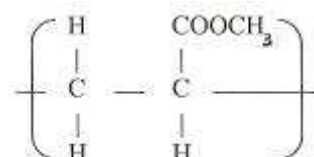
Chimie organique

Afin de décorer la salle de bain de la maison, on utilise une peinture acrylique.

En plus d'un séchage rapide, cette peinture offre une performance d'adhérence très grande en milieu humide.

Les peintures acryliques sont issues de dérivés de l'acide acrylique.

Une fois polymérisé, un de ces dérivés présente le motif suivant :



- 1) Sachant que le polymère est obtenu grâce à une réaction de polyaddition, retrouver la formule semi développée plane du monomère, dérivé de l'acide acrylique.



- 2) Ecrire l'équation bilan de la réaction de polyaddition conduisant à ce polymère.
- 3) Calculer la masse molaire du monomère.
- 4) Calculer l'indice de polymérisation du polyacrylate sachant que la masse molaire moyenne du polymère est de  $185000 \text{ g.mol}^{-1}$ .  
A quoi correspond-il ?

### Solutions aqueuses

Après la pose du carrelage de la salle de bain, on décape les résidus de ciment à l'aide d'une solution acide. La solution acide du commerce possède une concentration molaire de  $14 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Afin de ne pas endommager les joints du carrelage, il faut préparer une solution acide diluée de concentration  $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Pour décapier la salle de bain dans sa totalité, la quantité nécessaire de cette solution diluée est de 250 mL.

- 1) Rappeler le matériel employé en laboratoire et son rôle dans une opération de dilution.
- 2) Quel volume d'acide doit-on prélever à la solution commerciale afin de décapier cette salle de bain ?

Le volume à prélever est extrêmement faible.

On effectue alors une dilution préalable de la solution du commerce.

On prélève 1 mL de la solution commerciale pour une solution diluée d'un volume de 1 L.

- 3) Vérifier que la concentration de la solution ainsi créée est de  $1,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

## AF 2009

### Rénovation d'une maison individuelle

Le sujet concerne un projet de rénovation d'une maison individuelle.

Une famille souhaite changer les ouvertures vitrées en simple vitrage par un double vitrage (4/16/4) renforcé pour satisfaire les normes et réglementations thermiques et acoustiques actuelles.

On donne quelques caractéristiques :

#### L'existant :

*Fenêtres et portes en bois simple vitrage 6,0 mm.*

*Mur :*

- \* agglo de 20 cm
- \* 15 mm d'enduit
- \* doublage Placomur Th38® 10+100.

#### Projet futur :

*Fenêtres et portes fenêtres en double vitrage avec profilé en PVC.*

*Double vitrage 24 mm (4/16/4) à isolation thermique renforcé à lame d'air (gaz argon) et à très faible émissivité.*

*Coefficient  $U = 1,1 \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ .*

*Isolation thermique de niveau TH7 et TH8.*

### Acoustique

#### Etude acoustique des vitrages existant et du futur projet

Il s'agit de déterminer les affaiblissements acoustiques du simple vitrage  $R_{sv}$  et du double vitrage  $R_{dv}$ .

Le niveau acoustique du bruit aérien provenant de l'extérieur vaut  $L_e = 100 \text{ dB}$  à la fréquence de 1 kHz.

#### Données :

*Loi de masse  $R = 20 \log (f \cdot \sigma) - 47$  (en dB)*

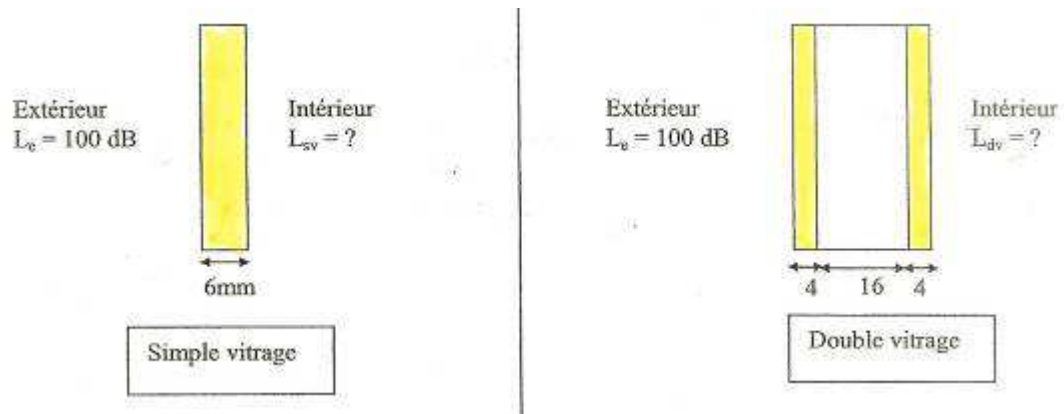
*Fréquence  $f$  en Hz*

*Masse surfacique  $\sigma = \rho \cdot e$  (en  $\text{kg.m}^{-2}$ )*

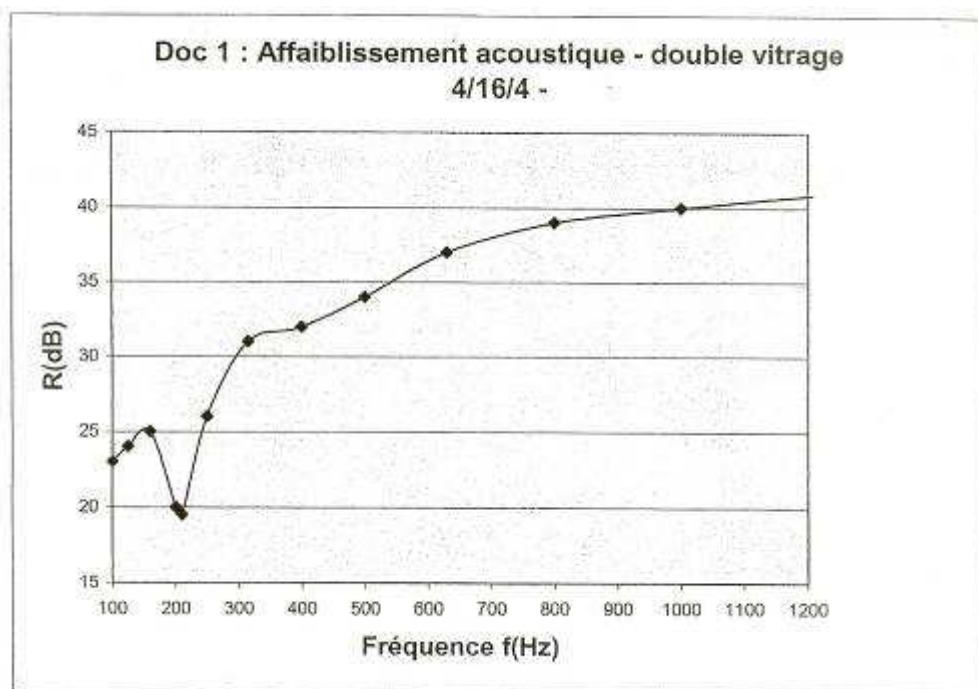
*Masses volumiques :*

Matériaux	Masse volumique $\rho$ ( $\text{kg.m}^{-3}$ )
agglo	1400
isolant	28
plaque de plâtre	1100
enduit	2100
verre	2500

Schémas du simple et double vitrage :



- 1) Calculer la masse surfacique du simple vitrage  $\sigma_{sv}$ .
- 2) En déduire l'affaiblissement acoustique du simple vitrage  $R_{sv}$  à 1 kHz (arrondir à l'unité).
- 3) En utilisant le graphique de l'affaiblissement acoustique du double vitrage 4/16/4 (document 1), donner la valeur de  $R_{dv}$  à 1kHz.

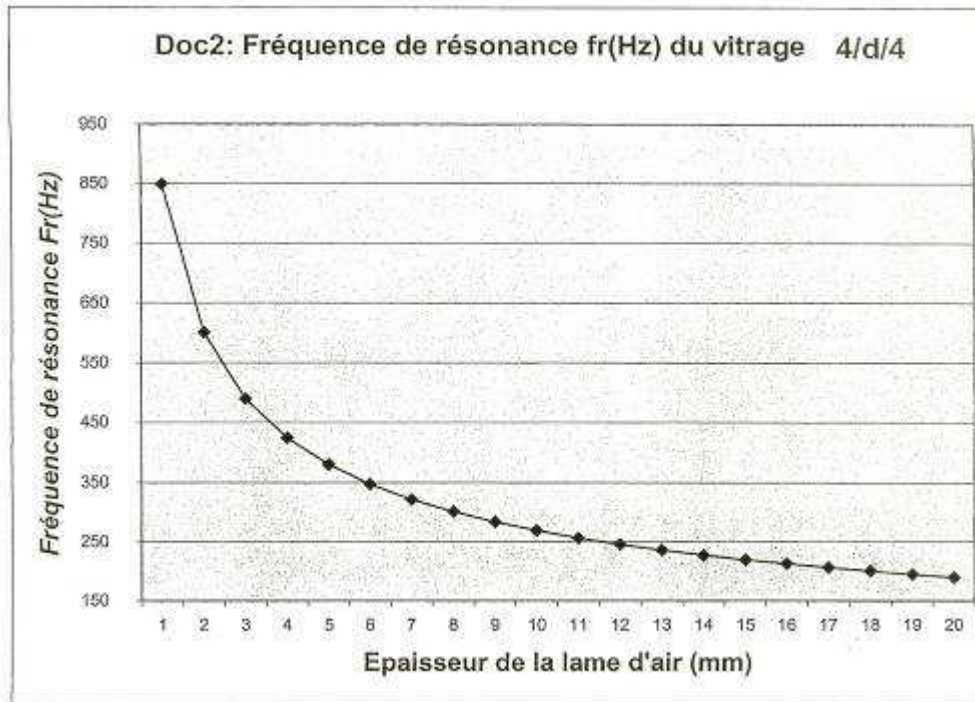


- 4) Comparer les niveaux acoustiques  $L_{sv}$  du simple vitrage et  $L_{dv}$  du double vitrage perçus juste derrière les deux parois étudiées.  
Conclure.

Etude du double vitrage (4/d/4) :

Il est très intéressant d'utiliser un double vitrage pour l'isolation acoustique, mais ce type de vitrage présente un inconvénient.

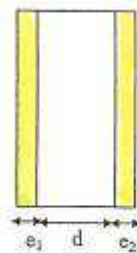
Il existe une fréquence de résonance pour laquelle l'affaiblissement acoustique  $r$  est peu performant (voir document 1 et document 2).



Le double vitrage se comporte comme un système acoustique du type *masse/ressort/masse*.  
 La masse d'air joue le rôle de ressort et le système fait entrer le verre en résonance.  
 La fréquence de résonance pour un double vitrage  $e_1/d/e_2$  est donnée par la formule suivante :

$$f_r = 1200 \cdot \sqrt{\frac{1}{d} \cdot \left( \frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} \right)}$$

$d$ ,  $e_1$  et  $e_2$  exprimées en mm.



- 5) En utilisant le document 1, repérer et déterminer la fréquence de résonance du double vitrage.
- 6) Retrouver cette fréquence par calcul à l'aide de la relation précédente.
- 7) En utilisant le document 2, repérer et déterminer la fréquence de résonance du double vitrage étudié.
- 8) Dans une ambiance riche en fréquences comprises entre 250 Hz et 350 Hz, quel intervalle d'épaisseur de la lame d'air doit-on éviter ?

## Thermique

Etude thermique des vitrages existant et du futur projet

Données :

Simple vitrage : verre d'épaisseur  $e = 6,0$  mm.

Double vitrage 24 mm : (4/16/4) à isolation thermique renforcée,  $U = 1,1$   $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ .

Températures de l'air à l'intérieur et à l'extérieur de la maison respectivement :  $20^\circ C$  et  $-10^\circ C$ .

Conductivité thermique du verre :  $\lambda = 1,15$   $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ .

résistances thermiques surfaciques superficielles interne et externe :

$$r_{si} = 0,13$$
  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$  et  $r_{se} = 0,04$   $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ .

Pour les deux types de vitrage (simple et double), calculer :

- 1) Les résistances thermiques surfaciques.
- 2) Les flux thermiques surfaciques associés.

On souhaite remplacer les fenêtres à simple vitrage par des fenêtres à double vitrage.

La surface totale est de  $15$   $m^2$ .

- 3) En déduire l'économie de puissance (en kW) potentiellement réalisable.

## Oxydoréduction

### Corrosion d'une gouttière en zinc

La toiture de la maison est couverte de mousses par endroits.

Ces dernières peuvent détériorer la toiture.

Pour remédier à ce problème on pulvérise sur les mousses contenant des ions fer II,  $\text{Fe}^{2+}$ , et des ions sulfates  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Les ions fer II agissent sur la mousse en la détruisant.

	$E^\circ$ (V)
$\text{Au}^{3+}/\text{Au}$	+1,50
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	+0,80
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	+0,34
$\text{H}^+/\text{H}_2$	0,00
$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	-0,13
$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$	-0,14
$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$	-0,23
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	-0,44
$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	-0,76
$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	-1,66
$\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$	-2,37

Si les ions fer II restent en contact permanent avec la gouttière en zinc (Zn) faute de pente suffisante, ces ions « attaquent » la gouttière.

- 1) Quel phénomène observe-t-on ?
- 2) Quels sont les couples mis en jeu dans la réaction ?
- 3) Ecrire les demi-équations des couples  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  et  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ .
- 4) En déduire l'équation bilan de la réaction entre les ions fer II et le zinc Zn.
- 5) Observe-t-on le même phénomène ?

On remplace les gouttières en zinc par des gouttières en cuivre Cu.

Justifier votre réponse.

## Solution aqueuse

### Dosage acido-basique

On souhaite décaper la rambarde en fer forgé de l'escalier extérieur de la maison.

On utilise pour cela une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) de concentration molaire  $C_a = 0,012 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Cette solution est obtenue par action du chlorure d'hydrogène HCl dans l'eau.



- 1) Ecrire l'équation bilan de cette réaction chimique.
- 2) Calculer le pH de cette solution acide.

Cette solution a été dosée au préalable au laboratoire par une solution basique d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ) de concentration molaire  $C_b = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Pour une prise d'essai, on prélève un volume d'acide chlorhydrique  $V_a = 12,5 \text{ mL}$ .

Il faut dans ce cas verser un volume  $V_{\text{béq}} = 15,5 \text{ mL}$  de solution d'hydroxyde de sodium pour atteindre l'équivalence.

- 3) Qu'est-ce qu'un dosage ?
- 4) Recopier et compléter l'équation acido-basique suivante obtenue à l'équivalence :



- 5) Vérifier que la concentration molaire inscrite sur la bouteille d'acide est correcte.
- 6) Vers quelle valeur tend le pH de la solution lorsqu'on continue à ajouter la solution basique ?



## AF 2010

### Isolation thermique par l'extérieur (ITE) et acoustique d'une maison individuelle

Soucieux du réchauffement climatique de la planète, un particulier souhaite renforcer l'isolation thermique de sa maison afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

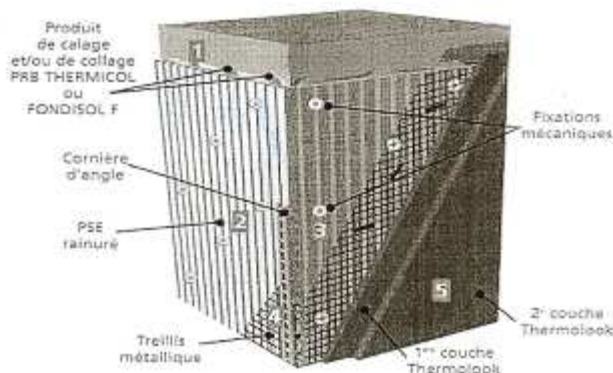
Il décide alors de consulter une entreprise d'aménagements et finitions.

D'après le diagnostic thermique réalisé lors de l'achat de la maison, les causes essentielles des pertes de chaleur sont dues à différents ponts thermiques.

Pour réduire ces pertes de chaleur, l'entreprise d'aménagement et finition propose un concept dit « mur manteau » : *Système PRB Thertmoolook GM*.

#### **Description du Système PRB Thertmoolook GM :**

C'est un système d'isolation thermique extérieure constitué d'un enduit épais à base de liant hydraulique en granulométrie GM (grains moyens) armé d'un treillis métallique (ou treillis en fibre de verre) et appliqué directement sur des plaques de polystyrène expansé, collées ou fixées mécaniquement par des chevilles sur le mur support.



Le mur existant avant l'isolation par l'extérieur (avant ITE) est constitué, de l'extérieur vers l'intérieur de la paroi, de :

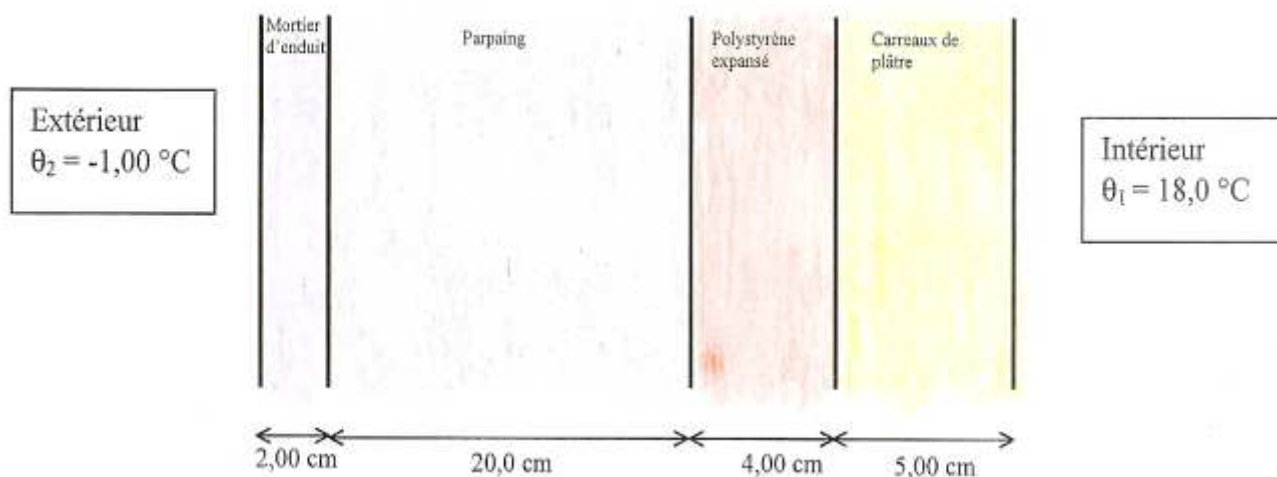
- 2 cm de mortier d'enduit
- 20 cm de parpaing
- 4 cm de polystyrène expansé
- 5 cm de carreaux de plâtre

*Données : Conductivités thermiques de différents matériaux  $\lambda$*

Matériau	Polystyrène expansé	Mortier d'enduit	Parpaing	Carreau de plâtre
$\lambda$ ( $W.m^{-1}.K^{-1}$ )	0,039	1,15	1,1	0,350

On prendra pour les calculs  $r_{si} + r_{se} = 0,170 m^2.K.W^{-1}$

#### - Coupe schématique du mur avant ITE



**Écrire les résultats numériques avec trois chiffres significatifs**

### Thermique

Données:

Surface du mur à isoler :  $S = 250 \text{ m}^2$

Températures intérieure et extérieure :  $\theta_i = 18,0^\circ\text{C}$  et  $\theta_e = -1,00^\circ\text{C}$

Étude du mur avant l'ITE

- 1) a- Calculer la résistance thermique surfacique  $r_1$  du mur.
- b- Calculer le flux thermique surfacique perdu à travers le mur.  
En déduire la puissance thermique perdue.

Étude thermique du mur après l'ITE

- 2) Quelle condition, sur le choix des matériaux, permet au particulier de bénéficier du crédit d'impôt dédié au développement durable ?

Données : caractéristiques thermiques des matériaux éligibles au crédit d'impôt

Matériaux d'isolation thermique des parois opaques	Caractéristiques et performances
Planchers bas et sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert Murs en façade ou en pignon	$r \geq 2,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
Toitures terrasses	$r \geq 3,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
Planchers de combles, rampants de toitures, plafonds de combles	$r \geq 5,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

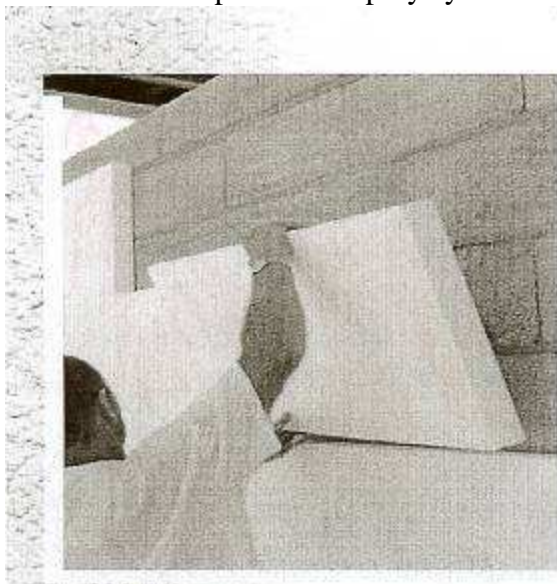
- 3) **Choix de l'épaisseur de l'isolant à utiliser pour l'ITE**

- a- Calculer la résistance thermique surfacique du polystyrène à utiliser, sachant que la résistance thermique surfacique du mur, après rénovation, doit être au minimum de  $2,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ .

(On prendra comme valeur  $r_h$  de la résistance thermique surfacique de l'enduit hydraulique :

$$r_h = 0,0200 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1})$$

- b- En déduire l'épaisseur de polystyrène à utiliser.



#### **Panneaux isolants :**

- Panneaux en Polystyrène Expandé.  $1,10 \text{ m}^2$  pour  $1,00 \text{ m}^2$
- Dimensions des panneaux :  $1,00 \times 0,50 \text{ m}$  ou  $0,833 \times 0,60 \text{ m}$  en épaisseur de 40 à 300 mm.
- Classement de réaction au Feu : M1 PV n° RA 99-629
- Certification ACERMI : Certificat N° 01/B/81/633.

RESISTANCE THERMIQUE SURFACIQUE							
Epaisseur (mm)	40	60	80	100	120	150	200
$r$ ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ )	1.00	1.50	2.05	2.55	3.05	3.80	5.05

- c- Calculer le flux thermique surfacique perdu à travers le mur.  
En déduire la puissance thermique perdue.

- 4) **Economie d'énergie**

Donnée : la durée de chauffage sur une année est de 210 jours.

- a- Calculer l'économie d'énergie ( en kWh) réalisée avec ITE sur une année.
- b- En déduire l'économie budgétaire réalisée par le particulier, sachant que le prix du kWh est de  $0,08 \text{ €}$ .

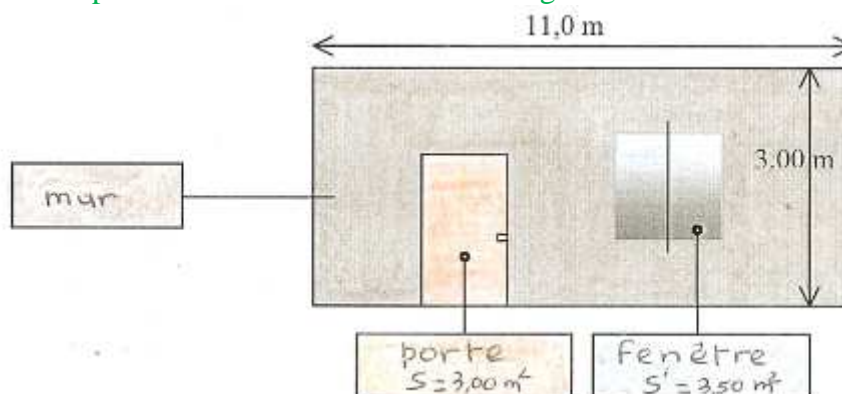
## Acoustique

Les dimensions de la façade de la maison sont les suivantes :

Hauteur :  $H = 3,00$  m et longueur :  $\ell = 11,0$  m.

Cette façade est face à l'autoroute et la distance qui la sépare de l'autoroute est  $d = 60,0$  m.

La façade comporte une porte et une fenêtre en double vitrage.



Données : indices d'affaiblissement acoustique  $R$  des éléments de la façade

Support	Mur avant ITE	Mur après ITE	Fenêtre	Porte
$R$ (dB)	30,0	54,0	38,0	22,0

1) On s'intéresse à l'indice d'affaiblissement de la façade :

a- Calculer les indices d'affaiblissement de la façade avant et après l'ITE.

b- Qu'en déduisez-vous ?

2) On s'intéresse maintenant au niveau sonore devant la maison (côté autoroute).

On place pour cela un sonomètre à 10,0 m de l'autoroute, celui-ci indique 100 dB au passage d'un poids lourd que l'on assimilera à une source ponctuelle omnidirectionnelle.

a- Vérifier que la puissance acoustique émise par le poids lourd est d'environ 12,6 W.

b- Calculer alors le niveau sonore au niveau de la façade de la maison, située à 60,0 m de l'autoroute.

On veut obtenir, après ITE, un niveau sonore de 46,0 dB sur la façade intérieure de la maison.

c- Calculer l'atténuation acoustique de la façade.

## Chimie organique : estimation de la taxe carbone relative au système de chauffage

Le système de chauffage utilisé pour chauffer la maison est une chaudière au fioul.

Le particulier veut estimer la taxe carbone qui serait due à l'utilisation de ce système de chauffage.

On admet que le fioul est assimilable à de l'heptane, de formule brute  $C_7H_{16}$ .

On va étudier la combustion du fioul dans la chaudière.

1) A quelle famille d'hydrocarbures appartient l'heptane ?

2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de combustion complète de l'heptane dans le dioxygène de l'air.

3) Calculer la masse d'heptane (en kg) consommée en un an, sachant que le volume total de fioul consommé est de 1500 L.

4) Calculer la masse molaire  $M$  de l'heptane (en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).

5) Calculer la quantité de matière ( $n$ ), en mol, d'heptane consommée en un an.

6) En déduire la quantité de matière, en mol, de dioxyde de carbone produit par combustion en un an.

7) Déterminer la masse, en kg, de dioxyde de carbone produit en un an.

8) En déduire le montant de la taxe carbone que devrait payer le particulier, si cette dernière était fixée à 17,0 € par tonne de dioxyde de carbone rejeté.

Donnée :

Masse volumique de l'heptane :  $\rho = 780 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

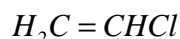
## Chimie organique : étude des menuiseries

Actuellement la maison possède des menuiseries en bois qui reviennent chères et demandent de l'entretien.

On remplace ces menuiseries par des fenêtres et des portes fenêtres en PVC.

Ce matériau possède une faible conductivité thermique et en nécessite pas d'entretien.

On dispose d'un échantillon de PVC qui est un polymère obtenu par polyaddition de chlorure de vinyle (chloroéthène) dont la formule semi-développée est la suivante :



- 1) Donner la formule développée du chlorure de vinyle.
  - 2) Ecrire l'équation de la réaction de polymérisation du chlorure de vinyle.
  - 3) Calculer l'indice de polymérisation de cet échantillon si la masse molaire est de  $12400 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- On admet que toutes les liaisons  $C - C$  (Carbone - Carbone) sont alignés et que la longueur d'une liaison  $C - C$  est environ de  $10^{-10} \text{ m}$ .
- 4) Quelle serait la longueur d'une molécule (macromolécule) de ce polymère ?

## AF 2011

### Construction d'une maison écologique en bottes de paille

Une famille sensible à l'écologie décide de construire une maison écologique en bottes de paille.

#### Partie 1

Détermination de l'efficacité de l'isolation de la maison.

#### Partie 2

Installation d'une cuve en polychlorure de vinyle (PVC) pour récupérer les eaux de pluie.

#### Partie 3

Installation d'un chauffe-eau : hésitation entre deux solutions.

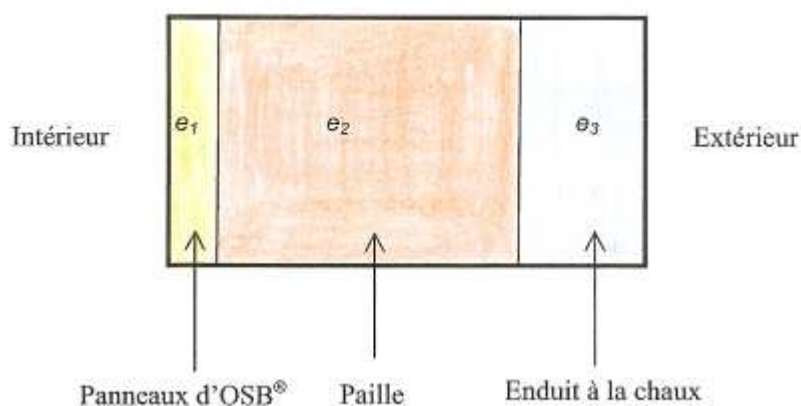
- chauffe-eau au gaz
- chauffe-eau solaire

#### Thermique : efficacité de l'isolation en bottes de paille

La famille s'interroge sur l'efficacité de l'isolation du mur en paille comparé à une construction classique en brique.

L'étude porte tout d'abord sur le mur de paille.

La composition des murs extérieurs de la maison est représentée par le schéma ci-dessous :



#### Données :

Matériaux	Conductivité thermique $\lambda$ ( $W ; m^{-1} . K^{-1}$ )	Epaisseur $e$ (cm)
Panneaux d'OSB	0,14	1,50
Paille	0,095	36,0
Enduit à la chaux	0,87	4,00

Surface totale des murs extérieurs :  $S = 105 \text{ m}^2$ .

résistances thermiques surfaciques superficielles intérieure et extérieure :

$$r_i = 0,110 \text{ m}^2 . K . W^{-1} \text{ et } r_e = 0,060 \text{ m}^2 . K . W^{-1}$$

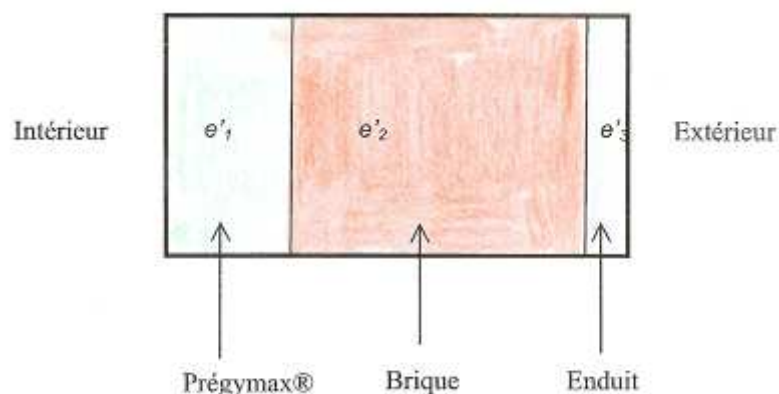
Températures intérieure et extérieure :  $\theta_i = 20,0^\circ C$  et  $\theta_e = 5,00^\circ C$ .

- 1) Donner l'expression littérale, puis calculer la résistance thermique surfacique  $r$  de ce type de mur.
- 2) Calculer le flux thermique surfacique  $\phi$  transmis à travers ce type de mur.
- 3) Calculer le flux thermique  $\Phi$  perdu à travers l'ensemble des murs extérieurs.



4) Calculer la température superficielle extérieure  $\theta_{se}$ .

Nous allons comparer la résistance thermique surfacique  $r$  de ce mur avec celle d'un mur de construction traditionnelle représenté par le schéma ci-dessous :



Données :

Matériaux	Epaisseur $e$ (cm)
Prégymax	11,3
Brique	20,0
Enduit	1,50

flux thermique surfacique :  $\phi' = 4,2 \text{ W.m}^{-2}$

5) Comparer les deux types de construction du point de vue thermique.

Qu'en concluez-vous ?

### Calorimétrie

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

L'air de la maison est renouvelé totalement, une fois toutes les deux heures.

Données :

Températures intérieure et extérieure sont respectivement :  $\theta_i = 20,0^\circ\text{C}$  et  $\theta_e = 5,00^\circ\text{C}$ .

Volume intérieur de la maison est  $V = 270 \text{ m}^3$ .

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

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

6) En déduire la masse  $m$  d'air renouvelé en deux heures.

7) Calculer l'énergie  $Q$  fournie par le système de chauffage sous forme de chaleur pour chauffer l'air.

8) Quelle doit être alors la puissance minimale  $P_{\text{min}}$  du système de chauffage ?

### Solution aqueuse : récupération des eaux de pluie

Une cuve en polychlorure de vinyle (PVC) a été installée pour recueillir les eaux de ruissellement.

L'eau ainsi récupérée pourra être utilisée pour l'arrosage du jardin et les toilettes.

Suite aux précipitations de ces derniers jours, cette cuve de capacité  $V_c = 3000 \text{ L}$ , est à moitié pleine.

L'eau recueillie dans la cuve a un  $\text{pH}_1 = 5,30$  (mesuré au pH-mètre).

1) En déduire, dans l'eau de pluie, la concentration molaire en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ , notée  $C_{a1}$ .

On souhaite contrôler la valeur indiquée par le pH-mètre.

pour cela on réalise un prélèvement d'un volume  $V_a = 10,0 \text{ mL}$  d'eau que l'on va doser avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_b = 3,00 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ .

2) Doit-on prendre des précautions particulières pour réaliser ce dosage ?

3) Donner la définition d'un dosage.

4) Ecrire l'équation-bilan de la réaction support du dosage.

On donne, dans le document réponse ci-dessous, à rendre avec la copie, l'évolution du pH de la solution titrée en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versé.

5) Déterminer, par construction graphique, le volume  $V_b$  de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.

6) Déterminer la concentration molaire  $C_{a2}$  en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  de l'eau contenue dans la cuve.

7) En déduire la valeur du pH de l'eau contenue dans la cuve (noté  $\text{pH}_2$ ).

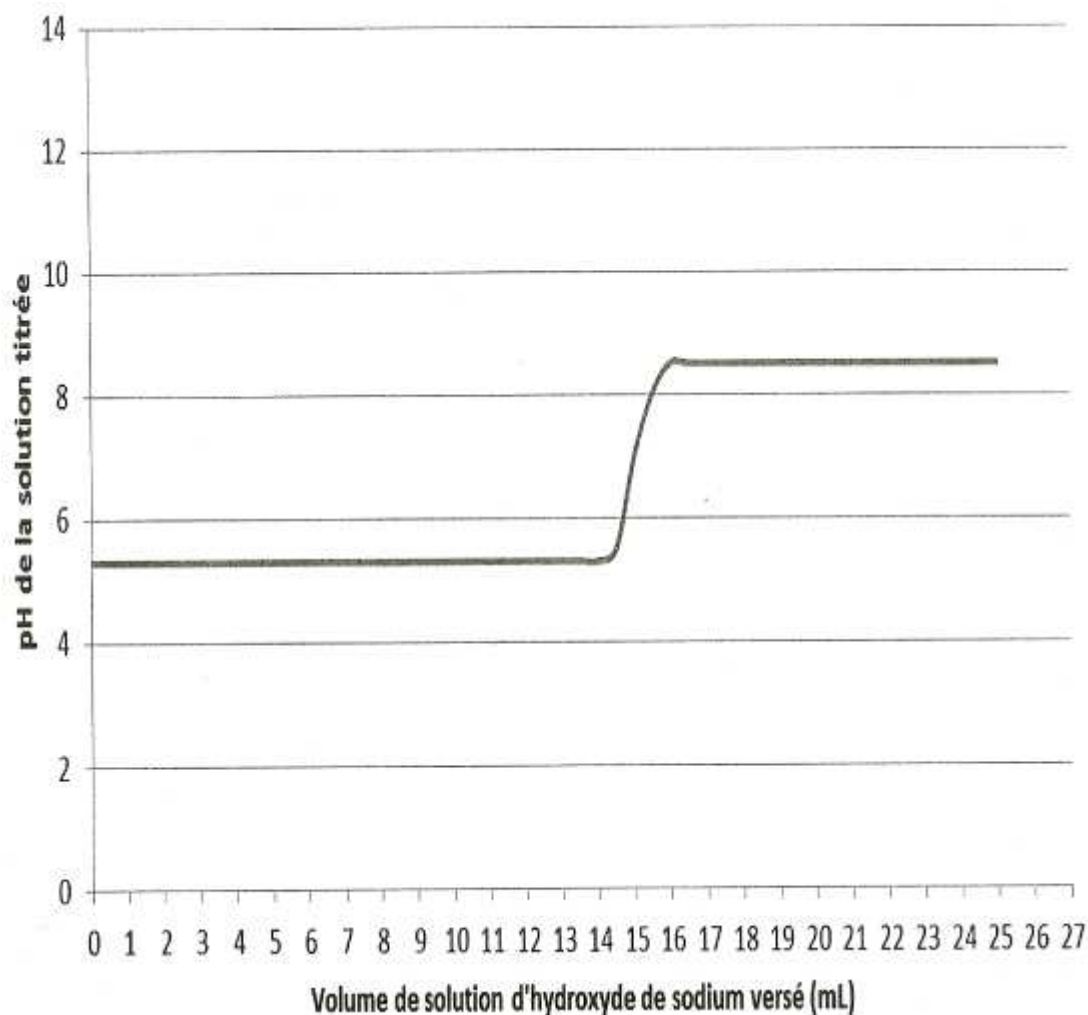
Conclure.

8) Vérifier que la quantité de matière n d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  présents dans l'eau contenue dans la cuve est  $7,52 \cdot 10^{-3}$  mol.

On souhaite neutraliser l'eau de la cuve avant utilisation domestique en ajoutant des paillettes d'hydroxyde de sodium.

9) En déduire la masse d'hydroxyde de sodium à ajouter dans l'eau de la cuve pour obtenir la neutralisation.

Courbe représentant l'évolution du pH de la solution titrée en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé :



### ***Système de chauffage des eaux sanitaires :***

La famille hésite pour des raisons économiques, sur le choix du chauffe-eau entre deux solutions possibles :

- un chauffe-eau à gaz propane
- un chauffe-eau solaire

Chaque chauffe-eau a un volume  $V_B = 200$  L d'eau qui sera utilisé intégralement chaque jour.

L'énergie quotidienne (sur 24 h) nécessaire pour le chauffage de l'eau est de  $E = 1,50 \cdot 10^6$  J pour les deux systèmes.

### **Chimie organique : étude du chauffe-eau à gaz propane**

- 1) Ecrire la formule développée du propane de formule brute  $\text{C}_3\text{H}_8$ .
  - 2) Ecrire la formule semi-développée du propane.
  - 3) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de combustion complète du propane par le dioxygène de l'air.
- Le pouvoir calorifique du propane est égal à  $K = 2200$  kJ.mol<sup>-1</sup>.
- 4) Quelle est la quantité de matière  $n_p$  de propane nécessaire au chauffage de l'eau pendant une année ?
  - 5) Calculer la masse  $m_p$  de propane consommée en une année.
  - 6) En déduire le coût annuel  $C$  du chauffage des eaux sanitaires par le chauffe-eau à gaz.

Donnée : 1 kg de propane coûte 1,40 €

**Calorimétrie : étude du chauffe-eau solaire**

7) Convertir l'énergie annuelle  $E$  pour réaliser le chauffage des eaux sanitaires en kWh.

Pour maintenir la température de l'eau dans le chauffe-eau pendant la nuit, le chauffe-eau solaire dispose d'une résistance électrique.

Pour le fonctionnement nocturne du chauffe-eau solaire, on utilise quotidiennement 0,60 kWh.

*1 kWh coûte 0,08 €.*

8) Calculer le coût annuel du chauffage des eaux sanitaires grâce au chauffe-eau solaire.

9) Calculer la différence de coût  $D_c$  du fonctionnement annuel des deux systèmes de chauffage.

Le prix d'installation du chauffe-eau solaire et de ses capteurs s'élève à 3500 €.

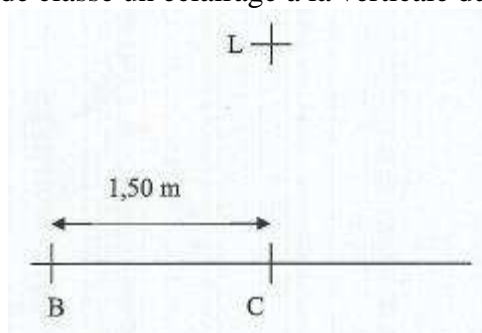
10) Au bout de combien d'années l'installation du chauffe-eau solaire sera-t-elle rentable par rapport à l'installation du chauffe-eau à gaz propane ?

Conclure sachant que la durée de vie de ce type de matériel n'excède pas 30 années.

*Donnée : 1Wh = 3600 J*

**AF 2012****Rénovation et entretien d'une école****Photométrie**

On désire installer dans une salle de classe un éclairage à la verticale du centre du bureau (point C) du professeur.



La lampe que l'on a choisie possède un flux énergétique de 100 W et une efficacité lumineuse de  $15 \text{ lm.W}^{-1}$ . Elle est considérée comme ponctuelle et isotrope ; elle est modélisée sur le schéma par un point L.

Le cahier des charges nous impose :

- l'utilisation d'une lampe de 100 W
- un éclairage au point C, centre du bureau du professeur, de 30 lux
- un éclairage au point B, bord du bureau du professeur, au minimum de 14 lux.

1) Montrer que le flux lumineux  $\Phi$  émis par cette lampe est égal à  $1,5 \cdot 10^3$  lumens.

2) En supposant que le flux lumineux est réparti uniformément dans tout l'espace, calculer l'intensité lumineuse  $I$  émise par la lampe.

Pour que l'éclairage soit suffisant, il faut que celui-ci soit égal à  $E_1 = 30$  lux au centre C du bureau du professeur.

3) Calculer la distance LC pour que cette condition soit remplie.

Afin que les élèves puissent avoir une vision correcte de toute la surface du bureau, l'éclairage au point B (au bord du bureau, à 1,50 m du centre C) doit être égal au minimum à  $E_2 = 14$  lux.

4) Cette dernière condition est-elle respectée ?

Un technicien hésite encore à installer soit une lampe à fluorescence soit une lampe à incandescence qu'il a en réserve.

5) Quel type de lampe faudrait-il choisir sachant que les salles de classe seront éclairées tout au long de la journée ?

Justifier à l'aide des fiches techniques ci-dessous A et B.

*Données :*

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}, \text{ avec } \Omega \text{ l'angle solide ; } \Omega = 4\pi \text{ stéradians pour tout l'espace}$$

$$E = \frac{I \cdot \cos \beta}{d^2}, \beta \text{ étant l'angle entre la direction éclairée et la verticale de la lampe, } d \text{ étant la distance entre le point éclairé et la lampe.}$$

#### Fiche technique A : ampoule à fluorescence basse consommation 3U 20W culot E27

- Couleur : blanche
- Puissance : 20 W (équivalence avec une ampoule à incandescence classique : 100 W)
- Culot : E27
- Diamètre : 55 mm
- Hauteur : 160 mm
- Branchement sur 230 Vac (50/60 Hz)
- 80% d'énergie en moins consommée
- Durée de vie de plus de 50000 heures
- Normes CE



#### Fiche technique B : lampe à incandescence standard E27 claire

- Puissance : 100 W
- Culot : E27
- Diamètre : 60 mm
- Hauteur : 104 mm
- Branchement sur 230 Vac (50/60 Hz)
- Durée de vie de plus de 5000 heures
- Normes CE



#### Acoustique

L'installation d'une sonnerie est envisagée pour prévenir les élèves du début et de la fin des cours. Celle-ci émet uniformément dans toutes les directions.

On néglige dans tout l'exercice la réflexion et l'absorption des ondes sonores.

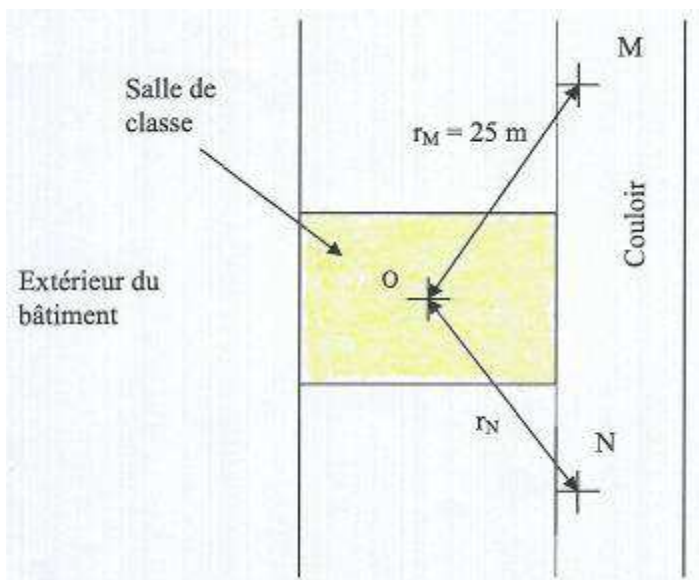
Le cahier des charges nous impose :

- Niveau sonore minimum au centre de la salle de classe :  $L_{\min} = 70$  dB
- Niveau sonore maximum au centre de la salle de classe :  $L_{\max} = 80$  dB

Avant d'acheter la sonnerie, il faut déterminer la puissance acoustique qu'elle doit posséder.

On souhaite que le niveau sonore minimum  $L_{\min}$  au centre de la classe (point O) soit de 70 dB.

La sonnerie sera placée au point M, à une distance  $r_M = 25$  m du centre de la salle de classe.





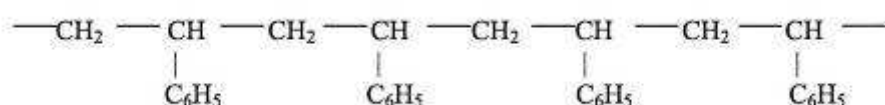
- 1) Dans ces conditions, calculer au point O l'intensité acoustique  $I_M$  générée par la sonnerie placée en M.
  - 2) En déduire que la puissance acoustique  $P_M$  nécessaire est de l'ordre de 80 mW.
- On achète donc une sonnerie de puissance acoustique 80 mW et on la place au point M.
- En un autre point N du couloir, on désire installer une deuxième sonnerie de même puissance acoustique. Le cahier des charges stipule que le niveau sonore total au centre de la salle de classe ne doit pas dépasser  $L_{\max} = 80$  dB.
- 3) Calculer l'intensité sonore  $I_{\max}$  maximale au point O.
  - 4) En déduire la distance minimale  $r_N$  entre le point O et le point N.

### Chimie organique

Pour améliorer l'isolation thermique de la salle de classe, on décide de détruire le mur donnant sur l'extérieur du bâtiment et de le remplacer par un nouveau.

Ce nouveau mur contiendra un isolant : des plaques de polystyrène.

Le polystyrène est fabriqué par polyaddition du styrène dont on donne un extrait du polymère :



- 1) Donner le motif du polymère.
- 2) Que se passe-t-il, lors d'une polyaddition, au niveau des liaisons ?
- 3) Donner la formule semi-développée et la formule brute du styrène.
- 4) Ecrire l'équation de polymérisation du styrène.
- 5) Sachant que l'indice de polymérisation est égal à 2 000, calculer la masse molaire du polystyrène.

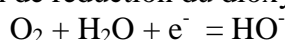
### Oxydoréduction

La plomberie de l'école est en fonte (alliage fer-carbone).

Celle-ci s'oxyde en présence du dioxygène contenu dans l'air humide.

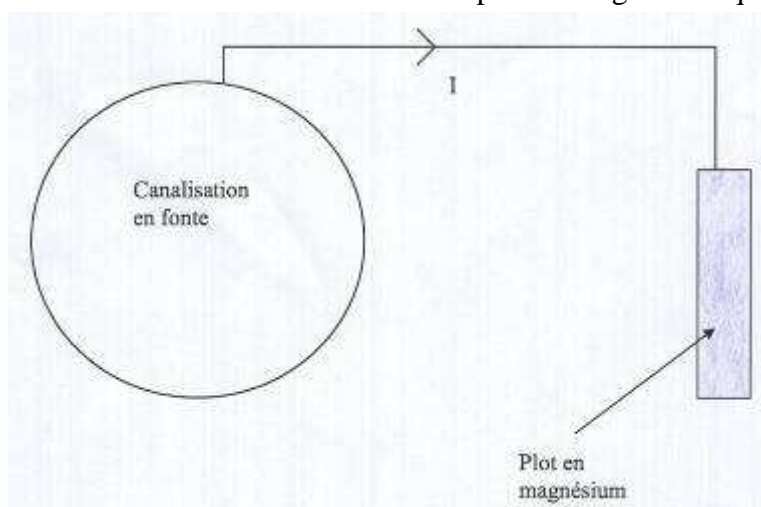
On supposera, dans la suite du sujet, que les canalisations sont uniquement en fer.

- 1) Quel autre nom donne-t-on au phénomène d'oxydation de ces canalisations ?
- 2) Ecrire la demi-équation d'oxydation du fer sachant que le fer appartient au couple  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ .
- 3) Recopier et équilibrer la demi-équation de réduction du dioxygène



- 4) En déduire l'équation d'oxydoréduction correspondante.

Afin de les protéger, les canalisations vont être reliées à un plot en magnésium qui a pour masse  $m = 1,00$  kg.



Ce type de protection contre l'oxydation se nomme « protection anodique ».

Il y a circulation d'un courant  $I$  entre les canalisations et le plot.

- 5) Quel élément est alors oxydé ? Justifier à l'aide des potentiels d'oxydoréduction.

On souhaite connaître le temps au bout duquel le plot en magnésium devra être remplacé, c'est-à-dire quand il aura perdu 80 % de sa masse.

Pour cela, on a relevé l'intensité du courant  $I$  circulant entre les canalisations et le plot : elle vaut 40 mA.

6) Quelle quantité d'électricité  $Q$  aura été transportée après consommation de 80 % de la masse  $m$  de magnésium ?

7) En déduire le temps  $t$  au bout duquel on devra remplacer le plot en magnésium.

Le convertir en années.

Données :

*Potentiels standard d'oxydoréduction :*

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

$$E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,37 \text{ V}$$

*Constante de Faraday:  $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$*

*Un an = 365,25 jours*

*Quantité d'électricité :  $Q = n(e^-) \cdot F = I \cdot t$*