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

SYSTÈMES CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2017

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

_____

Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique, sont autorisées à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999)

Document à rendre avec la copie : page 10

Les annexes utiles pour le sujet sont situées en pages 6 à 9

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de 10 pages numérotées de 1 à 10

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

L'étude comporte deux parties indépendantes :

- Le principe d'un système de chauffage d'une maison individuelle par une pompe à chaleur air/air et l'amortissement du coût d'investissement.
- L'utilisation d'un dégriseur pour le bois extérieur d'une extension à la maison.

PARTIE 1 : ÉTUDE DE LA POMPE À CHALEUR (PAC)

Les caractéristiques utiles de la maison pour cette partie sont les suivantes :

- surface habitable de la maison S = 120 m² ;
- consommation énergétique : 160 kWh.m^{-2}.an^{-1}

I. Les divers types de pompe à chaleur

On peut définir 6 types de pompe à chaleur (PAC) qui sont décrits dans le document 2 de l'annexe 1. Attribuer à chacune des situations du document 2 le type de PAC correspondant.

II. Étude de la pompe à chaleur choisie

Vous avez opté pour l'installation d'une pompe à chaleur du type air/air destinée au chauffage de l'habitation. Son principe de fonctionnement est décrit en annexe 1. Les propriétés physico-chimiques du fluide frigorigène utilisé, de référence R-410A, sont données dans le document 3 de l'annexe 1.

Le fonctionnement de la PAC sur un cycle est modélisé par les phases suivantes :
A → B : compression adiabatique réversible. La pression du fluide passe de P_A = 3,0 bar à P_B = 20,0 bar et la température de θ_A = - 27,0°C à θ_B.
B → C : liquéfaction isobare et isotherme. Le transfert thermique s'effectue du fluide vers le circuit de chauffage.
C →D : détente adiabatique réversible.
D → A : vaporisation isobare et isotherme. Le transfert thermique s'effectue du milieu extérieur vers le fluide.

Données :

- Équation d'état d'un gaz parfait : P.V = n.R.T.
- Transformation adiabatique : P.V $^{\gamma}$= constante (γ : rapport des capacités thermiques).
- Constante des gaz parfaits : R = 8,31 J.mol^{-1}.K^{-1}.
- 1 bar = 10^5 Pa.
- Masse de fluide frigorigène contenu dans la PAC : m = 2 ,00 kg.

Dans chaque état du système, le fluide frigorigène est caractérisé par sa pression P, sa température T et son volume V. À l'état gazeux, il est assimilé à un gaz parfait.

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

II.1. À partir de vos connaissances et du schéma de principe de la pompe à chaleur, préciser dans quels sens s'effectuent les transferts thermiques dans le condenseur et l'évaporateur.

II.2 Calculer la quantité de matière n contenue dans 1 kg de fluide frigorifique.

II.3. Détermination de la température du fluide dans l'état B pour 1 kg de fluide frigorigène (*on pourra utiliser les documents de l'annexe 1*).

II.3.a) Sous quel état physique se trouve le fluide frigorifique en A ?

II.3.b) Déterminer le volume V_A.

II.3.c) Montrer que dans l'état B le volume occupé par le gaz frigorifique est V_B = 18,7 L pour 1 kg de fluide.

II.3.d) Calculer sa température θ_B en °C dans l'état B

II.4. Détermination du coefficient de performance de la pompe à chaleur

Le coefficient de performance est défini comme le rapport des énergies utile pour le chauffage et électrique consommée :

$$C.O.P = \frac{|\text{Énergie utile}|}{\text{Énergie électrique consommée}}$$

Pour le calculer, on déterminera l'ensemble des énergies reçues par le fluide frigorigène. L'étude est effectuée pour 1 kg de fluide.

II.4.a) Quelles sont les valeurs de Q_{AB} et Q_{CD}, énergies reçues sous forme thermique par le gaz frigorifique lors des transformations A → B et C → D. Justifier vos réponses.

II.4.b) Énoncer le premier principe de la thermodynamique.

II.4.c) Les transferts d'énergie sous forme thermique mis en jeu lors des transformations B → C et D → A, sont respectivement Q_{BC}= -215 kJ.kg^{-1}et Q_{DA} = 160 kJ.kg^{-1}.

En appliquant au gaz frigorigène le premier principe de la thermodynamique, calculer le travail mécanique W reçu par 1,00 kg de gaz frigorigène au cours d'un cycle.

II.4.d) Le rendement η_{comp} du compresseur est de 72 %. Vérifier que le C.O.P. de cette pompe à chaleur est de 2,8.

III. Comparaison de deux systèmes de chauffage.

En vue d'un éventuel changement de système de chauffage, on évalue les coûts annuels respectifs du chauffage avec des radiateurs électriques et avec une PAC ainsi que la durée d'amortissement de l'installation de celle-ci.
Le coût du kilowattheure d'électricité est de 0,150 €.

Sachant que le coût de l'installation de la pompe à chaleur est de 13800 €, en combien d'années cet investissement sera-t-il amorti ?

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

PARTIE 2 : DOSAGE D'UN DÉGRISEUR DE BOIS

Afin de raviver la couleur du bardage bois de l'extension de votre maison, vous devez dans un premier temps procéder à un dégrisement. Cette opération consiste en l'application d'un dégriseur, produit qui va nettoyer la couche superficielle devenue grise. Le dégriseur se présente sous forme liquide à appliquer directement sur le bois à l'aide d'un pinceau.

Sur l'étiquette du flacon de dégriseur « bois », appelé solution S_0, on lit :

Acide oxalique :10% en masse

L'objectif ici est de vérifier le pourcentage massique de la solution S_0 afin de s'assurer que vous pouvez encore vous en servir pour dégriser le bardage bois de l'extension de votre nouvelle acquisition.

I. Le dégriseur

I.1. La formule semi-développée de l'acide oxalique est donnée en annexe 2. En vous aidant de celle-ci, identifier clairement la (ou les) fonction(s) chimique(s) de cette molécule.

I.2. Citer les précautions à prendre lorsque l'on manipule ce genre de produit commercial. Justifier votre réponse à l'aide du document 3 de l'annexe 2.

II. Dosage de l'acide oxalique dans le dégriseur

Afin de pouvoir réaliser le dosage, on a dû préalablement réaliser une dilution de la solution S_0. Pour obtenir la solution diluée, appelée S, on a prélevé, à l'aide d'une pipette jaugée, 20,0 mL de S_0 que l'on a versés dans une fiole jaugée de 200 mL. On a ensuite complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

Le dosage de 10,0 mL de la solution S est réalisé à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (Na^+_{aq} , HO^-_{aq}) de concentration C_B = 0,150 mol.L^{-1}.

II.1. Quelle est la dilution de la solution S_0 pour aboutir à la solution S ? Justifier votre réponse.

II.2. Vous disposez du matériel suivant :

- 1 flacon contenant 200 mL de solution S.
- 1 flacon de solution d'hydroxyde de sodium (Na^+_{aq} ,HO^-_{aq}) de concentration C_B = 0,150 mol.L^{-1}.
- 2 béchers de 100 ml.
- 2 pipettes jaugées, une de 10 mL et une de 50 mL.
- 1 erlenmeyer.
- 1 burette graduée de 25 mL.
- 1 agitateur magnétique et un barreau aimanté.
- 1 sonde pHmètrique étalonnée.
- 1 pissette d'eau distillée.

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

En utilisant tout ou partie du matériel ci-dessus, proposer le protocole expérimental du dosage à réaliser.

II.3. La courbe du dosage est donnée sur le **document réponse à rendre avec la copie**. Justifier la présence des deux sauts de pH observés.

L'équation de la réaction chimique globale du dosage peut s'écrire :

$$C_2O_4H_2 + 2\ HO^- \rightarrow C_2O_4^{2-} + 2\ H_2O$$

II.4. À l'aide d'une méthode de votre choix que vous préciserez sur **le document réponse à rendre avec la copie**, déterminer le volume de base versé pour doser entièrement l'acide oxalique. On note ce volume $V_{Béq}$.

II.5. En déduire l'expression de la concentration C_A de la solution diluée S et calculer sa valeur numérique.

II.6. En déduire que la concentration C_{A0} de la solution de dégriseur contenu dans le flacon vaut 1,48 $mol.L^{-1}$.

III. Conclusion sur le dégriseur du flacon

Le dégriseur contenu dans le flacon est-il encore utilisable (la réponse est à justifier) ?

Données.

Masses molaires atomiques.

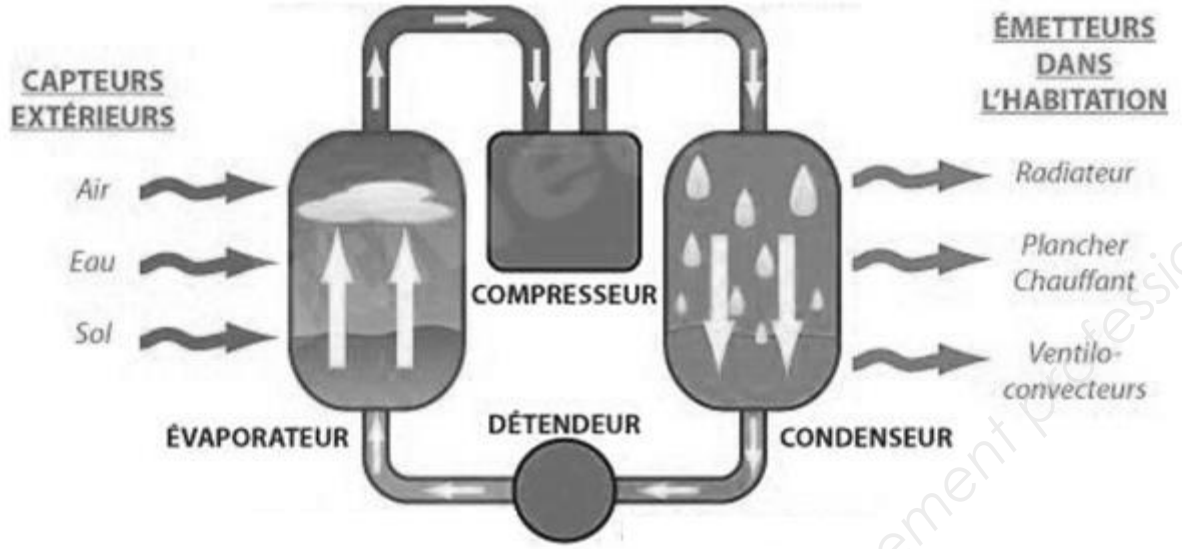
- Hydrogène : M(H) = 1,0 $g.mol^{-1}$;
- Carbone : M(C) = 12,0 $g.mol^{-1}$.
- Oxygène : M(O) = 16,0 $g.mol^{-1}$.

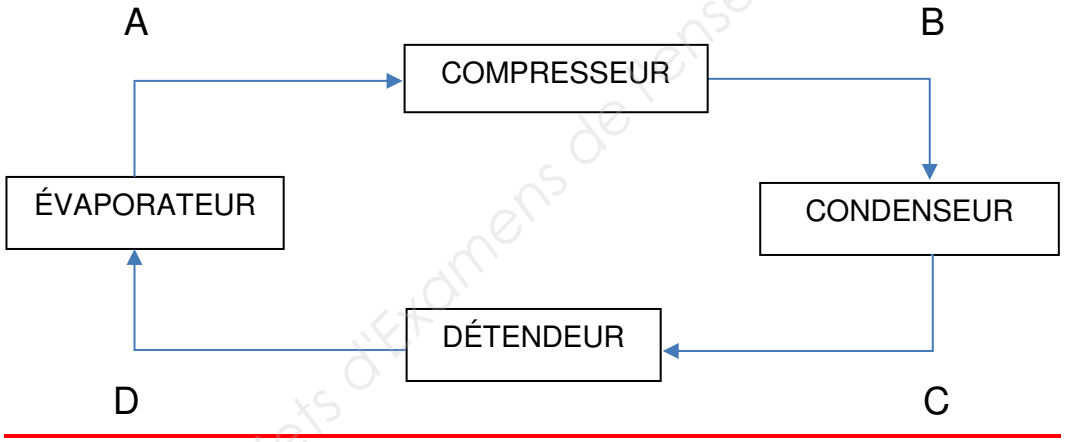
Masse d'un litre de dégriseur : m = 950 g.

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

Annexe 1

Document 1 : schéma de fonctionnement d'une pompe à chaleur



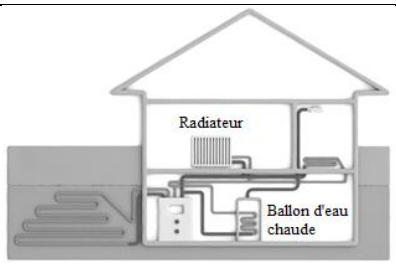


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

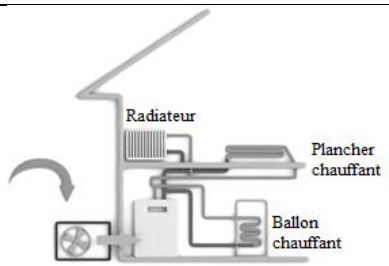
Document 2 : les différents types de pompes à chaleur

http://www.lenergietoutcompris.fr/travaux-chauffage

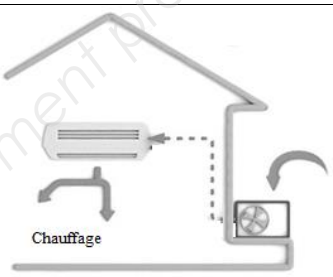
Type de PAC	Milieu source de chaleur	Milieu de restitution
PAC Air / Air	Air	Air
PAC Air / Eau	Air	Eau
PAC Eau / Air	Eau	Air
PAC Eau / Eau	Eau	Eau
PAC Sol / Air	Sol	Air
PAC Sol / Eau	Sol	Eau



Situation 1



Situation 2



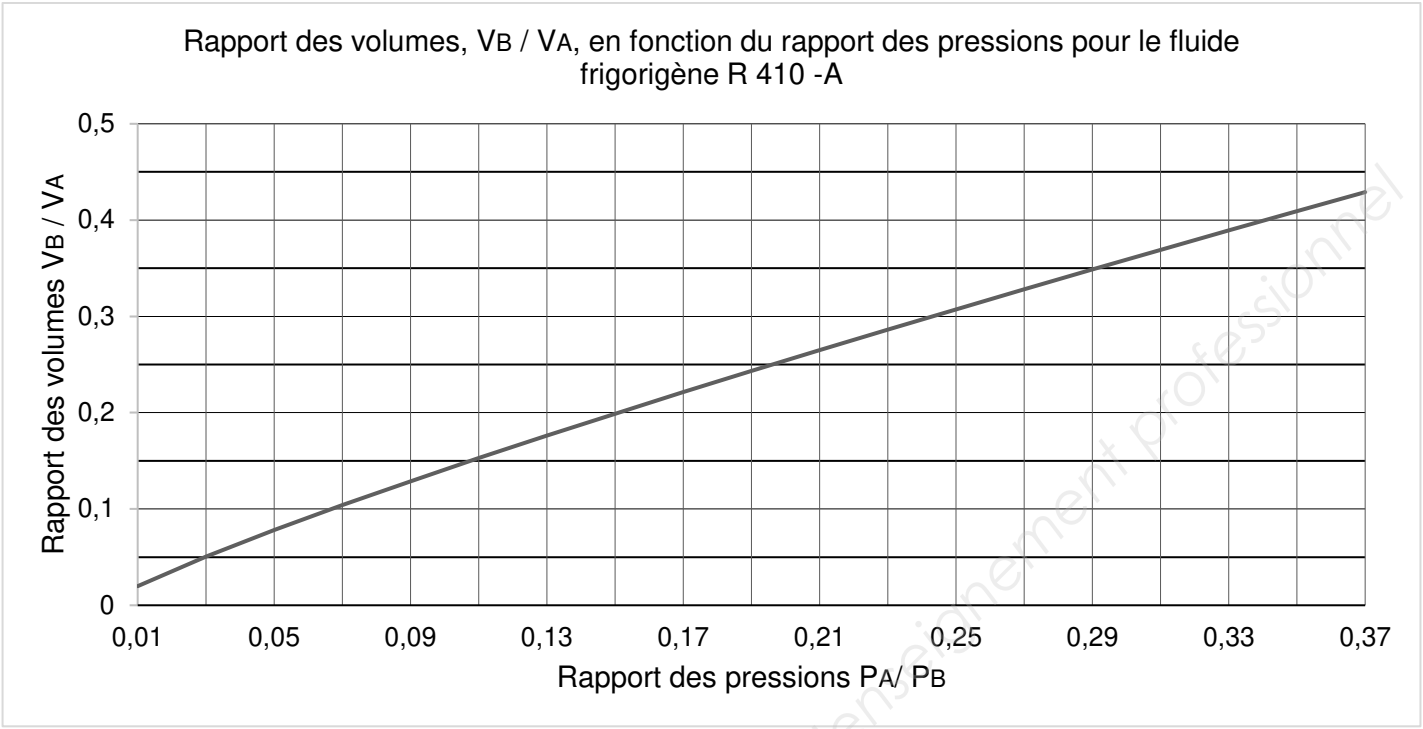
Situation 3

Document 3 : propriétés physico-chimique du R-410A.

Masse molaire	$g.mol^{-1}$	72,6
Masse volumique du liquide saturée à 25°C	$kg.m^{-3}$	1 061
Ratio C_P / C_V = γ		1,175
Point éclair		Néant

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

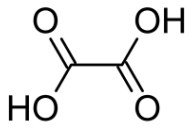
Document 4 : évolution du rapport des volumes du fluide R-410A en fonction du rapport des pressions pour une transformation adiabatique



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

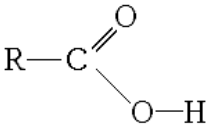
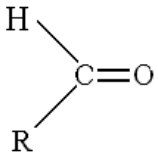
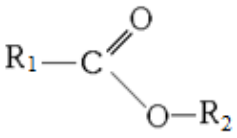
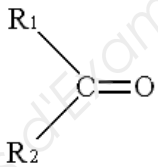
Annexe 2

Document 1 : formules semi-développée et brute de l'acide oxalique



Formule brute : $C_2H_2O_4$

Document 2 : fonctions de chimie organique

Fonction	Groupe caractéristique	Fonction	Groupe caractéristique
Alcool		Acide carboxylique	
Aldéhyde		Ester	
Cétone			

Document 3 : éléments d'étiquetage

· Etiquetage selon le règlement (CE) n° 1272/2008

· Pictogrammes de danger

La substance est classifiée et étiquetée selon le règlement CLP.



GHS05 GHS07 GHS09

· Mention d'avertissement

Danger

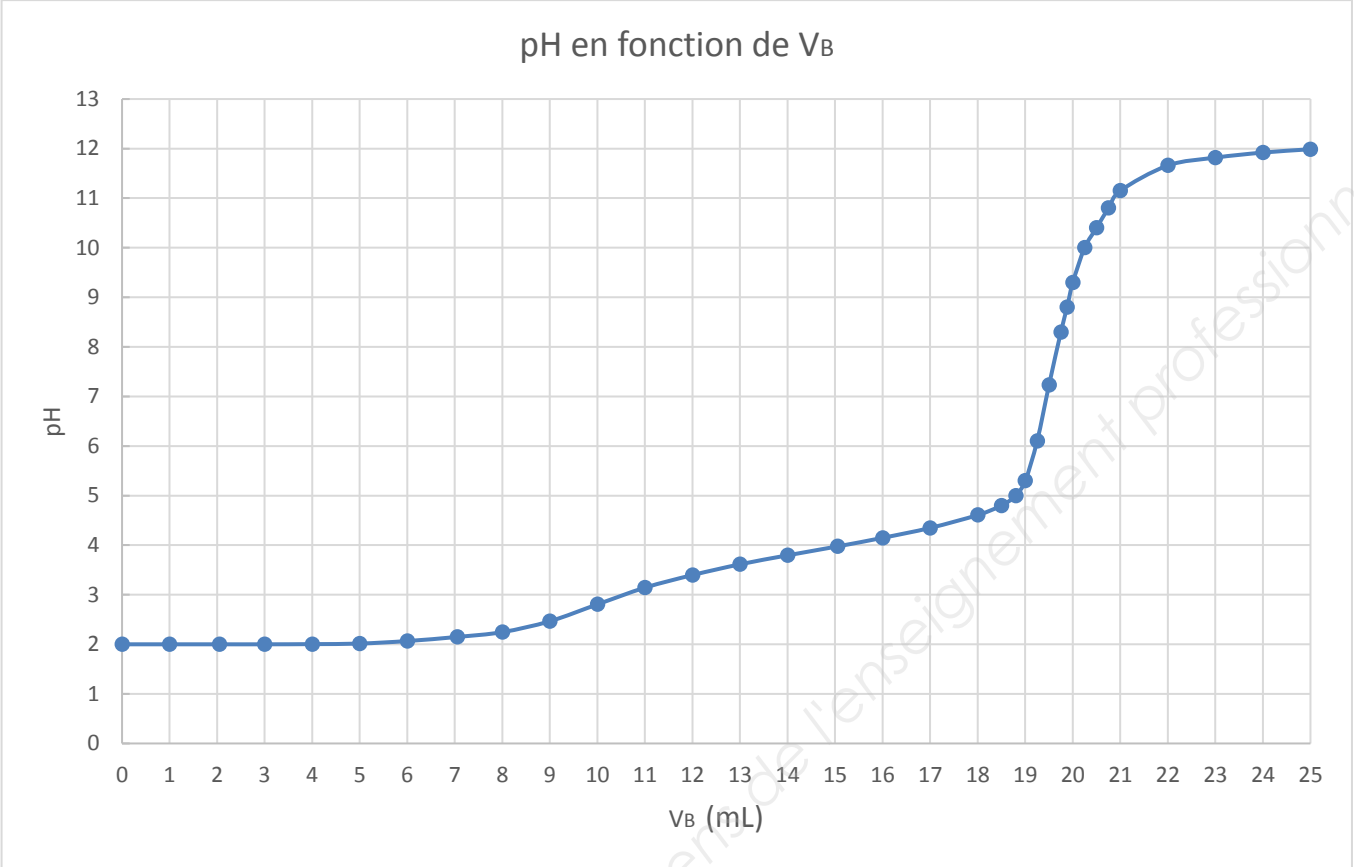
· Mentions de danger

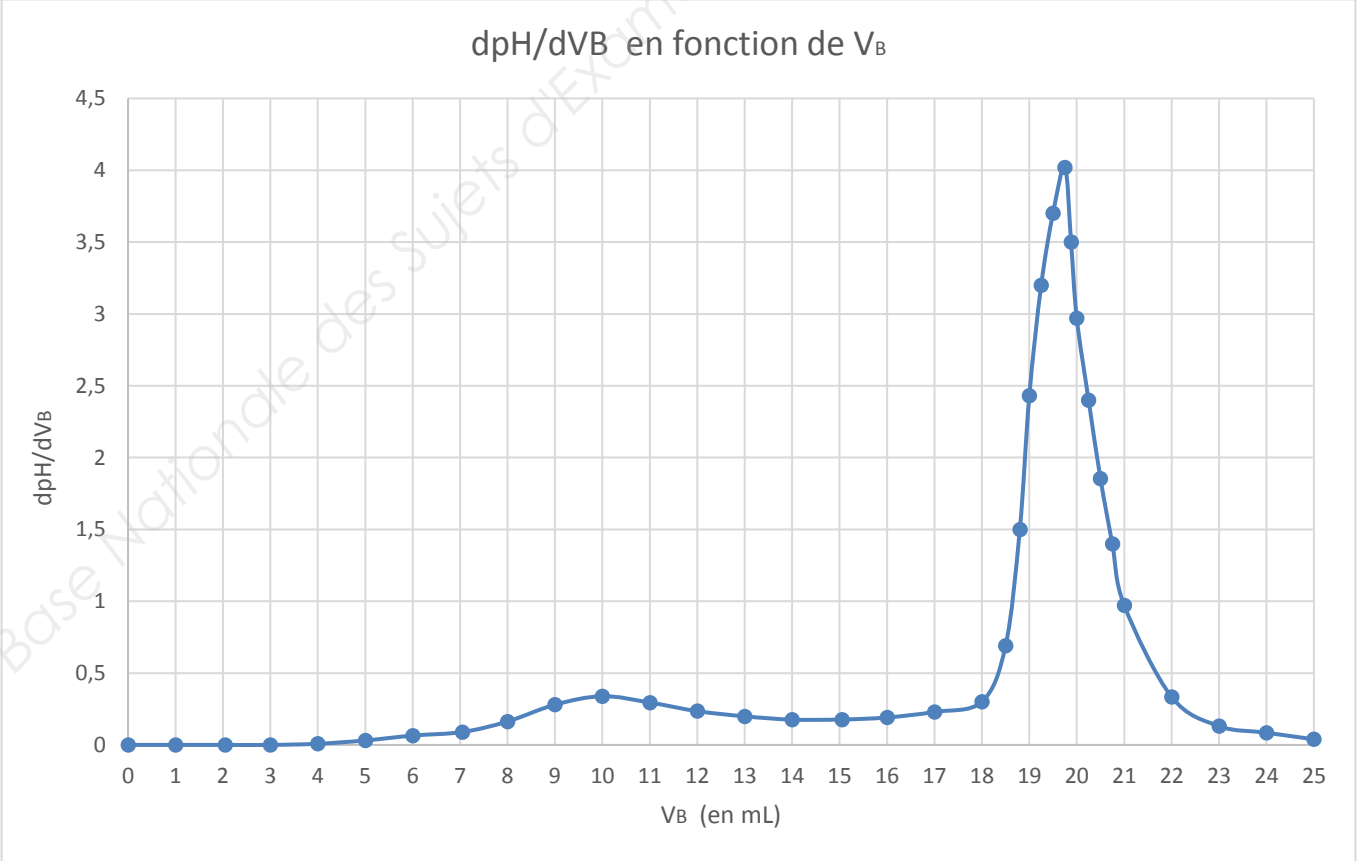
H318 Provoque des lésions oculaires graves.
H290 Peut être corrosif pour les métaux.
H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.
H335 Peut irriter les voies respiratoires.
H400 Très toxique pour les organismes aquatiques.

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

Document réponse à rendre avec la copie

Courbe de dosage de l'acide oxalique par une solution d'hydroxyde de sodium





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

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.