

Aurélien jan 04

photométrie - hydraulique calorimétrie -
soude- phénomène de Venturi - isolation thermique - protection du béton armé

d'après BTS EEC (étude et économie de la construction) 2002 - 2003

En poursuivant votre navigation sur ce site, vous acceptez l'utilisation de Cookies vous proposant des publicités adaptées à vos centres d'intérêts.

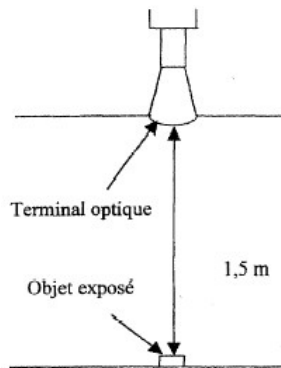
photométrie

Dans un musée l'éclairage d'objets dans une vitrine est réalisée par un terminal optique, système composé de fibres optiques. La lumière naturelle est composée de radiations visibles, de radiations infra-rouges et de radiations ultraviolettes. Le procédé d'éclairage par fibres optiques permet la suppression dans la lumière incidente des radiations IR et UV préjudiciables aux objets délicats.

1. Situé sur l'axe ci-dessous les diverses radiations contenues dans la lumière naturelle.



2. Le terminal optique émet un flux lumineux de 60 lumens réparti régulièrement dans un cône lumineux d'angle solide 0,1 stéradian.



- a- Quelle sera l'intensité lumineuse moyenne dans ce cône de lumière ?
 b- Calculer l'éclairement d'un objet très petit, exposé à la lumière du terminal optique placé à 1,5 m.
 c- Le niveau d'éclairement conseillé pour mettre en valeur les objets, sans détérioration, ne doit pas dépasser 300 lux. Déterminer la distance minimale à partir de laquelle ces objets doivent être situés.

3. La surface S d'un objet de diamètre 20 cm, éclairé par un terminal optique dans une vitrine reçoit un éclairement de 200 lux, considéré comme uniforme.
 - Calculer le flux lumineux reçu par cette surface S.
 - L'objet peut être considéré comme une source secondaire caractérisée par un coefficient de réflexion de 0,8. L'émittance M de l'objet est le rapport du flux réfléchi par la surface S. Calculer la valeur de M.

corrigé



intensité lumineuse (candela) = flux (lumen) / angle solide

$$I = 60 / 0,1 = 600 \text{ cd.}$$

éclairement (lux) au centre de la table, à la verticale de la source

$$E_0 = I / h^2 = 600 / 1,5^2 = 266,7 \text{ lx.}$$

distance minimale des objets à la source lumineuse :

$$d^2 = I / E = 600 / 300 = 2 \text{ soit } d = 1,41 \text{ m.}$$

$$\text{surface de l'objet : } S = 3,14 * 0,1^2 = 3,14 * 10^{-2} \text{ m}^2.$$

E éclairement d'une surface exprimé en lux (lx) ou flux énergétique reçu par unité de surface

$$E \text{ (lux)} = \text{flux (lumen)} / \text{surface (m}^2\text{)}$$

$$\text{flux} = 200 * 3,14 * 10^{-2} = 6,28 \text{ lm}$$

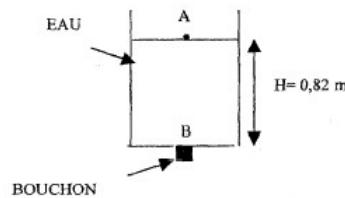
M émittance en lumen par m² ou flux émis par unité de surface

80 % de la lumière reçue est réfléchiée par la surface

$$M = 200 * 0,8 = \underline{160 \text{ lux.}}$$

hydraulique et calorimétrie

Soit une cuve parallélépipédique de section carrée de côté $a=0,5 \text{ m}$. L'épaisseur du fond et des parois de la cuve est considérée négligeable. La cuve contient une hauteur d'eau $H=0,82 \text{ m}$. Au fond de la cuve il y a un orifice de diamètre $d=2 \text{ cm}$.



- 1.
 2. Dans un premier temps l'orifice du fond est bouché par un bouchon. Calculer la pression P due à l'eau en B au niveau du bouchon.
 - Calculer la valeur de la force pressante F due à l'eau sur le bouchon.
 3. Dans un second temps on retire le bouchon. L'eau s'écoule. On suppose la vitesse de l'eau négligeable à la surface du liquide. L'eau est considérée comme un liquide incompressible.
 - En partant du théorème de Bernoulli appliqué entre la surface libre et le point B, déterminer l'expression littérale de la vitesse en B. Calculer v_B .
 - Calculer le débit volumique au point B.
 - En fait le débit volumique réel en B vaut $0,92 \text{ L/s}$. Calculer l'erreur relative (en %) commise à la question précédente par rapport au débit volumique réel.
 - On explique cette différence par une contraction de la veine liquide à la sortie de l'orifice de sortie. La section réelle du jet est inférieure à la section droite de l'orifice. On suppose que la vitesse v_B est celle calculée ci-dessus. En déduire le diamètre de la veine liquide à la sortie de la cuve.
 4. On referme l'orifice du fond de la cuve avec le bouchon. Il reste maintenant dans la cuve une hauteur d'eau $h=0,5 \text{ m}$. Cette cuve est exposée au soleil. On considère les pertes thermiques de l'eau négligeables.
 - Quelle quantité de chaleur Q reçoit l'eau de la cuve pour que sa température s'élève de $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Cette élévation de température s'effectue en 3 heures. Quelle est la puissance thermique mise en jeu ?
- $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

corrigé

$$\text{pression due à l'eau au niveau du bouchon : } P = \rho_{\text{eau}} g H$$

$$P = 1000 * 9,81 * 0,82 = 8044 \text{ Pa.}$$

$$\text{force pressante exercée par l'eau sur le bouchon : } F = P * \text{section (m}^2\text{)}$$

$$F = 8044 * (3,14 * 0,01^2) = \underline{2,53 \text{ N.}}$$

$$\text{th de Bernoulli entre A et B : } p + \rho g z + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{constante.}$$

p : pression en pascal

ρ : masse volumique du fluide (eau) kg/m^3 .

z : altitude en mètre

v : vitesse d'écoulement en m/s .

$$p_A + \rho g z_A + 0 = p_B + \rho g z_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$$

or A et B sont à la pression atmosphérique étant à la surface de séparation air-eau.

$$\rho g z_A - \rho g z_B = \frac{1}{2} \rho v_B^2$$

$$\rho g H = \frac{1}{2} \rho v_B^2$$

$$v_B^2 = 2gH = 2 * 9,81 * 0,82 = 16,08 \text{ et } v_B = \underline{4 \text{ m/s.}}$$

débit volumique en B = section du trou (m²) fois vitesse (m/s)

$$Q_v = 3,14 \cdot 10^{-4} * 4 = 1,256 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = \underline{1,256 \text{ L/s.}}$$

$$\text{erreur relative : } (1,256 - 0,92) / 0,92 = 0,365 \text{ (36,5 \%)}.$$

débit réel (m³/s) = section veine liquide (m²) * vitesse (m/s)

$$\text{section} = 0,92 \cdot 10^{-3} / 4 = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2.$$

$$\pi D^2/4 = 2,3 \cdot 10^{-4} ; D^2 = 4 * 2,3 \cdot 10^{-4} / 3,14 = 2,93 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 ; D = 1,71 \cdot 10^{-2} \text{ m} = \underline{1,71 \text{ cm.}}$$

volume d'eau dans la cuve : section(m²) fois hauteur (m) = 0,5*0,5*0,5 = 0,125 m³

masse d'eau : 125 kg

$$\text{Quantité de chaleur reçue par l'eau} = 4180 * 125 * 0,5 = 2,61 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

$$\text{durée : } 3 * 3600 = 10\,800 \text{ s}$$

$$\text{puissance thermique (W)} = \text{énergie (J)} / \text{durée (s)} = 2,61 \cdot 10^5 / 10800 = \underline{24,16 \text{ W.}}$$

bain de soude

Pour nettoyer un métal on utilise un bain de soude de 200 L à 2 mol/L.

1. Ecrire l'équation de la dissolution de la soude dans l'eau.

- Calculer la masse de soude solide nécessaire pour obtenir cette solution.

- Après plusieurs bains la concentration en ion hydroxyde HO⁻ diminue. On prélève 10 mL du bain, on l'introduit dans une fiole jaugée de volume 1 L et on complète avec de l'eau distillée. La solution obtenue est notée S. On effectue un dosage de 10 mL de S avec de l'acide chlorhydrique à 0,01 mol/L. A l'équivalence, le volume d'acide versé est 9,5 mL.

* Quel est le pH de la solution d'acide chlorhydrique ?

* Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

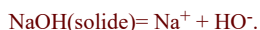
* Calculer la concentration en ion HO⁻ de la solution S.

* Déduire la concentration en ion HO⁻ du bain. Le bain est utilisable pour nettoyer le métal jusqu'à une concentration du bain de 1 mol/L en ion hydroxyde. Le bain est-il encore utilisable ?

masse atomique molaire : Na=23 ; H=1 ; O=16 ; Cl=35,5 g/mol

formule de la soude ou hydroxyde de sodium NaOH.

corrigé



$$200 * 2 = 400 \text{ mol de soude}$$

$$\text{masse molaire de la soude : } 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{masse de soude : } 40 * 400 = 16\,000 \text{ g} = \underline{16 \text{ kg.}}$$

$$\text{pH de la solution acide : } \text{pH} = -\log 0,01 = \underline{2}.$$



à l'équivalence les quantités de matière des réactifs sont en proportions stoechiométriques

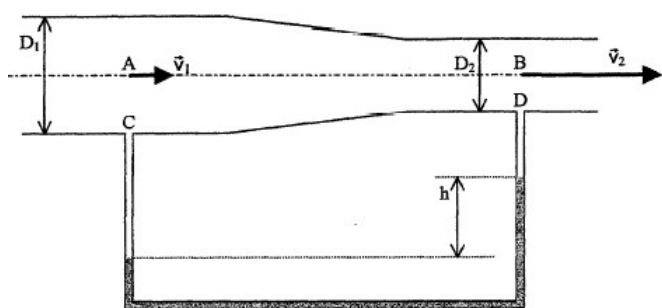
$$C_a V_a = C_b V_b \text{ soit } C_b = C_a V_a / V_b = 0,01 * 9,5 / 10 = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.}$$

et en tenant compte que la solution initiale a été diluée 100 fois (10 mL dans 1L)

$$\text{concentration de la solution de soude : } \underline{0,95 \text{ mol/L.}}$$

le bain n'est plus utilisable.

phénomène de Venturi



$$D_1 = 0,2 \text{ m} ; v_1 = 5 \text{ m/s} ; r_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3 ; r_{\text{mercure}} = 13600 \text{ kg/m}^3 ; g = 9,8 \text{ m/s}^2.$$

On note S_1 la section droite à l'entrée et S_2 la section droite à la sortie. On veut accélérer la circulation du fluide incompressible dans une conduite de telle sorte que la vitesse soit multipliée par 1,8. Pour cela la conduite comporte un rétrécissement.

1. Calculer la vitesse v_2 à la sortie de la conduite.
2. Donner l'expression du débit volumique Q_v en fonction de S_1 et v_1 puis de S_2 et v_2 .
3. Donner l'expression permettant de calculer D_2 en fonction de v_1 , v_2 et D_1 puis faire le calcul.
4. Quelle est la relation permettant de calculer la variation de pression entre l'entrée et la sortie du rétrécissement ?
- Calculer la différence de pression entre l'entrée et la sortie de la conduite $P_A - P_B$.
5. Dans la tuyauterie de C à D les fluides sont au repos; la partie grisée contient du mercure. On négligera les variations de pression dans les colonnes d'eau. Calculer la hauteur h .

corrigé

$$v_2 = 1,8 * v_1 = 5 * 1,8 = \underline{9 \text{ m/s.}}$$

$$\text{débit volumique constant : } Q_v = S_1 v_1 = S_2 v_2 \text{ avec } S = \pi D^2 / 4$$

$$\pi D_1^2 / 4 v_1 = \pi D_2^2 / 4 v_2$$

$$D_1^2 v_1 = D_2^2 v_2 ; D_2^2 = D_1^2 v_1 / v_2 ; D_2 = D_1 \text{ racine carrée } (v_1 / v_2)$$

$$D_2 = 0,2 * (5/9)^{1/2} = \underline{0,15 \text{ m.}}$$

$$\text{th de Bernoulli entre A et B : } p + \rho g z + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{constante.}$$

p : pression en pascal

ρ : masse volumique du fluide (eau) kg/m^3 .

z : altitude en mètre

v : vitesse d'écoulement en m/s.

$$P_A + \rho g z_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = P_B + \rho g z_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$$

tous les points de l'axe de la conduite horizontale ont la même altitude.

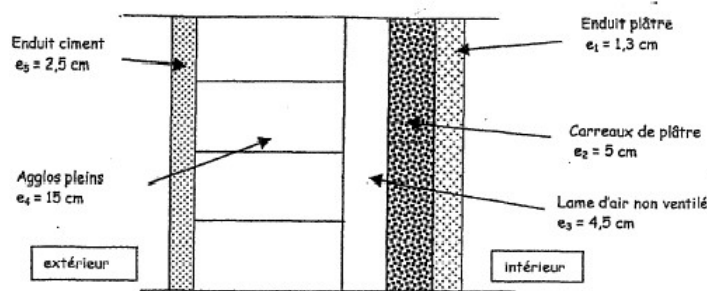
$$P_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = P_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$$

$$P_A - P_B = \frac{1}{2} \rho (v_B^2 - v_A^2) = 0,5 * 1000 (81 - 25) = \underline{28\,000 \text{ Pa.}}$$

$$P_A - P_B = r_{\text{mercure}} g h ; h = (P_A - P_B) / (r_{\text{mercure}} g)$$

$$h = 28000 / (13600 * 9,8) = \underline{0,21 \text{ m.}}$$

isolation thermique :



résistance superficielle extérieure : $1/h_e = 0,06 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$; résistance superficielle intérieure : $1/h_i = 0,11 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$;

résistance thermique de la lame d'air $R_{\text{air}} = 0,16 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$;

conductivité thermique en $\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$:

plâtre carreaux et enduit $l_1 = l_2 = 0,46$; agglos pleins : $l_4 = 1,4$; enduit ciment : $l_5 = 1,15$

- Donner l'expression de la résistance thermique pour 1 m^2 de surface du mur. Calculer cette résistance.
- Donner l'expression du coefficient thermique surfacique K puis le calculer.
- On remplace la lame d'air par de la fibre isolante ; en déduire le nouveau coefficient K' de transmission thermique du mur et conclure.
On donne l'épaisseur de la fibre isolante $e = 4,5 \text{ cm}$ et la conductivité thermique de cette fibre $\lambda = 0,041 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
- Pour chacun de ces deux murs quelle est la température de la surface interne q_{si} ? Quel est le mur lorsqu'on le touche donne la meilleure sensation de confort ?
température interne $q_i = 20^\circ\text{C}$ et température externe $q_{\text{ex}} = -15^\circ\text{C}$.

corrigé

matériau	résistance thermique $\text{m}^2 \text{ K W}^{-1}$
air extérieur et intérieur	$1/h_e + 1/h_i = 0,06 + 0,11 = 0,17$
enduit ciment	$e_5/l_5 = 2,5 \cdot 10^{-2} / 1,15 = 0,022$
agglos pleins	$e_4/l_4 = 0,15 / 1,4 = 0,107$
lame d'air	$R_{\text{air}} = 0,16$
carreaux plâtre	$e_2/l_2 = 0,05 / 0,46 = 0,109$
enduit plâtre	$e_1/l_1 = 0,013 / 0,46 = 0,028$

résistance thermique $R = 1/h_e + 1/h_i + e_5/l_5 + e_4/l_4 + R_{\text{air}} + e_2/l_2 + e_1/l_1$

$R = 0,17 + 0,022 + 0,107 + 0,16 + 0,109 + 0,028 = 0,596 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$.

coefficient thermique surfacique $K = 1/R = 1/0,596 = 1,68 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

nouvelle résistance thermique : $R' = 0,17 + 0,022 + 0,107 + 0,045/0,041 + 0,109 + 0,028$

$R' = 1,53 \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$

nouveau coefficient surfacique : $K' = 1/1,53 = 0,652 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

K' est très inférieur à K , l'isolation est donc bien améliorée.

flux thermique surfacique = coefficient de transmission fois (température chaude - température froide)

$F = 1,68 \cdot (20 - (-15)) = 1,68 \cdot 35 = 58,8 \text{ W m}^{-2}$.

température superficielle interne :

$F = h_i (20 - q_i)$; $20 - q_i = F / h_i$; $q_i = 20 - F / h_i = 20 - 58,8 / 0,11 = 13,5^\circ\text{C}$.

avec la fibre isolante remplaçant la lame d'air :

$F = 0,652 \cdot (20 - (-15)) = 0,652 \cdot 35 = 22,8 \text{ W m}^{-2}$.

$$q_i = 20 - F / h_i = 20 - 22,8 * 0,11 = 17,5 \text{ } ^\circ\text{C. (meilleur sensation de confort)}$$

Protection du béton armé

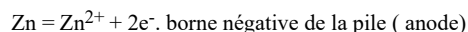
données : $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ potentiel standard $E = -0,44 \text{ V}$; $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$ potentiel standard $E = -0,76 \text{ V}$;

masse molaire du zinc : $65,4 \text{ g/mol}$; charge d'une mole d'électrons 96500 C

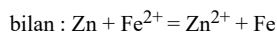
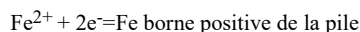
1. Etude d'une pile : on réalise une pile en associant une demi-pile formée d'une lame de fer plongeant dans une solution de sulfate de fer II à 1 mol/L et une demi-pile formée d'une plaque de zinc plongeant dans une solution de sulfate de zinc à 1 mol/L . Ces deux compartiments sont reliés par un pont salin et cette pile débite dans un circuit extérieur.
 - Ecrire les demi-équations électroniques des réactions se produisant dans chaque demi-pile.
 - Préciser l'électrode où se produit l'oxydation d'une part et la réduction d'autre part.
 - Ecrire l'équation bilan.
 - Déterminer la polarité de la pile et donner la valeur de sa force électromotrice E .
2. Protection du béton armé contre la corrosion : sous l'effet de la corrosion de l'armature d'acier le béton éclate. Une nouvelle méthode consiste à pulvériser du zinc en fine couche sur la surface de béton.
 - Pourquoi utiliser le zinc ? Comment appelle-t-on ce type de protection ?
 - La protection d'un pilier est prévue pour trois ans avant renouvellement. L'intensité du courant résultant de la corrosion a une valeur moyenne de 15 mA . Calculer la masse de zinc à prévoir sachant que, pour conserver une bonne protection, la masse de zinc consommée ne doit pas dépasser 80% de la masse pulvérisée.

corrigé

Le zinc est un métal plus réducteur que le fer ; le zinc s'oxyde suivant :



alors que les ions Fe^{2+} , l'oxydant (issus de la rouille) se réduisent suivant



$$\text{f.e.m de la pile : } E = -0,44 - (-0,76) = 0,32 \text{ V.}$$

le zinc est plus réducteur que le fer ; protection anodique du fer par le zinc, le zinc s'oxyde et protège le fer.

Quantité d'électricité (coulomb) = intensité (ampère) fois durée (seconde)

$$\text{durée} = 3 * 365 * 24 * 3600 = 9,46 \cdot 10^7 \text{ s ; intensité : } 0,015 \text{ A}$$

$$Q = 9,46 \cdot 10^7 * 0,015 = 1,42 \cdot 10^6 \text{ coulombs}$$

la charge d'une mole d'électrons vaut 96500 C

$$\text{Quantité de matière d'électrons : } 1,42 \cdot 10^6 / 96500 = 14,7 \text{ mol d'électrons.}$$

$$\text{or } \text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \text{ donc } 14,7 / 2 = 7,35 \text{ mol de zinc}$$

$$\text{masse de zinc : } 7,35 * \text{masse molaire du zinc (g/mol)} = 7,35 * 65,4 = 481 \text{ g.}$$

pour assurer la protection , seulement 80% du zinc doit être consommé , d'où la masse de zinc à pulvériser :

$$481 / 0,8 = 601 \text{ g.}$$

[retour -menu](#)