Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

Brevet de technicien supérieur

Fluides Énergies Domotique

Option : Génie Climatique et Fluidique

Épreuve E32

Physique et Chimie

Session 2017

Durée : 2 heures
Coefficient : 1

La calculatrice conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99 est autorisée.

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

Important
Ce sujet comporte, en plus de cette page de garde, 8 pages.

Rénovation d'un immeuble

Les nouvelles normes de construction imposent de nouvelles considérations thermiques et écologiques. C'est le cas par exemple de la règlementation thermique RT2012 qui impose une meilleure isolation du bâtiment mais qui prévoit également au moins une source d'énergie renouvelable. Ces normes s'appliquent aussi pour des rénovations importantes.
Un promoteur souhaite réhabiliter un ancien bâtiment d'habitation et a fait appel à un bureau technique pour l'étude de la réalisation.
Le sujet qui suit aborde différents aspects de la conception.

Il comporte quatre parties indépendantes qui peuvent être traitées séparément :

A. Étude thermique du bâtiment
B. Rendement du chauffe-eau solaire
C. Détermination du TAC d'une eau de piscine

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

A. Étude thermique du bâtiment

I. Isolation

Le bureau technique doit choisir une méthode d'isolation de l'ancien bâtiment. Deux solutions sont envisageables : isolation par l'intérieur ou isolation par l'extérieur.

1. Pour améliorer l'isolation du bâtiment, expliquer pourquoi il convient d'augmenter la valeur de la résistance thermique des murs. Pour cela, rédiger un texte de quelques lignes en utilisant les mots clefs : flux thermique, température et résistance thermique.

2. En s'aidant du document 1, indiquer le principal avantage d'une isolation par l'extérieur.

3. Vérifier qu'une surépaisseur de 10 cm de laine de verre de conductivité thermique λ égale à 0,036 $W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}$ sur un mur en béton standard permet de respecter les valeurs de résistances thermiques recommandées dans le document 2.

II. Choix du matériau isolant

Le matériau choisi pour l'isolation est la fibre de bois. L'entreprise en charge des travaux dispose d'un stock de fibre de bois issu d'un précédent chantier mais a perdu l'historique du stockage. Le technicien doit vérifier si la fibre de bois ne s'est pas abimée et si elle est toujours conforme aux spécifications du fabricant qui indique une conductivité thermique λ égale à 0,041 $W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}$. Le maître d'œuvre tolère un écart maximal de 10% par rapport à la valeur annoncée par le fabricant. Il a donc besoin de vérifier la valeur de la conductivité thermique de ce matériau à l'aide du dispositif expérimental décrit dans le document 3.

Il obtient les résultats suivants :

U (Volt)	5,0
I (mA)	110
T_1 (°C)	22,5
T_2 (°C)	5,5

1. Lors de l'utilisation du dispositif expérimental du document 3, préciser pourquoi on néglige les pertes de chaleur par les surfaces latérales de l'échantillon.
2. Montrer que la densité de flux thermique φ vaut 180 $W \cdot m^{-2}$ si on considère que la puissance électrique consommée par la résistance est entièrement transformée en chaleur.
3. Déterminer la résistance thermique r_{th} de l'échantillon.
4. En déduire la valeur expérimentale de la conductivité thermique du matériau, λ_{exp}.
5. Rédiger une note à l'intention du responsable de projet argumentant sur la possibilité d'employer à nouveau ou non la fibre de bois du stock.

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

B. Mesure du rendement du chauffe-eau solaire

L'eau chaude sanitaire est obtenue pour moitié par un chauffe-eau solaire dont le principe est rappelé sur le document 4. Ce système est équipé d'un capteur qui recueille l'énergie rayonnée provenant du soleil. Ce capteur transmet l'énergie captée à un fluide caloporteur, qui la fournit à l'E.C.S. dans le ballon via un échangeur.
Afin de mesurer le rendement global de l'installation solaire, le technicien fait deux mesures sur site de la température de l'eau du ballon à la date du jeudi 9.
Le ballon reste plein lors des mesures.

Données techniques

- Volume du ballon destiné à l'immeuble $V = 1\ 500$ L
- Masse volumique de l'eau $\rho = 1\ 000$ kg·m^{-3}
- Capacité thermique de l'eau $c_{eau} = 4\ 180$ J·K^{-1}·kg^{-1}
- Température initiale de l'ECS $\theta_i = 20$°C
- Température finale de l'ECS $\theta_f = 50$°C
- Surface de panneaux solaires $S = 35$ m²

1. Déterminer l'énergie E_{eau} reçue par l'ECS du ballon entre les deux mesures du technicien.
2. Montrer que l'énergie solaire E_{sol} reçue par les panneaux à la date du jeudi 9 est égale à 816 MJ.
3. En déduire le rendement global réel de l'installation $\eta_{réel}$.
4. Le fabricant annonce des rendements respectifs de 35% pour les panneaux solaires et de 85% pour l'échangeur du ballon d'eau chaude. En déduire le rendement théorique de l'installation η_{th}.
5. Calculer l'écart relatif entre les rendements théorique et réel. Identifier une ou des source(s) responsable(s) de cet écart.

$$écart\ relatif = \frac{|valeur\ théorique - valeur\ réelle|}{valeur\ réelle}$$

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

C. Détermination du TAC d'une eau de piscine

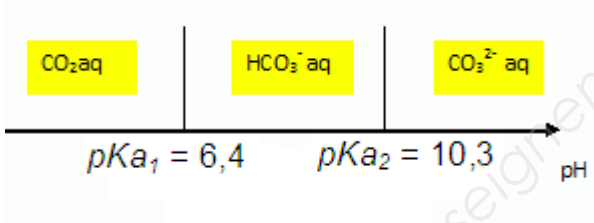
Lors de la rénovation, le promoteur implante une piscine pour mettre le bâtiment en valeur. Pour pouvoir ajuster correctement le taux de chlore de la piscine, il est fondamental que le pH soit stable. La stabilité du pH d'une eau est pilotée par les couples CO_2, H_2O/HCO_3^- et HCO_3^-/CO_3^{2-}. La quantité d'espèces alcalines décrites par ces couples est caractérisée par le Titre Alcalimétrique Complet de l'eau (ou TAC).
Le TAC doit être ajusté entre 10°f et 20°f avant de réaliser les traitements au chlore.

Données :

- Couples acide/base utiles et constante d'acidité :

  H_3O^+/H_2O
  $CO_2, H_2O/HCO_3^-$ $pKa_1 = 6,4$
  HCO_3^-/CO_3^{2-} $pKa_2 = 10,3$

- Diagramme de prédominance



- Teinte du vert de bromocrésol

$pH < 3,8$	$3,8 < pH < 5,4$	$pH > 5,4$
jaune	vert	bleu

- Masse molaire : $M(H) = 1,0\ \text{g·mol}^{-1}$, $M(C) = 12\ \text{g·mol}^{-1}$, $M(O) = 16\ \text{g·mol}^{-1}$

1. On souhaite déterminer la valeur du pH de l'eau de piscine et rédiger le mode opératoire à mettre en œuvre.
   La valeur du pH de l'eau de piscine relevée est 7,8.

2. À partir des données ci-dessus, identifier l'espèce prédominante responsable de l'alcalinité dans l'eau de piscine.

On prélève un volume V_{eau} égal à 50 mL d'eau provenant de la piscine que l'on dose par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C égale à $2,0 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1}, en présence de vert de bromocrésol.
Le changement de couleur a lieu pour un volume équivalent V_{eq} égal à 6,8 mL.

3. Indiquer comment varie le pH de la solution présente dans le bécher. En déduire la couleur de la solution avant équivalence, à l'équivalence et après l'équivalence.

4. Déterminer le TAC de l'eau testée.

5. Prévoir en fonction des résultats précédents si l'eau de la piscine peut recevoir le traitement au chlore.

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

Annexe

Document 1 : Image prise par caméra thermique

Dans un bâtiment « bien isolé » au sens traditionnel, les ponts thermiques peuvent représenter jusqu'à 40% de la consommation en chauffage. Il s'agit de tous les défauts locaux du complexe isolant, l'idéal étant qu'il soit continu tout autour de l'espace habité. Ces discontinuités sont sensibles au niveau des menuiseries et de tous les raccords entre planchers, plafonds, balcons et murs extérieurs. La RT 2012 impose aux ponts thermiques entre planchers et murs extérieurs, un maximum à ne pas dépasser. Toutes sortes de détails d'un système constructif peuvent constituer un pont thermique et le discréditer, mais en pratique cette mesure va surtout mener à une généralisation de l'isolation par l'extérieur, qui reste la meilleure façon d'éliminer la majorité des ponts thermiques.



Source : http://www.quelleenergie.fr

Document 2 : Résistance thermique

La RT 2012 plafonne la consommation énergétique primaire d'un bâtiment à la valeur de 50 kWh·m^{-2} par an, tout en modulant cet indicateur selon la zone climatique, l'altitude et la surface du bâtiment. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de limiter fortement les déperditions thermiques des façades en hiver et les surchauffes en été. On recommande pour les murs donnant sur l'extérieur une résistance thermique comprise entre les valeurs 3,2 et 5,5 m²·K·W^{-1}, du midi au nord de la France. Ceci correspond à une surépaisseur de 10 cm d'isolant dans le midi et 15 cm dans le nord, si l'on prend le cas d'un mur en béton standard pour lequel la résistance thermique est égale à 0,5 m²·K·W^{-1}.

Les documentations techniques définissent la résistance thermique d'une cloison par la relation suivante :

$$r_{th} = \frac{e}{\lambda}$$

Dans cette relation :

- e représente l'épaisseur du matériau en m,
- λ la conductivité thermique du matériau (unité SI).

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

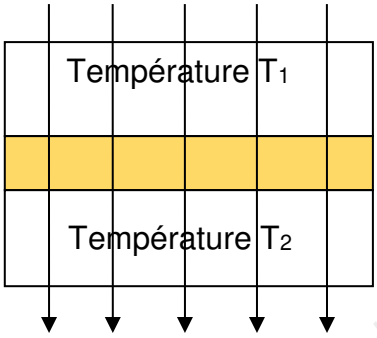
Annexe

Document 3 : Principe d'utilisation du dispositif Sciencéthic

Principe

Un échantillon de dimension 5,0 cm × 6,0 cm et d'épaisseur *e* égale à 5,0 mm est placé entre les mâchoires de l'appareil. Une résistance chauffante permet de générer un flux thermique sur une des faces de cet échantillon.





Source : notice d'utilisation du dispositif Sciencéthic

Protocole :

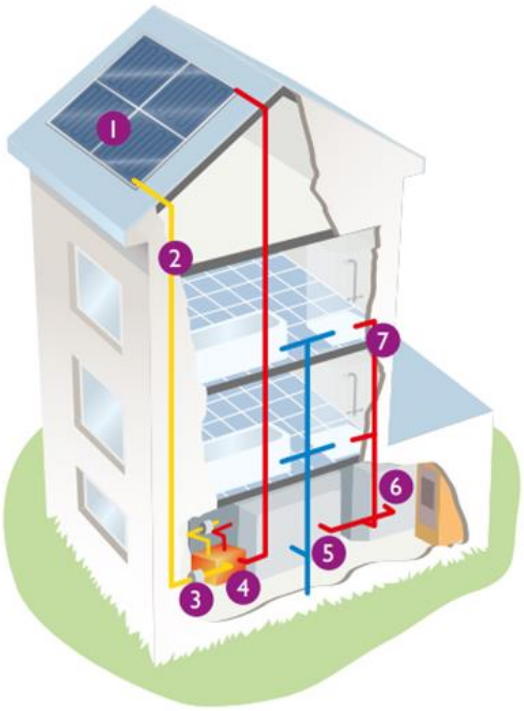
- Placer l'échantillon entre les mâchoires de l'appareil,
- Alimenter l'appareil puis régler la tension *U* aux bornes de la résistance chauffante afin d'atteindre le régime permanent (les températures T_1 et T_2 des deux faces n'évoluent plus),
- Relever l'ensemble des valeurs fournies par l'appareil.

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

Annexe

Document 4 : principe de production d'eau chaude par le solaire

Principe de la production d'eau chaude par le solaire



Les capteurs solaires 1 *convertissent le rayonnement solaire en chaleur.*

Le circuit primaire 2 *et un échangeur* 3 *transmettent la chaleur captée à l'eau sanitaire, par l'intermédiaire du liquide caloporteur, mis en mouvement dans le circuit primaire par le circulateur* 4.

Le ballon solaire 5 *est doublé d'un ballon d'appoint* 6, *nécessaire pour fournir l'eau chaude en permanence et à la bonne température.*

Le réseau de distribution 7 *d'eau chaude fournit aux appartements l'eau chaude sanitaire provenant du ballon solaire ou du ballon d'appoint.*

Document 5 : prévision météo à 5 jours

	jeudi 09	vendredi 10	samedi 11	dimanche 12	lundi 13
Indice de fiabilité	74	66	59	48	43
Temps					
T min (°C)	14	17	15	14	14
T max (°C)	26	22	20	19	19
T min au sol (°C)	11	15	14	12	13
Humidité relative min (%)	54	65	73	73	72
Humidité relative max (%)	94	94	94	94	88
Risque de précipitations (%)	3	99	81	75	87
Quantité de précipitations (mm)	0	7	4	2	6
Ensoleillement (h)	7	1	3	0	3
Rayonnement global (J/cm²/jour)	2330	936	1489	302	1492
ETP (mm)	5	2	3	1	4
Direction du vent	←	←	↘	→	→
Vitesse du vent (km/h)	9	7	15	20	22
Rafales maximales (km/h)	26	26	39	46	54
Nébulosité effective	4/8	7/8	6/8	8/8	6/8

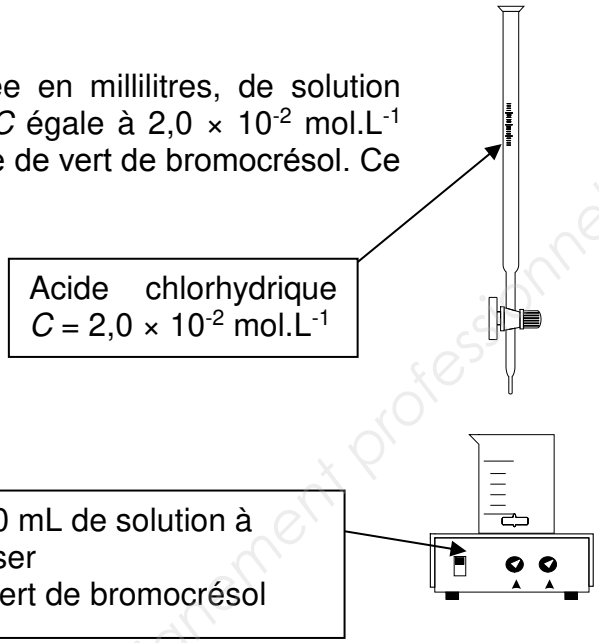
Source : www.pleichamp.fr

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

Annexe

Document 6: définition du Titre Alcalimétrique Complet

Définition du TAC **:** valeur du volume, exprimée en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire *C* égale à $2{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1} nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence de vert de bromocrésol. Ce titre s'exprime en degrés français (°f).



Si le pH d'une eau est inférieur à 8,2, le TAC mesure la concentration en ions hydrogénocarbonate $HCO_{3(aq)}^-$.
Ce titre se mesure en degrés français (°f) : 1°f équivaut à 12,2 mg·L^{-1} d'ion hydrogénocarbonate.

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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.