

<p>CONCOURS EXTERNE ET INTERNE DE TECHNICIEN DE LABORATOIRE</p> <p>Session de 2009</p> <p>Vendredi 27 mars 2009</p>	<p>Épreuve d'admissibilité :</p> <p>Épreuve écrite à caractère scientifique. Durée : 2 heures - Coefficient : 1</p> <p>de 14 h à 16 h</p>
---	--

SPECIALITE B :
SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Avertissement

Le sujet comprend trois parties indépendantes : chimie, physique et physique appliquée.

Il comporte 32 pages : la page de garde, page 1, la partie chimie, pages 2 à 13, la partie physique pages 14 à 23 et la partie physique appliquée pages 24 à 32,

*dont 7 annexes : 3 annexes concernant la partie chimie, les annexes 2 et 3 sont des documents réponses,
1 annexe concernant la partie physique,
3 annexes concernant la partie physique appliquée ; les 3 annexes sont des documents réponses.*

A l'exception des documents réponses, ni le sujet ni les brouillons ne seront repris au terme de l'épreuve.

Le sujet est volontairement long. Selon ses compétences, il est concevable qu'un candidat traite une partie plus longuement que les autres sans négliger par ailleurs les autres parties du sujet.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en précisant les initiatives qu'il prend pour la rédaction de sa solution.

Les supports et documents de tous types sont interdits sous peine de radiation de l'épreuve.

Cette remarque inclut toute banque de données.

Tout résultat fourni dans l'énoncé peut être utilisé pour la résolution des questions ultérieures, même si la démonstration n'a pas été effectuée.

Des copies claires, des résultats encadrés et une marge nette sont souhaités. Les copies illisibles seront pénalisées.

S'agissant d'un concours de recrutement de personnel administratif présentant une spécificité technique particulière, l'utilisation d'une calculatrice électronique programmable est autorisée conformément aux dispositions de la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Pour respecter l'impératif d'anonymat, il est formellement interdit de signer ou d'identifier votre copie.

Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc.. Toute annotation distinctive mènera à l'annulation de votre épreuve.

CHIMIE

Le problème est composé de quatre parties indépendantes notées **A**, **B**, **C** et **D**.

Données générales à l'ensemble du problème :

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ $\frac{RT \text{ Ln}10}{F} = 0,06 \text{ V}$ à 298K

Constante des gaz parfait : $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Masses molaires : $\text{H} = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $\text{C} = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $\text{O} = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$
 $\text{Cl} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$ $\text{Na} = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $\text{S} = 32,1 \text{ g.mol}^{-1}$

Constantes d'acidité à 298 K :

$$H_2CO_{3(aq)} / HCO_{3(aq)}^- \quad pK_{a1} = 6,4 \quad HCO_{3(aq)}^- / CO_{3(aq)}^{2-} \quad pK_{a2} = 10,3$$

Produit ionique de l'eau à 298 K : $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$

Potentiels redox standard (à 298K) :

$$ClO_{(aq)}^- / Cl_{(aq)}^- \quad E^\circ_1 = 1,72 \text{ V}$$

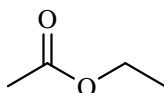
$$AsO_{4(aq)}^{3-} / AsO_{2(aq)}^- \quad E^\circ_2 = 0,98 \text{ V}$$

$$I_{2(aq)} / I_{(aq)}^- \quad E^\circ_3 = 0,62 \text{ V}$$

Masse volumique de l'eau à 298K : $\rho = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

Densité par rapport à l'eau d'une solution d'eau de Javel à 9,6 % : $d = 1,158$

Données relatives à l'acétate d'éthyle :



Masse molaire moléculaire : $88,1 \text{ g.mol}^{-1}$

Point d'ébullition : 77°C

Point de fusion : -84°C

Densité relative par rapport à l'eau : $0,902$

Solubilité dans l'eau : $9 \text{ g}/100\text{mL}$

Données relatives au tétrahydrofurane :



Masse molaire moléculaire : $72,1 \text{ g.mol}^{-1}$

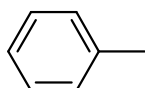
Point d'ébullition : 67°C

Point de fusion : -108°C

Densité relative par rapport à l'eau : $0,889$

Solubilité dans l'eau : $7 \text{ g}/100\text{mL}$

Données relatives au toluène :



Masse molaire moléculaire : $92,1 \text{ g.mol}^{-1}$

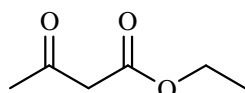
Point d'ébullition : 110°C

Point de fusion : -93°C

Densité relative par rapport à l'eau : $0,865$

Solubilité dans l'eau : $0,5 \text{ g}/100\text{mL}$

Données relatives au 3-oxobutanoate d'éthyle :



Masse molaire moléculaire : $130,1 \text{ g.mol}^{-1}$

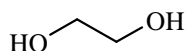
Point d'ébullition : 181°C

Point de fusion : -43°C

Densité relative par rapport à l'eau : $1,029$

Solubilité dans l'eau : $3 \text{ g}/100\text{mL}$

Données relatives à l'éthane-1,2-diol :



Masse molaire moléculaire : 62,1 g.mol⁻¹

Point d'ébullition : 197°C

Point de fusion : -13°C

Densité relative par rapport à l'eau : 1,113

Solubilité dans l'eau : soluble

Partie A : Propriétés d'une eau de Javel commerciale

L'eau de Javel est une solution aqueuse équimolaire d'hypochlorite de sodium ($Na^+_{(aq)} + ClO^-_{(aq)}$) et de chlorure de sodium ($Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$), utilisée comme détersif, décolorant et antiseptique. Elle tient son nom d'un ancien village d'Ile-de-France, aujourd'hui un quartier de Paris, où se trouvait une usine de produits chimiques. La concentration des eaux de Javel est exprimée par la teneur en « chlore actif » sous la forme d'un pourcentage pondéral. Ce pourcentage correspond à la masse, exprimée en gramme, de dichlore $Cl_{2(g)}$ nécessaire pour préparer 100 g de solution, selon l'équation bilan :



1. Fiche sécurité d'une eau de Javel

La terminologie « eau de Javel » est réservée aux solutions vendues dans le commerce dont la teneur en chlore actif est inférieure à 10%. Dans l'industrie et pour des teneurs plus élevées, on utilise la dénomination « hypochlorite de sodium ». D'après l'INRS, les fiches de sécurité portent les mentions suivantes.

HYPOCHLORITE DE SODIUM Solution (25 % de chlore actif)









R 31 – Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique.
R 34 – Provoque des brûlures.
R 50 – Très toxique pour les organismes aquatiques.
S 28 – Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau.
S 45 – En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).
S 50 – Ne pas mélanger avec des produits acides...
S 61 – Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.
231-668-3 – Étiquetage CE.

EAU DE JAVEL CONCENTRÉE À 9,6 % de chlore actif

R 31 – Au contact d'un acide, dégage un gaz toxique.
R 36/38 – Irritant pour les yeux et la peau.
S 2 – Conserver hors de portée des enfants.
S 26 – En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
S 46 – En cas d'ingestion consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.
Attention ! Ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits, peut libérer des gaz dangereux

1.1. Quels types de renseignements sont donnés par les phrases R et S d'une fiche toxicologique.

1.2. On donne ci-après un ensemble de pictogrammes de sécurité communément trouvés sur les emballages de produits chimiques.

 Xn	 T	 O	 N
(a)	(b)	(c)	(d)
 Xi	 C	 E	 F
(e)	(f)	(g)	(h)

1.2.a. A partir des indications fournies quel(s) est (sont) le(s) pictogramme(s) devant être trouvé(s) pour une solution d'hypochlorite de sodium à 25 %.

1.2.b. A partir des indications fournies quel(s) est (sont) le(s) pictogramme(s) devant être trouvé(s) pour une solution d'eau de Javel à 9,6 %.

2. Correspondance entre degré chlorométrique et pourcentage en « chlore actif »

L'ajout d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) à une solution d'eau de Javel provoque un dégagement de dichlore gazeux $Cl_{2(g)}$. On désigne alors le degré chlorométrique d'une solution concentrée d'eau de Javel comme le volume exprimé en litre de dichlore gazeux qui peut être libéré par l'addition d'acide chlorhydrique en quantité non limitante à un litre d'eau de Javel dans les conditions normales de température et de pression (273 K et 1,013 bar). On cherche la correspondance entre le degré chlorométrique et le pourcentage en chlore actif d'une solution commerciale d'eau de Javel à 9,6 %.

2.1. Déterminer la concentration molaire en ions hypochlorite de la solution commerciale.

2.2. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre une eau de Javel et une solution d'acide chlorhydrique. On indiquera les couples oxydant/réducteur mis en jeu.

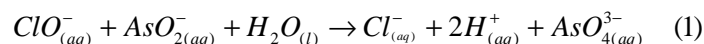
2.3. Calculer le degré chlorométrique de la solution commerciale.

Partie B : Dosage d'une eau de Javel commerciale

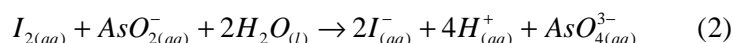
On dispose d'une solution commerciale d'eau de Javel à 9,6 % en chlore actif. Le but de ce dosage est de vérifier cette information.

Principe de la manipulation :

Les ions hypochlorite $ClO_{(aq)}^-$ réagissent avec les ions arsénite $AsO_{2(aq)}^-$ en excès selon l'équation bilan :



L'excès d'ions arsénite est alors titré par une solution de diiode $I_{2(aq)}$ selon l'équation bilan :



Réactifs et solutions à disposition :

Hydrogénocarbonate de sodium solide $HCO_3Na(s)$

Solution d'arsénite de sodium ($AsO_{2(aq)}^- + Na_{(aq)}^+$) de concentration $C_1 \approx 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Solution de diiode $I_{2(aq)}$ de concentration $C_2 = 5,00.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Solution commerciale d'eau de Javel à 9,6 % en chlore actif.

Empois d'amidon.

Protocole opératoire

- Dans un premier temps, On place un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de la solution d'ions arsénite de concentration C_1 inconnue dans un becher, on y ajoute 40 mL d'eau, 0,5 g d'hydrogénocarbonate solide et un peu d'empois d'amidon. D'une burette, on doit verser $V_{E1} = 9,6 \text{ mL}$ d'une solution de diiode $I_{2(aq)}$ pour percevoir la coloration bleutée persistante.
- Dans un second temps, on réalise une dilution au 1/20 de la solution d'eau de Javel commerciale. On appelle S la solution diluée ainsi préparée. On prélève 10,0 mL de la solution S à laquelle on ajoute 40 mL d'eau, 25,0 mL de la solution d'ions arsénite préalablement dosée, 0,5 g d'hydrogénocarbonate solide et de l'empois d'amidon. Pour percevoir la coloration bleutée, il a fallu verser $V_{E2} = 8,6 \text{ mL}$ de la solution de diiode.

1. Préparation des solutions

1.1. Pour quelle raison doit-on ajouter des ions iodure en excès lorsque l'on souhaite préparer une solution aqueuse de diiode au laboratoire ?

1.2. Indiquer la méthode (verrerie utilisée, précautions à prendre, réalisation) permettant d'obtenir 200 mL d'une solution d'eau de Javel diluée au 1/20 de la solution commerciale.

2. Propriétés d'une solution d'ions hydrogénocarbonate

En solution aqueuse, le dioxyde de carbone $CO_{2(aq)}$ a les propriétés d'un diacide que l'on notera $H_2CO_{3(aq)}$ appelé acide carbonique. On dose 10,0 mL d'une solution aqueuse d'acide carbonique $H_2CO_{3(aq)}$ de concentration $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ par de la soude ($Na_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$) de même concentration. La simulation de la courbe de dosage pH métrique est reproduite sur l'**annexe 1**.

2.1. Quelle est l'équation de la réaction support du titrage pour un volume de soude versé compris entre 0 et 10,0 mL ? Calculer sa constante d'équilibre. Conclure sur l'aspect thermodynamique de la réaction.

2.2. Quelle information nous donne la courbe de dosage en $V = 5,0$ mL de soude ajoutée ? La réponse sera argumentée.

2.3. Pour quelle raison n'observe-t-on pas de saut de pH significatif pour un volume de soude ajoutée égal à 20,0 mL ?

2.4. Justifier que le pH en $V = 10,0$ mL correspond à celui d'une solution d'ions hydrogénocarbonate de concentration $5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

2.5. Indiquer les trois propriétés d'une solution tampon.

2.6. Une solution aqueuse d'ions hydrogénocarbonate peut-elle être utilisée comme une solution tampon au laboratoire ? La réponse sera argumentée.

3. Détermination de la concentration de l'eau de Javel commerciale

3.1. Comment qualifier la méthode proposée du dosage de l'eau de Javel de la solution S ?

3.2. Indiquer les deux demi-équations intervenant dans la réaction d'oxydo-réduction notée (I) entre les ions hypochlorite les ions arsénite.

3.3. Ecrire les formules de Nernst relatives aux couples $AsO_{4(aq)}^{3-} / AsO_{2(aq)}^-$ et $ClO_{(aq)}^- / Cl_{(aq)}^-$.

3.4. Calculer la constante d'équilibre de la réaction (I).

3.5. Calculer la concentration exacte C_I en ions arsénite.

3.6. Calculer la concentration C_3 en ions hypochlorite dans la solution S .

3.7. A partir de ces résultats, retrouver le pourcentage en « chlore actif » dans la solution d'eau de Javel commerciale. On commentera le résultat obtenu.

4. Dosage potentiométrique d'une solution d'eau de Javel

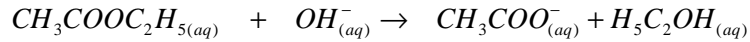
Il est possible également de doser directement la solution d'eau de Javel diluée S par la solution d'ions arsénite à l'aide d'un montage potentiométrique. On prélève alors 10,0 mL de la solution S que l'on place dans un bécher dans lequel on ajoute 40 mL d'eau et 0,5 g d'ions hydrogénocarbonate. La solution titrante d'ions arsénite est placée dans la burette.

4.1. Indiquer la nature des électrodes devant être utilisées pour ce titrage.

4.2. Quelle serait alors la courbe attendue ? Comment peut-on repérer l'équivalence du titrage ?

Partie C : Suivi conductimétrique d'une saponification

On se propose dans cette partie d'étudier la cinétique d'une réaction de saponification d'un ester organique l'acétate d'éthyle $CH_3COOC_2H_5$ par de la soude ($Na_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$). Au cours de cette réaction totale, on obtient de l'éthanol C_2H_5OH et une solution d'acétate de sodium ($Na_{(aq)}^+ + CH_3COO_{(aq)}^-$). L'équation bilan de la réaction est :



L'évolution de l'avancement x (mol) au cours du temps est déduit de la mesure de la conductivité de la solution. Dans une fiole jaugée de volume $V_0 = 200,0$ mL contenant déjà 100 mL d'eau distillée, on ajoute un volume $V_1 = 20,00$ mL d'une solution de soude de concentration $C_1 = 1,00 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹ puis un volume $V_2 = 1,00$ mL d'acétate d'éthyle. Le chronomètre est déclenché après l'ajout du volume V_2 . On complète ensuite rapidement jusqu'au trait de jauge par de l'eau distillée. La solution est transvasée dans un bécher plongé dans un bain thermostaté dont la température est maintenue à 30°C. La conductivité est mesurée à l'aide d'un capteur approprié plongé dans la solution.

1. Mesure de la conductivité

- 1.1 Quel est le nom usuel donné au capteur permettant de mesurer la conductivité de la solution ?
- 1.2. Afin de convertir la mesure par le capteur de la conductance G d'une portion de solution en conductivité σ , il est nécessaire de réaliser un étalonnage. Indiquer la méthode mise en œuvre permettant de réaliser cet étalonnage.
- 1.3. Le protocole expérimental proposé ne permet pas de mesurer σ_0 , la conductivité de la solution à $t = 0$. Proposer en quelques mots, une méthode expérimentale simple permettant d'accéder à cette valeur.

2. Evolution des quantités de matière au cours du temps

- 2.1. Calculer la quantité de matière n_1 en ions hydroxyde prélevée dans le volume V_1 .
- 2.2. Calculer la quantité de matière n_2 d'acétate d'éthyle prélevée dans le volume V_2 .
- 2.3. En notant x (mol), l'avancement de la réaction en quantité de matière à l'instant t , compléter le tableau d'avancement proposé en **annexe 2**, que l'on rendra avec la copie, en fonction de n_1 , n_2 et x .

3. Détermination expérimentale de l'avancement au cours du temps

La conductivité d'une solution dépend de la nature des ions présents et de leur concentration. Pour des solutions dont la concentration en ions reste faible, elle est donnée par la relation :

$$\sigma = \sum_i \lambda_i^\circ [X_i] \text{ où } [X_i] \text{ désigne la concentration de l'espèce chargée } X_i \text{ et } \lambda_i^\circ \text{ sa conductivité}$$

molaires limite (à dilution infinie). A titre de simplification, on admettra que ce modèle reste valable dans les conditions de l'expérience.

- 3.1. Réaliser un inventaire de toutes les espèces chargées présentes dans la solution.
- 3.2. Donner, en fonction de n_I , V_0 , x et des conductivités molaires limites λ_i° des ions impliqués, l'expression de :
 - 3.2.a. σ_0 la conductivité à l'instant $t = 0$.
 - 3.2.b. σ la conductivité à l'instant t .
 - 3.2.c. σ_∞ la conductivité au bout d'un temps très long, lorsque la réaction est terminée.
- 3.3. Montrer que l'avancement x s'exprime simplement en fonction de σ_0 , σ , σ_∞ et n_I .
- 3.4. Les résultats obtenus, à la température de 30°C, sont rassemblés dans le tableau suivant, reproduit également en **annexe 2**.

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	t = + ∞
σ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	146,0	132,2	124,1	118,4	114	110,9	108,4	106,5	102,0

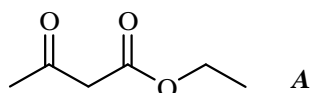
- 3.4.a. Compléter le tableau de l'**annexe 2**.
- 3.4.b. Tracer sur l'**annexe 2** la courbe $x(t)$.

4. Vitesse de la réaction de saponification

- 4.1. Définir puis déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ dans les conditions de l'expérience réalisée.
- 4.2. Donner l'expression de la vitesse volumique $v(t)$ de la réaction en fonction du volume V_0 de la solution et de l'avancement $x(t)$.
- 4.3. A partir de la courbe donnant $x(t)$ et réalisée sur l'**annexe 2**, calculer numériquement la vitesse volumique à $t = 0$ puis à $t = t_{1/2}$. Le résultat sera exprimé en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$.
- 4.4. On remarque expérimentalement que la cinétique de la réaction de saponification est plus lente lorsque la température du bain thermostaté est abaissée. Superposer au graphe de l'**annexe 2**, l'allure de la courbe $x(t)$ lorsque la température de la réaction de saponification est inférieure à 30°C (une représentation qualitative est demandée, la température étant le seul paramètre modifié).

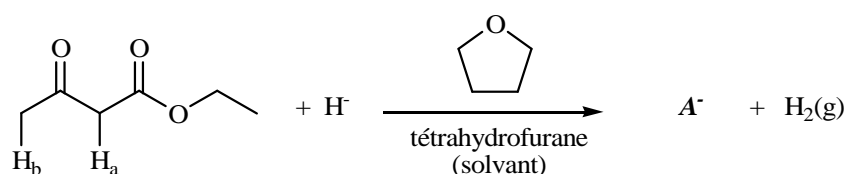
Partie D : Réactivité de l'acétoacétate d'éthyle

L'acétoacétate d'éthyle ou 3-oxobutanoate d'éthyle est un β cétoester que l'on notera **A**. Il est synthétisé par condensation de deux molécules d'acétate d'éthyle en présence d'une base forte. Nous allons dans cette partie nous intéresser à la réactivité particulière de ce composé.



1. Alkylation sélective

1.1. En solution dans le tétrahydrofurane anhydre (solvant), le cétoester **A** est traité par de l'hydrure de sodium ($Na^+ + H^-$) pour donner un monoanion A^- selon l'équation bilan.



- 1.1.a. Indiquer la raison pour laquelle le solvant doit être anhydre ?
- 1.1.b. Comment peut-on au laboratoire maintenir anhydre le tétrahydrofurane ?
- 1.1.c. Montrer que les deux atomes d'hydrogène H_a et H_b du cétoester sont particulièrement acides.
- 1.1.d. Justifier que le proton H_a soit plus acide que H_b . En déduire la structure du monoanion A^- .

1.2. A la solution de monoanion A^- on ajoute goutte goutte, à température ambiante, une solution de 1-iodobutane dans le tétrahydrofurane anhydre. Après réaction puis neutralisation, on isole un composé **B** de formule brute $C_{10}H_{18}O_3$.

- 1.2.a. Donner la structure du composé **B** obtenu.
- 1.2.b. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre le monoanion A^- et le 1-iodobutane.
- 1.2.c. Choisir parmi les termes suivants ceux qui s'appliquent à cette réaction : addition – réduction – élimination – substitution – radicalaire – électrophile – oxydation – nucléophile.

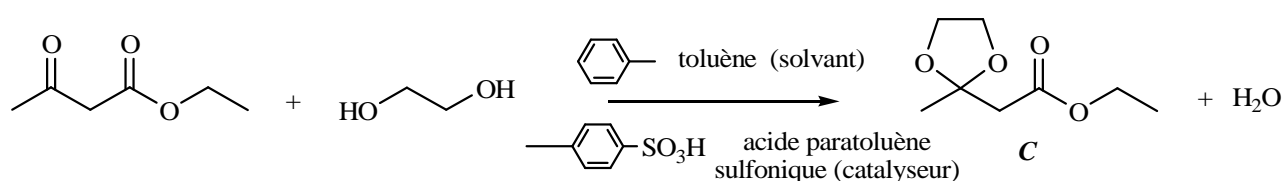
1.3. Une chromatographie sur couche mince du 3-oxobutanoate d'éthyle commercial et du composé **B** en solution à 1% dans la propanone est réalisée. L'éluant est un mélange pentane-diéthyléther.

- 1.3.a. Rappeler le principe d'une chromatographie sur couche mince.
- 1.3.b. Indiquer les différentes étapes de sa réalisation.
- 1.3.c. Quelle information peut nous révéler le chromatogramme ainsi préparé ?
- 1.3.d. Comment révéler simplement la plaque ?
- 1.3.e. Qu'appelle-t-on rapport frontal R_f . Quel est son intérêt ?

2. Réduction sélective

2.1. Dans un ballon on mélange 100 mmol de composé **A**, 110 mmol d'éthane 1,2-diol, 50 mL de toluène et 0,5 g d'acide paratoluène sulfonique (catalyseur). On adapte le ballon au Dean Stark dont le schéma est donné en *annexe 3*. Le mélange est chauffé à reflux jusqu'à ce que le niveau d'eau dans le Dean Stark soit constant. Au cours de cette réaction, l'eau et le toluène sont les seuls composés volatils. Ils forment un hétéroazéotrope de température 84 °C et de fraction molaire en eau de 0,45 sous la pression atmosphérique. A l'état liquide, ils sont non miscibles.

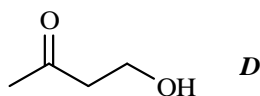
L'équation de la réaction est :



Après réaction, la phase organique est neutralisée, lavée puis séchée sur sulfate de magnésium solide. Après évaporation du solvant, on obtient 15,1 g de composé **C** solide.

- 2.1.a. Calculer le rendement de la réaction.
- 2.1.b. Compléter le schéma de l'*annexe 3*, que l'on rendra avec sa copie, en indiquant le nom des éléments du montage et la composition des mélanges liquides.
- 2.1.c. Indiquer à l'aide de flèches sur le schéma de l'*annexe 3*, le chemin parcouru par les fluides (vapeur ou liquide) dans le montage. On prendra soin de différencier le toluène et l'eau.
- 2.1.d. Justifier le terme de recyclage du solvant.
- 2.1.e. Quel est l'intérêt du Dean Stark.
- 2.1.f. Citer une autre synthèse en chimie organique où ce matériel est utilisé.

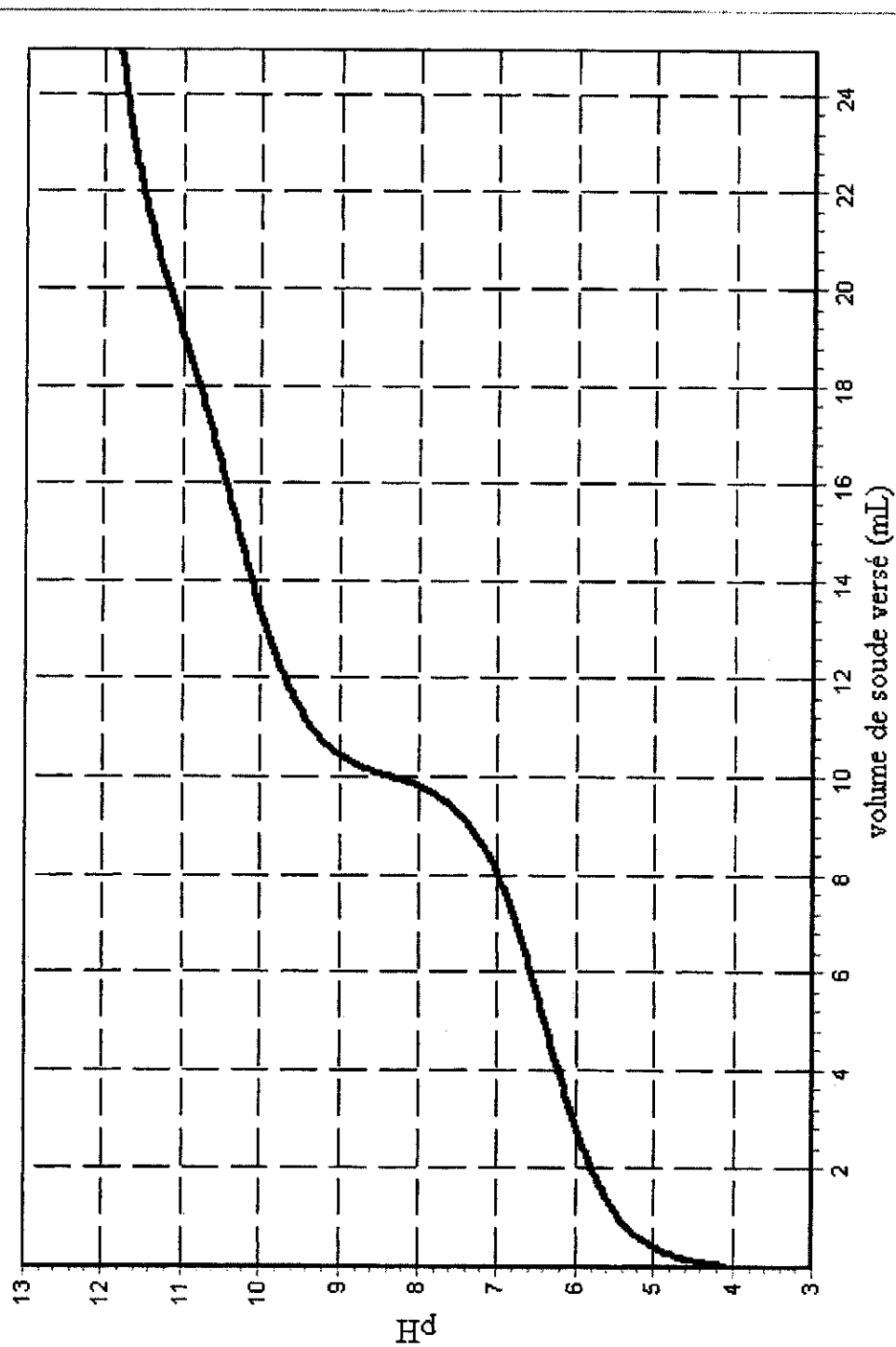
2.2. On réalise ensuite une réduction sélective de la fonction ester de **C** par l'hydrure de lithium et d'aluminium LiAlH₄ en solution dans le tétrahydrofurane anhydre. Après réduction, le mélange est hydrolysé en présence d'une solution aqueuse d'acide sulfurique. Après extraction et purification on isole le composé **D** dont la formule topologique est :



- 2.2.a. Donner le nom du composé **D**.
- 2.2.b. Indiquer l'intérêt d'avoir réalisé l'étape précédente amenant la formation du composé **C** pour la synthèse de **D**.

CHIMIE (partie B)**Annexe I**

Dosage pH métrique d'une solution d'acide carbonique $H_2CO_{3(aq)}$ par de la soude ($Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$).



Académie :

Session :

Concours :

Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Intitulé de l'épreuve :

NOM :

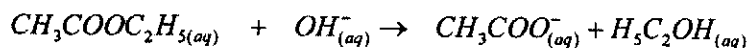
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

MEN2009/TLBe/i

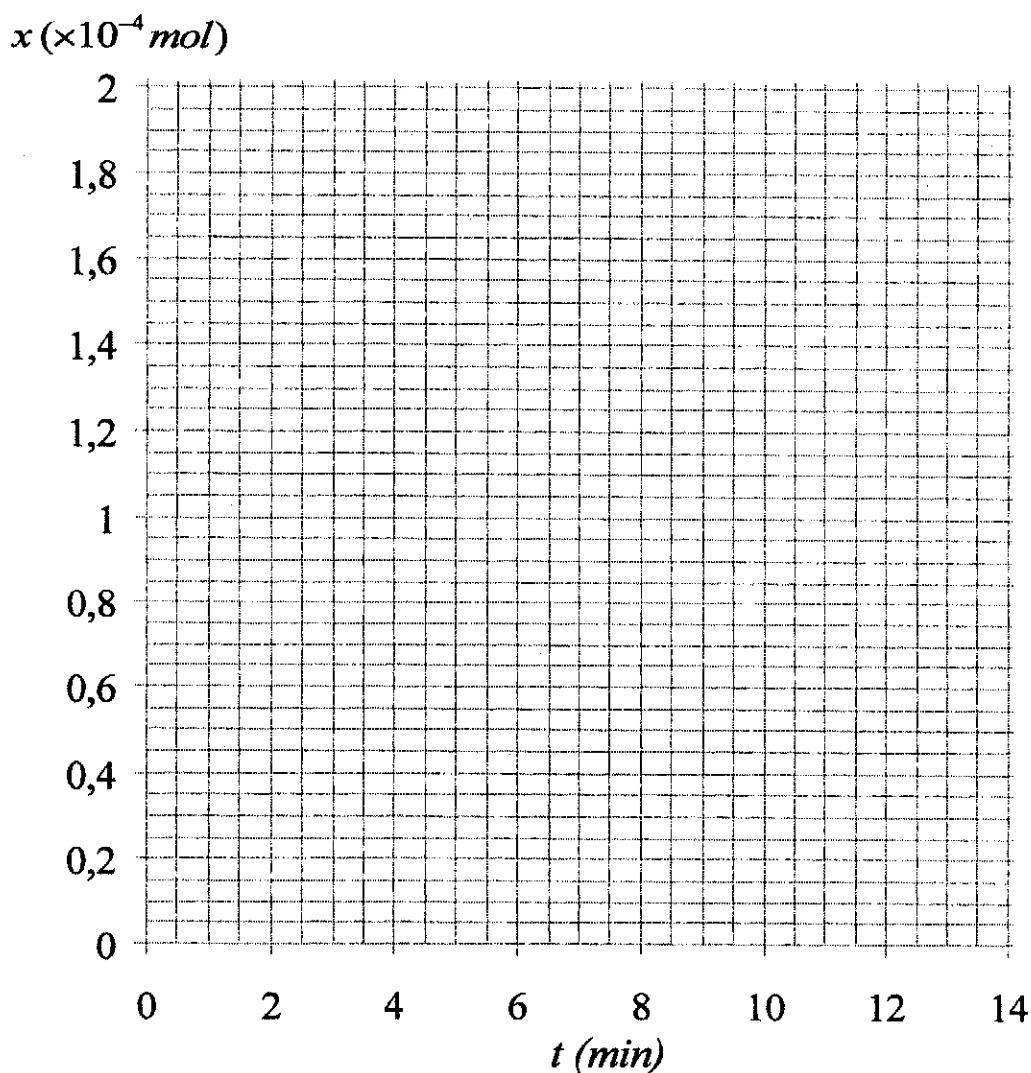
CHIMIE (partie C)**Annexe 2****Document réponse à rendre avec la copie****C.2. Tableau d'avancement de la réaction de saponification de l'acétate d'éthyle :**

	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	OH^-	CH_3COO^-	$\text{H}_5\text{C}_2\text{OH}$
$t = 0$				
t				
$t = +\infty$				

C.3. Détermination expérimentale de l'avancement

Résultats obtenus à la température de 30°C :

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	$t = +\infty$
σ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	146,0	132,2	124,1	118,4	114	110,9	108,4	106,5	102,0
x (mol)									

Représentation graphique de l'avancement au cours du temps

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

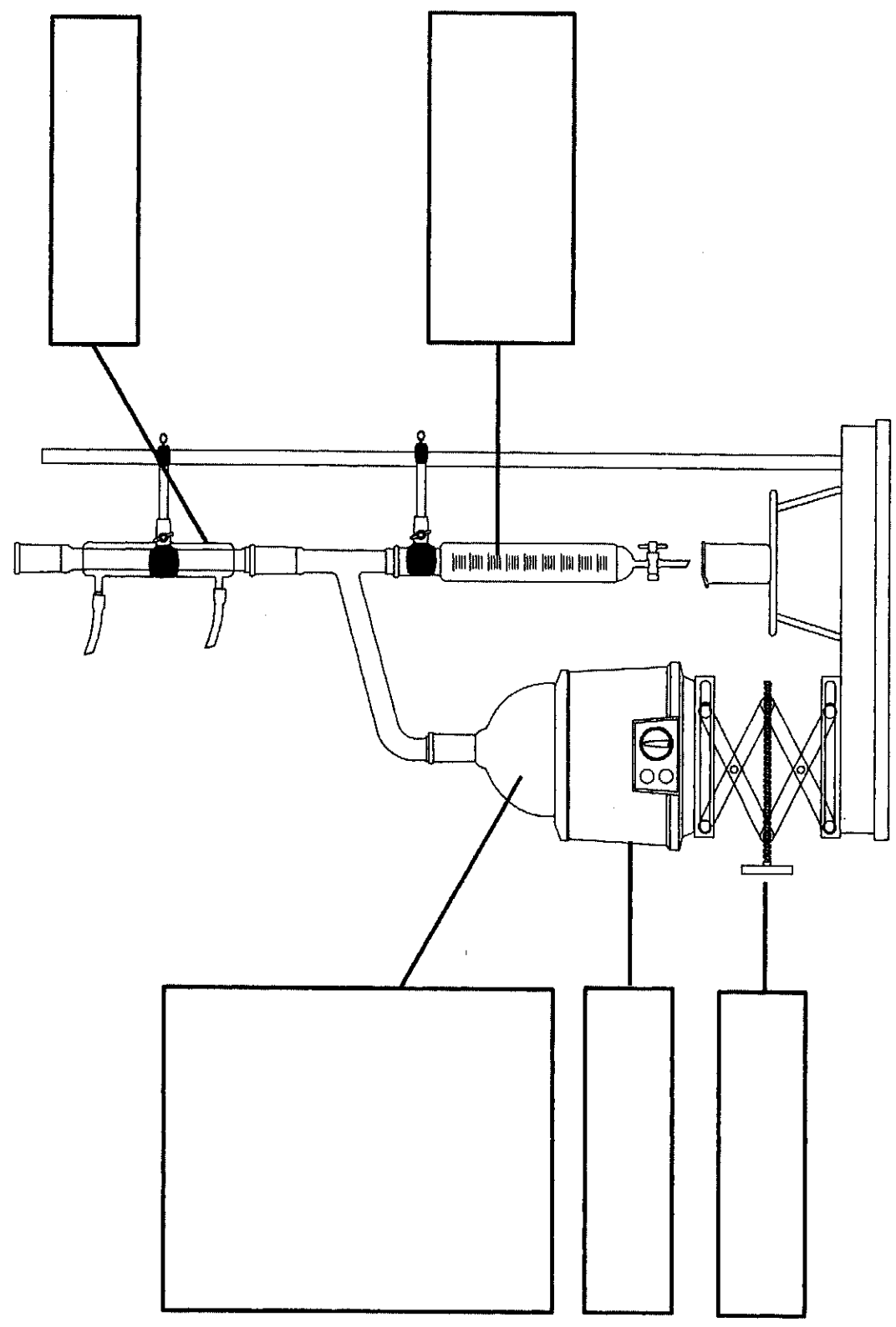
MEN2009/TLBe/i

Annexe 3

CHIMIE (partie D)

Document réponse à rendre avec la copie

D.2. : Montage Dean Stark



PHYSIQUE**Partie A : Mécanique, étude d'une bille.**

Une bille métallique est utilisée pour différentes manipulations indépendantes.

On rappelle que le volume V d'une sphère de rayon r a pour expression $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

On donne les masses volumiques de quelques métaux :

métal	Masse volumique en kg.m^{-3}
aluminium	2700
acier	7850
nickel	8900

On prendra pour valeur de l'intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

1. Première manipulation : mesures

Le diamètre de la bille est mesuré au pied à coulisse, on trouve 2,0 cm.

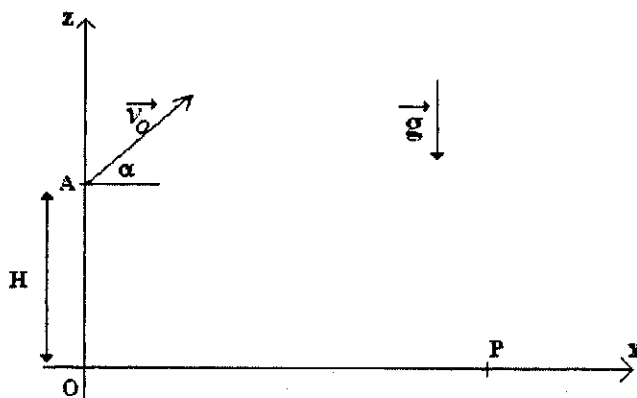
La bille est pesée sur une balance, on trouve 32,9 g.

Est-elle fabriquée en aluminium, en acier ou en nickel ? Justifier

2. Deuxième manipulation : mouvement dans un champ de pesanteur

La bille est utilisée en classe pour étudier le mouvement d'un projectile évoluant dans le champ de pesanteur terrestre supposé uniforme.

Sa trajectoire est filmée et enregistrée pour être travaillée avec les élèves. Le lanceur de la bille peut être incliné d'un angle α . La bille de masse $m = 32,9 \text{ g}$ est lancée à la date $t = 0 \text{ s}$ d'un point A, repéré par son altitude H dans le repère Oxyz, voir schéma.



Le vecteur vitesse initial \vec{v}_0 fait un angle α avec l'horizontale. Le mouvement s'effectue dans le plan vertical (xOz), tel que le champ de pesanteur \vec{g} est parallèle à Oz. On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen. On néglige la résistance de l'air et la force d'Archimède.

La bille est repérée à l'instant t par ses coordonnées $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$.

- 2.1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la bille lors de son mouvement.
- 2.2. En précisant la loi utilisée, établir les équations horaires du mouvement, $x = f(t)$ et $z = f(t)$.
- 2.3. En déduire l'équation de la trajectoire de la bille $z = f(x)$.
- 2.4. On souhaite donner aux élèves la valeur de la vitesse initiale que donne le lanceur à la bille. Pour cela, on réalise un premier lancer avec un angle $\alpha = 30^\circ$, une valeur de H égale à 1,5 m, on obtient une portée OP égale à 3,50 m. Déterminer alors le vecteur \vec{v}_0 .

3. Troisième manipulation : oscillations élastiques

La bille de masse $m = 32,9$ g est accrochée à un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur k .

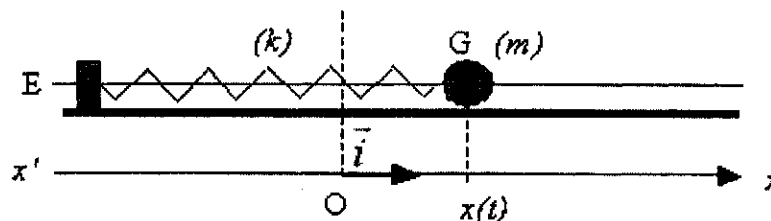
3.1. Equilibre du dispositif en suspension verticale

L'ensemble du dispositif solide-ressort est suspendu verticalement à un support fixe et placé dans le champ de pesanteur terrestre.

- 3.1.a. Rappeler l'expression vectorielle de la force exercée par le ressort sur la bille en fonction de l'allongement x du ressort, on choisira un vecteur unitaire \vec{i} orienté dans le sens de l'allongement. ($x = l - l_0$ où l est la longueur du ressort déformé et l_0 la longueur du ressort à vide).
- 3.1.b. Faire un schéma où cette force apparaît.
- 3.1.c. A l'équilibre, le ressort s'est allongé de 4,1 cm. Déterminer la valeur de la constante de raideur du ressort.

3.2. Mise en oscillations du dispositif en position horizontale

On peut modéliser un oscillateur mécanique horizontal par un système bille-ressort constitué d'une bille de masse m , fixée à l'extrémité d'un seul ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k .



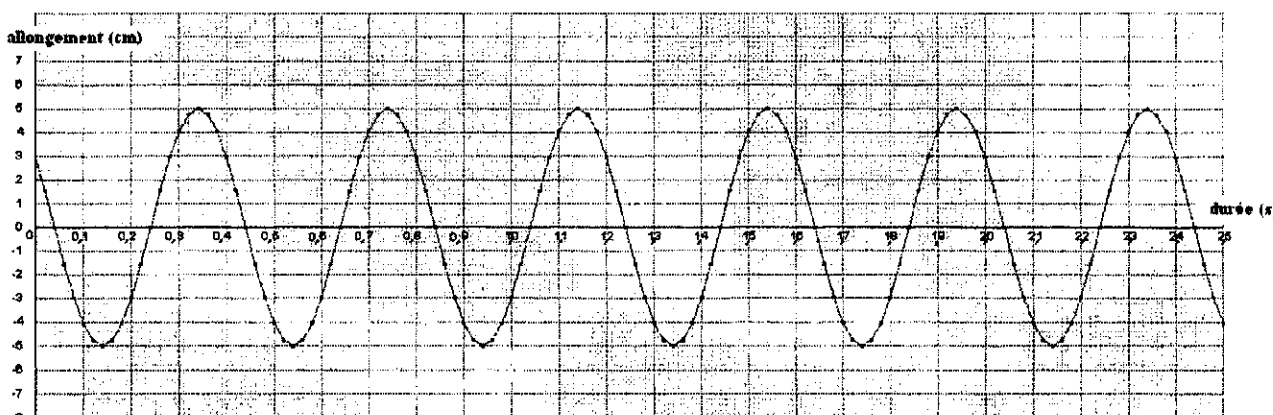
Le dispositif expérimental est réalisé en utilisant le ressort et la masse précédents, placés horizontalement.

La position du centre d'inertie G de la bille est étudiée dans un référentiel terrestre considéré comme galiléen et repérée par son abscisse $x(t)$ sur un axe horizontal $x'Ox$. L'origine des abscisses correspond à l'abscisse de G lorsque la bille est à l'équilibre.

Dans cette étude tous les frottements sont négligés.

- 3.2.a. Indiquer comment mesurer correctement la période des oscillations à l'aide d'un chronomètre.
- 3.2.b. En appliquant la deuxième loi de Newton au solide, établir l'équation différentielle du mouvement de son centre d'inertie G.
- 3.2.c. Proposer une solution pour cette équation différentielle, en déduire l'expression de la période propre T_0 de l'oscillateur
- 3.2.d. Un dispositif d'enregistrement de la position x en fonction du temps donne le résultat imprimé ci-dessous :

Déterminer T_0 la période des oscillations. En déduire une valeur de k .



- 3.2.e. On vous demande de mettre en œuvre le dispositif pour réaliser cette manipulation (y compris un système d'enregistrement). Lister le matériel qui vous semble utile.

3.3. Comparaison

Comparer les deux valeurs de la constante de raideur trouvées au 3.1.c et au 3.2.d. On calculera l'écart en pourcentage entre les deux valeurs trouvées.

4. Quatrième manipulation : mouvement dans un fluide

La bille est utilisée dans un dispositif appelé viscosimètre de HOEPLER (ou viscosimètre à chute de bille). Il se compose d'un long tube de verre vertical, rempli d'un liquide visqueux (glycérine), dans lequel on laisse tomber la bille. La viscosité renseigne sur la résistance d'un fluide à s'écouler.

La durée de chute Δt correspondant à une distance de chute h connue est mesurée à l'aide de deux capteurs reliés à un chronomètre électronique. Les deux capteurs sont repérés par les positions R_1 et R_2 comme le montre le schéma ci-contre.

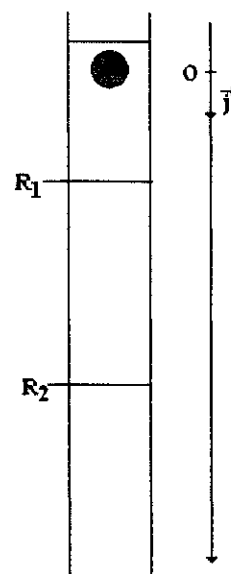
Données :

Rayon de la bille : $r = 1,0$ cm.

Masse volumique de la bille : ρ , valeur inconnue en kg.m^{-3}

Masse volumique de la glycérine : $\rho_0 = 1,26.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

Viscosité de la glycérine : $\eta = 1,48$ S.I (système d'unité international).



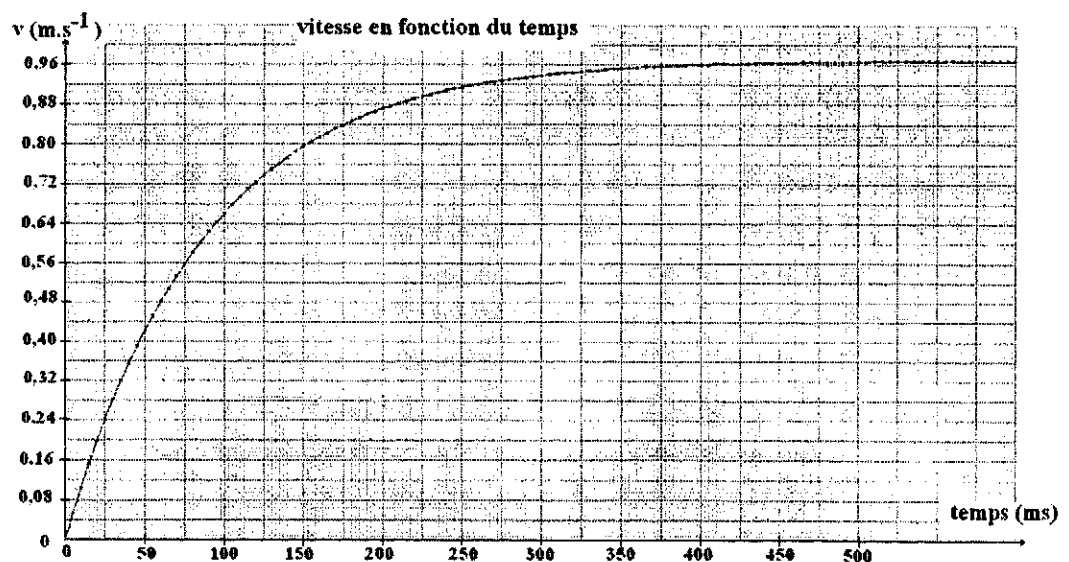
4.1. Etude des forces s'exerçant sur la bille

On étudie le mouvement de la bille dans le référentiel terrestre (considéré comme galiléen) muni d'un repère (O, \vec{j}) . O est l'origine du repère. Son vecteur unitaire \vec{j} est vertical et orienté vers le bas. La bille totalement immergée dans le liquide, est abandonnée du point O sans vitesse initiale. Son volume est noté V .

- 4.1.a. Représenter sur un schéma, sans souci d'échelle, les forces appliquées à la bille en mouvement dans le liquide : son poids \vec{P} , la poussée d'Archimède \vec{P}_A et la force de frottement fluide \vec{f} .
- 4.1.b. Exprimer littéralement la valeur P du poids de la bille en fonction de ρ , V et g .
- 4.1.c. Exprimer littéralement la valeur P_A de la poussée d'Archimède en fonction de ρ_0 , V et g .
- 4.1.d. Dans le cas du fluide étudié, la force de frottement \vec{f} est proportionnelle à la vitesse \vec{v} de chute de la bille : $\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$ où η est la viscosité de la glycérine. Par une analyse dimensionnelle, donner l'unité de η .

4.2. Vitesse limite

- 4.2.a. Lors de sa chute, la bille atteint rapidement sa vitesse limite v_{lim} avant son passage au niveau du repère R_1 .
Quel est le mouvement de la bille entre les deux repères R_1 et R_2 ?
Justifier la réponse.
Quelle est alors la relation vectorielle liant les forces appliquées à la bille ?
Justifier.
On mesure la durée de chute de la bille entre les repères R_1 et R_2 distants d'une hauteur $h = 40,0$ cm. On obtient $\Delta t = 0,41$ s.
Calculer la vitesse limite v_{lim} de la bille.



- 4.2.b. La courbe $v = f(t)$, ci dessus permet de mettre en évidence deux régimes distincts pour le mouvement de la bille.
Nommer ces deux régimes dans l'ordre chronologique.
Déterminer graphiquement la vitesse limite v_{lim} de la bille et la comparer à la valeur déterminée précédemment.

4.2.c. Proposer un protocole expérimental permettant d'obtenir cette courbe $v(t)$.

4.2.d. En projetant la relation vectorielle établie précédemment au 4.2.a. dans le repère (O, \vec{j}) , montrer que l'on obtient la relation suivante :

$$9 \eta v_{\text{lim}} = 2 r^2 g (\rho - \rho_0).$$

En déduire la valeur de ρ et le métal avec lequel la bille a été fabriquée.

Conclusions.

4.3 Étude théorique du mouvement de la bille

À l'instant choisi comme origine des dates, la bille est abandonnée sans vitesse initiale au point O.

4.3.a. En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle liant la vitesse de la bille et sa dérivée par rapport au temps est

$$\text{de la forme : } \frac{dv}{dt} + Av = B$$

Etablir les expressions des termes A et B dans cette équation et calculer les valeurs de A et B (avec les unités du S.I.).

4.3.b. Exprimer la vitesse limite atteinte par la bille v_{lim} en fonction de A et B et la calculer. Comparer aux valeurs précédemment obtenues.

4.3.c. La courbe d'évolution de la vitesse au cours du temps peut être tracée par la méthode itérative d'Euler.

Cette méthode permet de résoudre numériquement l'équation différentielle et de calculer, pas à pas, de façon approchée, les valeurs de la vitesse instantanée v_i et de l'accélération a_i à l'instant t_i .

Déduire de la question 4.3.a. les relations suivantes :

$$v(t_i) = v(t_{i-1}) + a(t_{i-1}) \cdot \Delta t' \quad \text{où } \Delta t' \text{ est le pas d'itération du calcul.}$$

$$a(t_i) = B - A \cdot v(t_i)$$

4.3.d. Un extrait de la feuille de calcul est donné dans le tableau ci-dessous

t (s)	v (m.s ⁻¹)	a (m.s ⁻²)
0	0,00	8,23
0,05	0,41	4,74
0,1	0,65	2,73
0,15	0,79	1,57
0,2	0,86	0,91
0,25	0,91	0,52
0,3		0,30
0,35	0,95	
0,4	0,96	0,10
0,45	0,96	0,06
0,5	0,97	0,03

Quel est le pas $\Delta t'$ utilisé pour les calculs ?

En utilisant la méthode d'Euler, calculer la vitesse v_6 à la date $t = 0,30$ s et l'accélération a_7 à la date $t = 0,35$ s.

Partie B : Ondes et Lumière

Données :

Constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s

1 eV = $1,60 \cdot 10^{-19}$ J

Développements limités usuels :

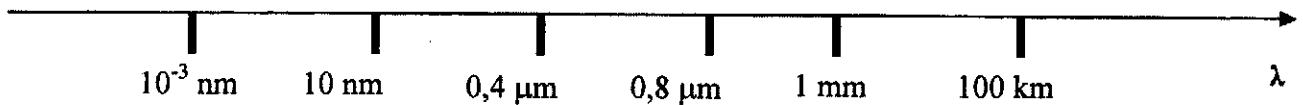
$\cos(x) = 1 - x^2/2!$

$\sin(x) = x - x^3/3!$

$\tan(x) = x + x^3/3$

1. Dualité onde-corpuscule

- 1.1. Donner les caractéristiques d'une onde électromagnétique.
- 1.2. Qu'est-ce qu'un photon ? Quelles sont ses caractéristiques ?
- 1.3. Recopier sur votre copie l'échelle des longueurs d'onde ci-dessous et y indiquer les domaines suivants : visible, IR, UV, rayons X, rayons γ , ondes hertziennes. Préciser sur cet axe les couleurs correspondant aux valeurs limites (dans le vide) du spectre visible.

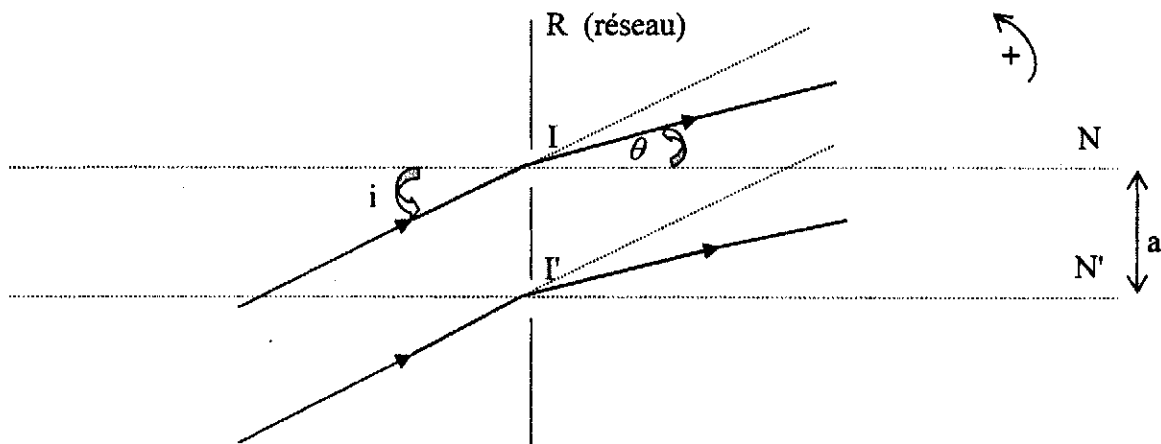


- 1.4. Attribuer à chacune des zones précédentes un exemple de source choisi parmi les suivants : radiateur électrique, traceur en imagerie médicale, lampe à vapeur de mercure, tube de Coolidge, téléphone portable, laser.
- 1.5. La station France Inter émet en modulation d'amplitude sur la fréquence 164 kHz. Pourquoi qualifie-t-on France Inter d'émetteur « Grandes Ondes » ?
- 1.6. Calculer en joules puis en électrons-volts, l'énergie des photons de fréquence respective $5,00 \cdot 10^{17}$ Hz et $2,83 \cdot 10^{13}$ Hz. Identifier ces deux rayonnements sur le schéma recopié. Quel est le plus dangereux ? Ce dernier est qualifié de « radiation ionisante » : que signifie ce terme ? Quel autre type de radiations comporte les mêmes risques ?
- 1.7. Dans quels dispositifs rencontrés dans les laboratoires des lycées, les radiations électromagnétiques présentent-elles des risques avérés pour l'être humain ?

2. Etude d'un réseau

2.1. Formule fondamentale

Considérons un réseau par transmission de pas a , dont nous supposons les fentes infiniment fines et parallèles, éclairé par un faisceau de lumière parallèle, monochromatique de longueur d'onde λ , sous une incidence i . L'angle de diffraction est noté θ (voir schéma ci-dessous).



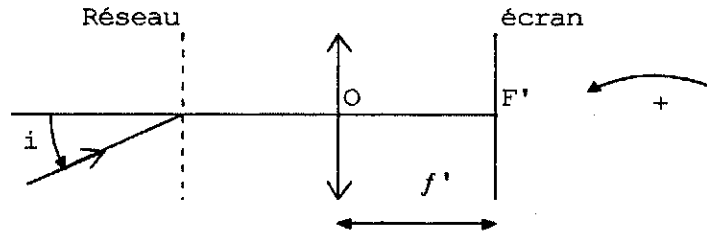
- 2.1.a. Exprimer la différence de marche δ entre deux rayons homologues séparés par une distance a dans le plan du réseau.
Montrer que l'on observe des maxima d'intensité dans les directions θ_k données par :

$$\boxed{\sin\theta_k = k\left(\frac{\lambda}{a}\right) + \sin i} \quad k \text{ étant un entier}$$

- 2.1.b. Un réseau de 500 traits par millimètre est utilisé sous incidence normale avec une source de longueur d'onde $\lambda = 600 \text{ nm}$. Déterminer les ordres observables et calculer les positions des maxima principaux.

2.2 Observation du spectre de la lumière blanche.

- 2.2.a. Le réseau précédent reçoit un faisceau de lumière blanche de longueurs d'onde : $0,400 \mu\text{m} < \lambda < 0,800 \mu\text{m}$. On étudie le spectre diffracté d'ordre 1. Le faisceau émergent est recueilli sur un écran, dans le plan focal image d'une lentille convergente de distance focale $f' = 1,0 \text{ m}$.
Quelle est la valeur de l'angle d'incidence i pour que le faisceau de longueur d'onde moyenne $\lambda_{\text{moy}} = 0,600 \mu\text{m}$ converge en F' foyer principal image de la lentille ?



- 2.2.b. Déterminer les distances entre F' et les raies associées aux radiations extrêmes du spectre. En déduire l'étalement sur l'écran du spectre obtenu.

2.3. Détermination d'une longueur d'onde

- 2.3.a. Justifier l'expression suivante : $a \cdot \cos \theta_k d\theta = k d\lambda$ pour i fixé.
Que devient cette expression pour θ_k proche de 0 ?
- 2.3.b. Δx étant la distance dans le plan focal de la lentille entre deux raies de longueurs d'onde voisines. Démontrer que, pour θ_k proche de 0, $\Delta x = \alpha \cdot \Delta \lambda$. Exprimer α en fonction k, f' et a .

3. Exploitation du spectre de Fraunhofer

- 3.1. Le soleil est une étoile moyennement chaude en surface, la couleur perçue est jaune.

La longueur d'onde à laquelle le rayonnement est le plus intense, à une température précise, est donnée par la loi de Wien :

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{k}{T}$$

T : température effective de la source, exprimée

en kelvin

k : constante, $k = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m.K}$

En déduire la température de surface de notre étoile, sachant que $\lambda_{\text{max}} = 500 \text{ nm}$ si l'on considère le rayonnement global.

- 3.2. Les étoiles Rigel et Bételgeuse de la constellation d'Orion sont des étoiles respectivement bleue et rouge. Classer ces étoiles par ordre croissant de leur température de surface.
- 3.3. On visualise le spectre de la lumière provenant du Soleil. Il s'agit d'un spectre présentant un fond coloré sur lequel apparaissent quelques raies noires. A quel type de spectre appartient celui du Soleil ? Comment interpréter les raies noires présentes dans ce spectre ?
- 3.4. Dès 1814, le physicien allemand Fraunhofer remarque la présence de raies noires dans le spectre du Soleil. Kirchhoff mesure la longueur d'onde de plusieurs milliers de ces raies et montre qu'elles coïncident avec celles émises par diverses entités chimiques : hydrogène, calcium, cuivre, fer, zinc,... Il publie en 1861, le premier atlas du système solaire.

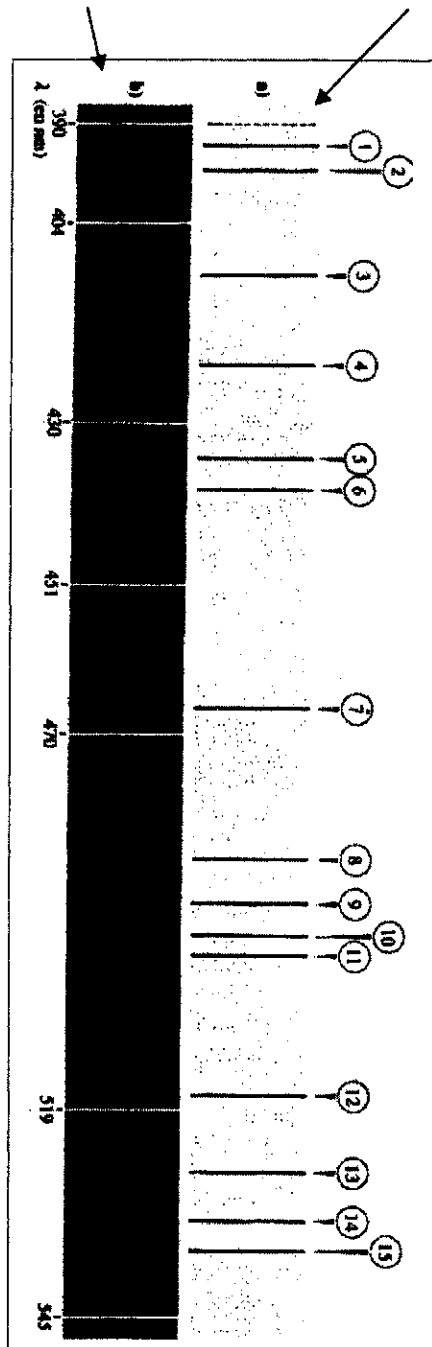
Le document de l'**annexe** présente un extrait du spectre visible du Soleil. Les principales raies noires (repérées par un numéro) sont représentées par un trait noir. On dispose également, d'un extrait du spectre de raies d'émission de l'argon obtenu avec le même spectroscopie dans les mêmes conditions qui pourra vous servir à tracer « une courbe d'étalonnage ».

- 3.4.a. En utilisant la raie d'émission de 390 nm comme référence, proposer une méthode de détermination des longueurs d'onde des raies noires observées dans le spectre du Soleil.
- 3.4.b. Déterminer ces longueurs d'onde.
- 3.5. A partir des valeurs obtenues dans la question précédente et des longueurs d'onde en nanomètre figurant dans le tableau ci-après, identifier des éléments présents dans la chromosphère du Soleil.

H	410,2	434	486,1	656,3		
Na	589,0	589,6				
Mg	518,4					
Ca	422,7	466	527	585,7	612	
Ca⁺	393,4	396,8				
Fe	438,3	491,9	496	532,8	537,1	539,7
Mn	403,6					
Ni	508,0					

extrait du spectre visible du Soleil

b) Spectre d'émission de l'argon a) Spectre du soleil



D'après les fiches d'activités
du CLEA hors série n°7

PHYSIQUE APPLIQUEE

Le sujet comporte 6 parties indépendantes. Celles-ci peuvent donc être traitées de manière indépendante, mais il serait préférable de respecter l'ordre dans lequel elles apparaissent.

N.B : Les documents réponses, même vierges doivent être rendus avec la copie.

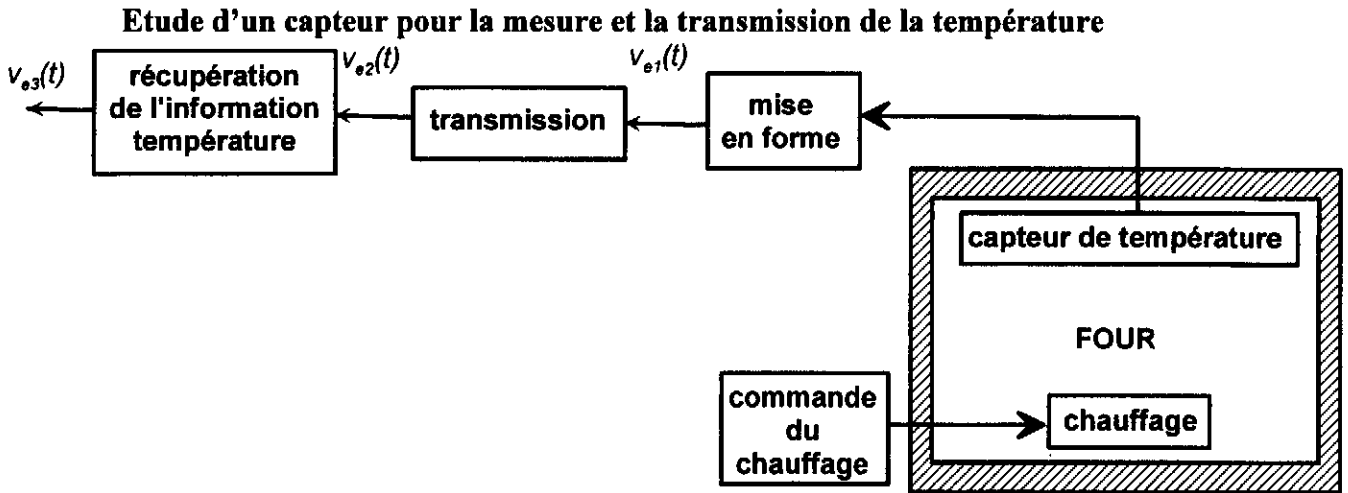
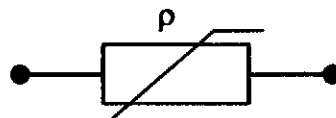


figure 1

Partie A : Le capteur

Dans cette partie on va s'intéresser à un capteur de type résistance CTN. On cherchera, d'une manière graphique, à définir la sensibilité et la linéarité pour un intervalle de température donné.



L'évolution de la résistance ρ , exprimée en ohms, est donnée par la relation :

$$\rho = R_{298} e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right)}$$

Où T est la température exprimée en kelvins et ρ la résistance en ohms

avec : $R_{298} = 22 \text{ k}\Omega$ (résistance à 298 K) et $B = 4200 \text{ K}^{-1}$

On rappelle que la relation qui permet de convertir des températures exprimées en kelvins, en degrés Celsius est : $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273,15$

1. Que signifie le sigle C.T.N ?
2. Ce capteur est-il linéaire ?
3. Citer au moins 2 autres capteurs de température.
4. Calculer la résistance ρ à la température de $30^{\circ}C$.

5. En utilisant l'**annexe 1** qui précise l'évolution de ρ (en Ω) en fonction de la température (en $^{\circ}\text{C}$), déterminer à l'aide d'une construction graphique la sensibilité de la C.T.N. au voisinage de 0°C ; Préciser l'unité de cette sensibilité.
6. Que pourra-t-on dire, de façon qualitative, de la sensibilité du capteur au voisinage de 100°C ?
7. On souhaite vérifier le relevé de la caractéristique de la résistance ρ en fonction de la température.
 - 7.1. Proposer un schéma de montage.
 - 7.2. Donner une liste du matériel permettant de mener à bien cet essai.
 - 7.3. Préciser le mode opératoire de l'essai.

Partie B : Le conditionnement de la température

Dans cette partie, on utilise un montage « diviseur de tension » c'est-à-dire que l'on met en série avec le capteur une résistance R . Deux possibilités représentées figure 2 sont envisageables :

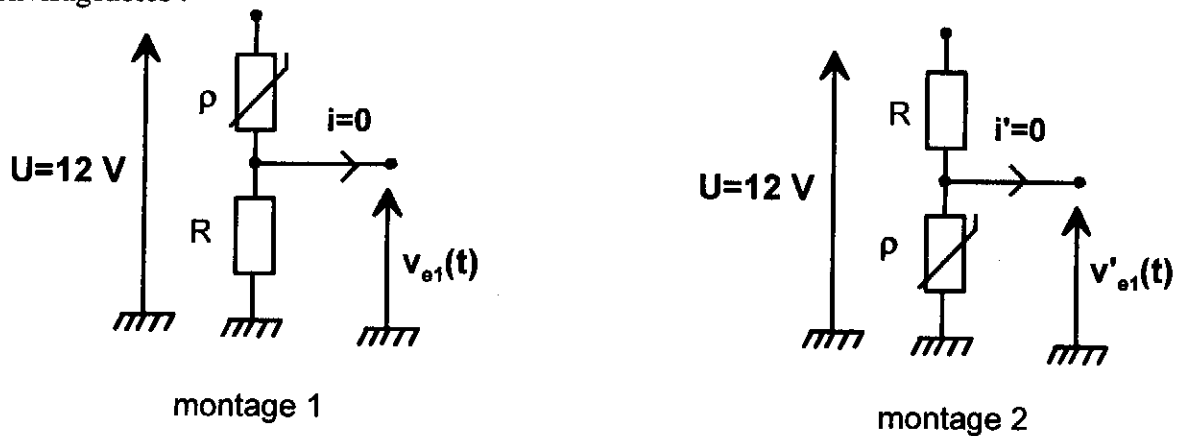


figure 2

1. Pour chaque montage, donner l'expression de v'_{e1} et de v_{e1} en fonction R , ρ et U .
2. On souhaite que le montage à utiliser puisse fournir une tension qui augmente lorsque la température augmente. Quel montage doit-on choisir ? Justifier la réponse.
3. Pour une température de 50°C , le capteur a une résistance ρ égale à $7390\ \Omega$. En utilisant le montage 1 déterminer la résistance R à employer si l'on veut qu'à cette température la tension v_{e1} ait une valeur de 5 volts.

Partie C : « Transmission de la température »

On admet que $v_{e1} = \gamma \cdot \theta$ Avec $\gamma = 3,85 \cdot 10^{-2} \text{ V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

Le transmetteur est représenté dans son principe sur la figure 3. L'amplificateur opérationnel, supposé idéal, alimenté entre V_{CC} et la masse, fonctionne ici en commutation, c'est-à-dire :

Si $V^+ > V^-$ on a $v_{e2} = V_{CC}$

Si $V^+ < V^-$ on a $v_{e2} = 0$

Sur l'entrée inverseuse, on applique une tension en dents de scie qui a pour expression

$$v^-(t) = \frac{V_{CC}}{T_r} \times t \quad \text{dans l'intervalle } [0, T_r].$$

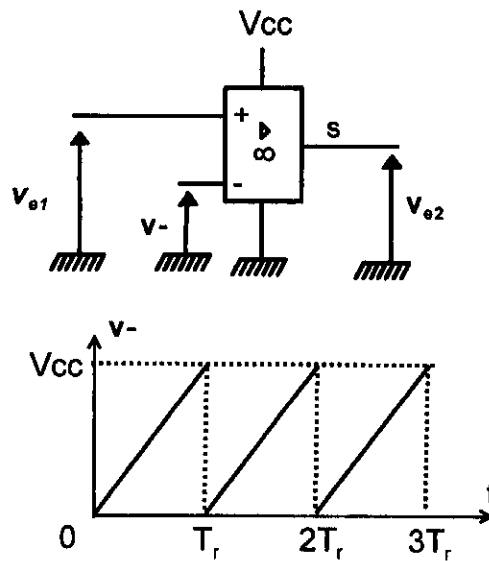


figure 3

1. L'annexe 2 donne les chronogrammes de $V^-(t)$ et de $v_{e1}(t)$ pour 2 valeurs de $v_{e1}(t)$. Représenter les chronogrammes de sortie dans les deux cas considérés.
2. En se plaçant dans l'intervalle $[0, T_r]$, déterminer la largeur Δt de l'impulsion $v_{e2}(t)$ (durée pendant laquelle $v_{e2}(t) = V_{CC}$) en fonction de v_{e1} , T_r et V_{CC} .
3. Montrer que Δt peut s'écrire $\Delta t = \beta \theta$ et exprimer β .
4. Le signal $v_{e2}(t)$ est en fait un signal modulant pour un émetteur que l'on n'étudie pas ici. Quelles propriétés de $v_{e2}(t)$ contiennent l'information température ?

Partie D : Récupération de l'information

Après avoir été transmis, le signal contenant l'information température est récupéré par le dispositif de la figure 4.

On admet donc que la largeur d'impulsion Δt reste proportionnelle à la température mesurée selon:

$$\Delta t = \beta \theta \text{ avec } \beta = 7,7 \cdot 10^{-5} \text{ s} \cdot \text{°C}^{-1}.$$

On appelle $\alpha = \frac{\Delta t}{T_r}$ et on donne $T_r = 10 \text{ ms}$ et $U = 5 \text{ V}$

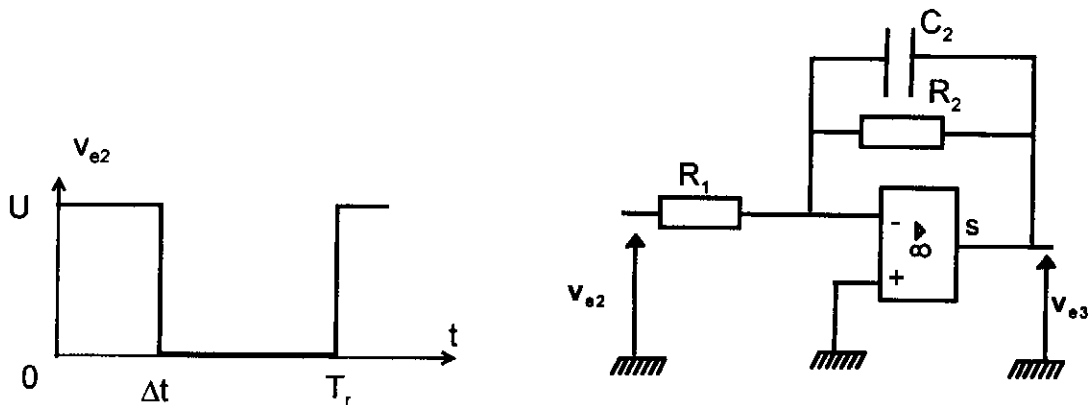


figure 4

La tension v_{e2} est périodique et peut s'écrire comme une somme de fonctions sinusoïdales comportant 4 termes :

$$v_{e2}(t) = V_{e20} + V_{e21} \cos(2\pi \cdot f t + \varphi_1) + V_{e22} \cos(4\pi \cdot f t + \varphi_2) + V_{e23} \cos(6\pi \cdot f t + \varphi_3)$$

avec pour $n \geq 1$ $V_{e2n} = 2U \frac{\sin(\pi \cdot n \alpha)}{\pi n}$ et $f = \frac{1}{T_r}$

1. Que représente le terme V_{e20} dans l'écriture de $v_{e2}(t)$?
2. Déterminer V_{e20} en fonction de Δt , T_r et U .
3. Pour la suite du problème, on prend $\theta^\circ = 80 \text{ °C}$. Calculer α et V_{e20} .
4. Calculer V_{e21} .
5. Préciser qualitativement, le type et l'ordre du filtre utilisé à la figure 4.
6. Exprimer alors la transmittance complexe $\underline{T}(j\omega) = \frac{v_{e3}}{v_{e2}}$ et la mettre sous la forme :

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{T_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_c}} \quad \text{où } \omega_c \text{ représente la pulsation de coupure que l'on définira.}$$

Exprimer alors T_0 , ω_c en fonction de R_2 , R_1 et C .

7. Proposer une liste de matériel permettant d'effectuer le relevé de la courbe de gain du filtre étudié ; détailler les applications numériques qui permettront d'exploiter les mesures effectuées.
8. Dans l'annexe 3, on fournit en document réponse la courbe de gain du filtre.
Par une méthode graphique et en faisant apparaître les constructions compléter le tableau de cette annexe.
9. Quelle sera l'allure de la tension $v_{e3}(t)$? Quel est alors le rôle du filtre étudié ?

Partie E : Transmission de l'information par une liaison de type série

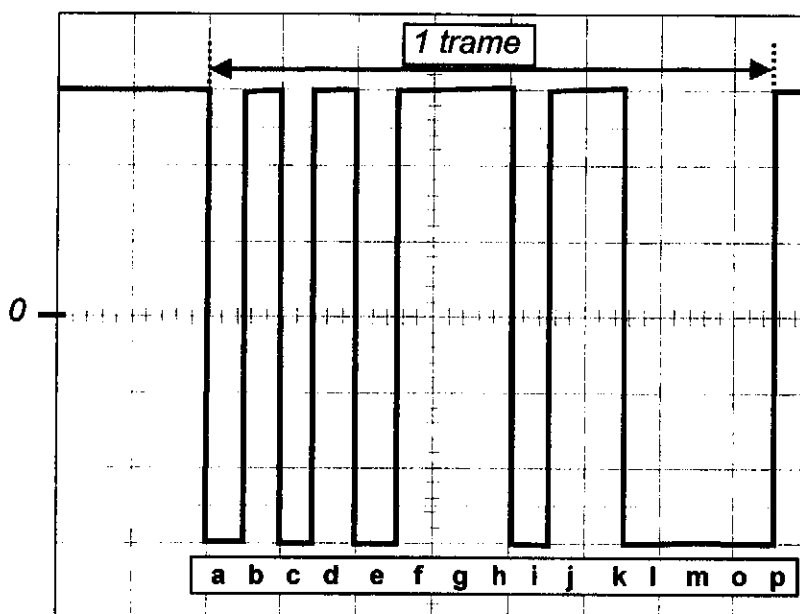
Dans cette partie, le nombre [N], formé de 0 et de 1, appelé « trame » est fourni par un convertisseur analogique-numérique, possédant une liaison série. On ne s'intéresse qu'à la liaison série et ses caractéristiques.

Pour la norme RS232 on précise que :

- un niveau de +3V correspond au 0 logique
- un niveau de -3V correspond au 1 logique
- la transmission s'effectue avec un bit de START et deux bits de STOP à une vitesse normalisée exprimée en Baud (que l'on déterminera).

On relève à l'oscilloscope à mémoire une trame notée (a b c d e f g h i j k l m n o p) correspondant à une transmission d'un mot de 12 bits, plus le bit de start et les deux bits de stop. Cet oscillogramme est représenté ci-dessous.

Oscillogramme(s):



Observations :

relevé d'une trame transmise sur la liaison série

(utilisation d'un oscilloscope à mémoire)

Utilisation :
avec base de temps / fonction XY

Echelles :

Vitesse de balayage: **100 µs /div**

sensibilités:

voie I: **1 V/div**

Mode de couplage des entrées

	GND	AC	DC
Voie I			<input checked="" type="checkbox"/>
Voie II			

Synchronisation

Voie I	Voie II	EXT
<input checked="" type="checkbox"/>		

Mode de déclenchement

AC	DC	HF	LF	~	+/-
<input checked="" type="checkbox"/>					-

1. Donner deux autres types de connexions à un ordinateur permettant d'établir une communication avec un appareil ?
2. Quel est le repère du bit qui indique le début d'une transmission dans l'oscillogramme (bit de start) ?
3. En enlevant le bit de start et les deux bits de stop, donner en binaire le mot de 12 bits qui est ici transmis, sachant que le bit de poids le plus faible est transmis en premier.
4. Sachant que le convertisseur analogique numérique à une résolution (quantum) de 1,25 mV, quelle est la tension correspondant au mot à l'entrée du convertisseur ?
5. A partir de l'oscillogramme, déterminer la vitesse de transmission en bit par seconde.
6. Entre 1200, 2400, 9600 et 19200 baud, laquelle de ces vitesses faut-il choisir pour configurer le port série ?

Tournez la page S.V.P.

Partie F : Commande du chauffage et sécurité

Il est réalisé à l'aide d'un montage à transistor.

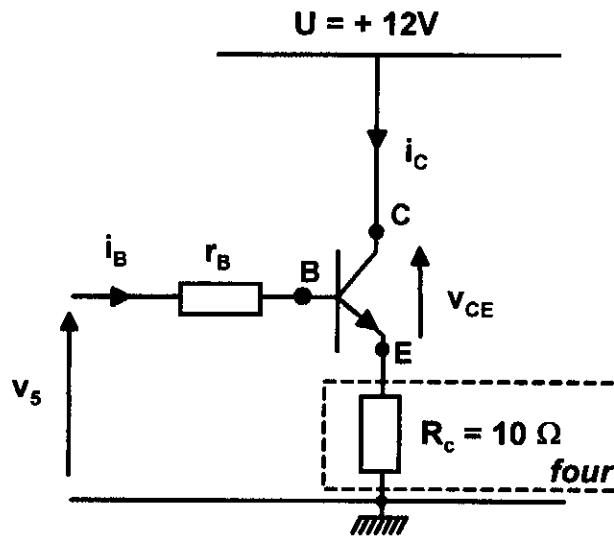


figure 5

Le transistor fonctionne en commutation; Le gain en courant $\beta = i_C/i_B$, sera supposé très grand.

$v_5 > 0$, i_B est grand, le transistor est saturé $i_C \neq 0$ et $V_{ce\ sat} = 0,8$ volt.

$v_5 = 0$, $i_B = 0$, T est bloqué et $i_C = 0$.

La résistance $R_c = 10 \Omega$ est la résistance qui permet le chauffage du four.

1. Lorsque $v_5 > 0$, exprimer le courant i_C .
2. Calculer i_C ainsi que la puissance P_{four} fournie au four.
3. Calculer l'énergie W_{four} fournie au four si le chauffage a lieu pendant 10 minutes ? Préciser l'unité.
4. Sur la plaque signalétique du four, on peut entre autres, relever les symboles suivants :



4.1 Que signifient ces symboles ? Compléter le tableau du document réponse de l'**annexe 3**.

4.2 D'après le dernier symbole, le dispositif possède-t-il un conducteur de mise à la terre afin de garantir une protection des personnes ?

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

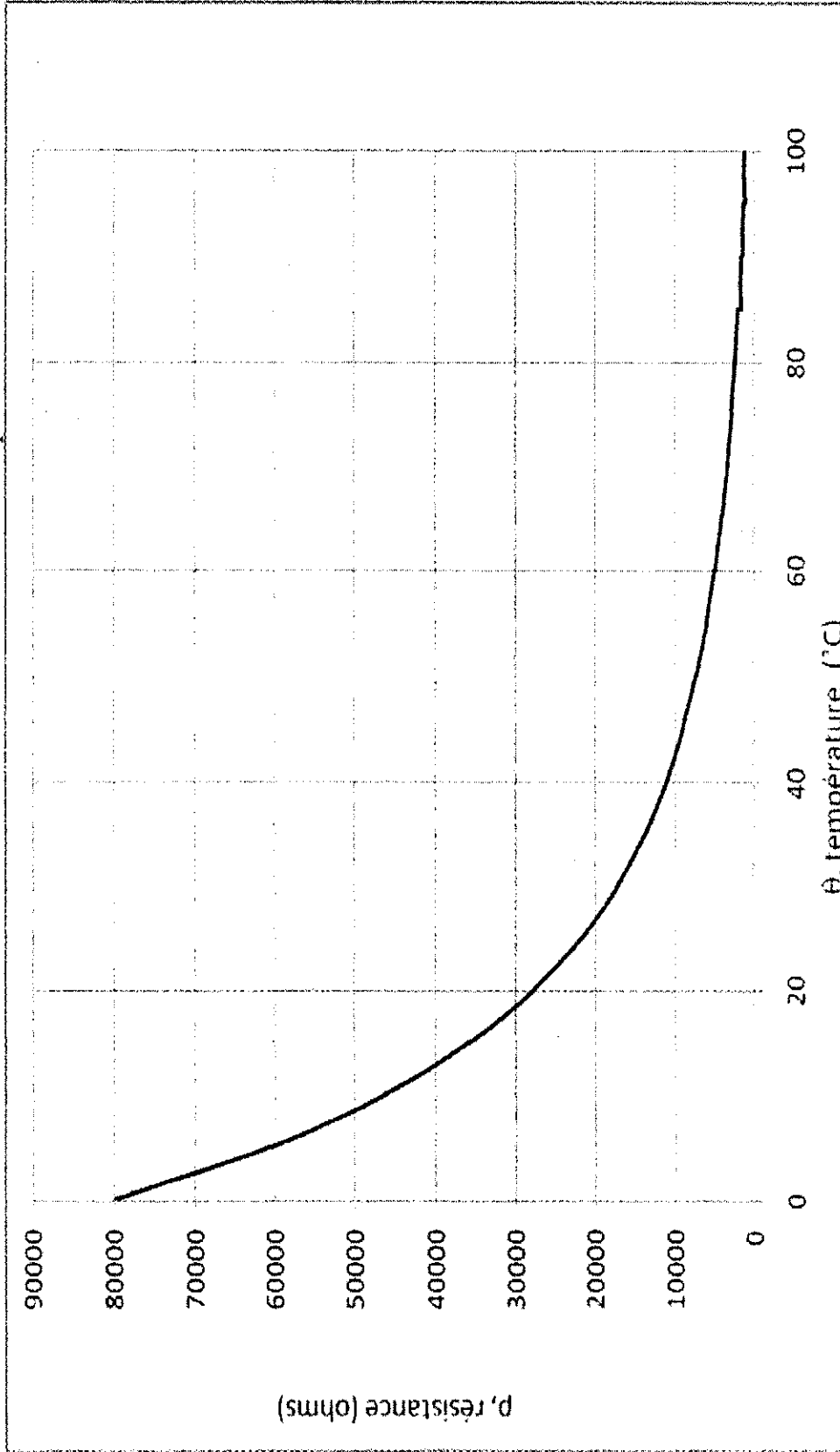
MEN2009/TLBe/i

ANNEXE 1

PHYSIQUE APPLIQUÉE (partie A)

Document réponse à rendre avec la copie

Evolution de la résistance de la CTN en fonction de la température



Détermination graphique de la sensibilité :

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

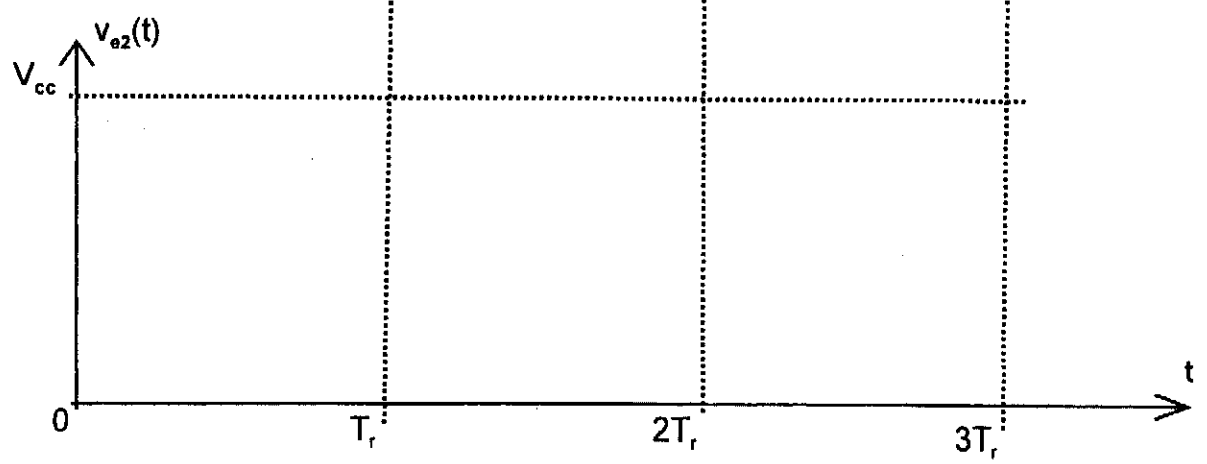
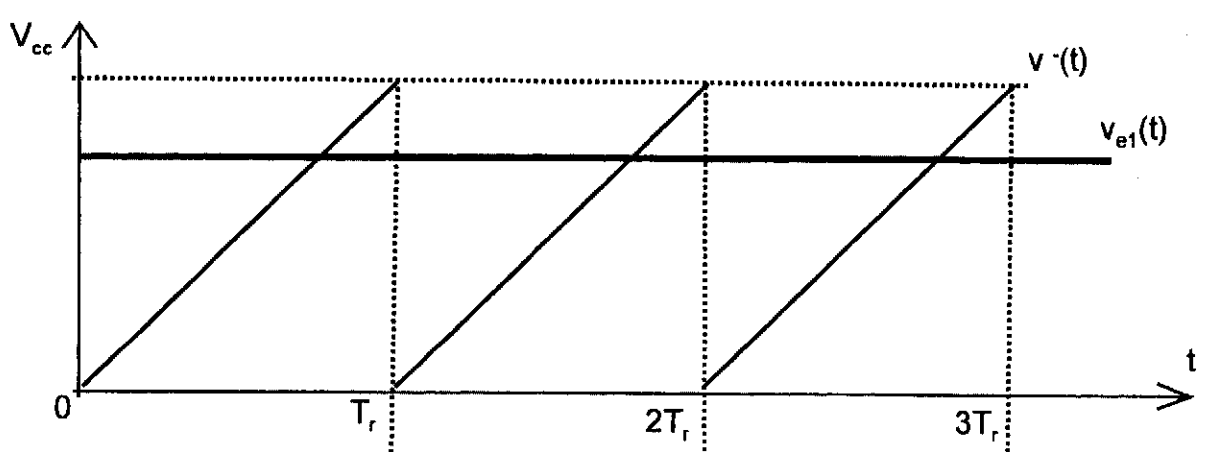
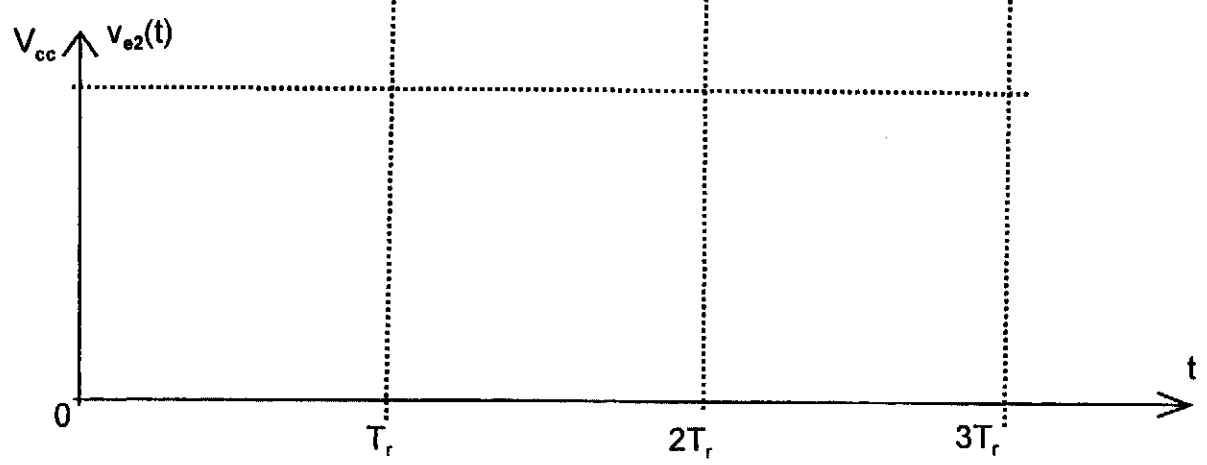
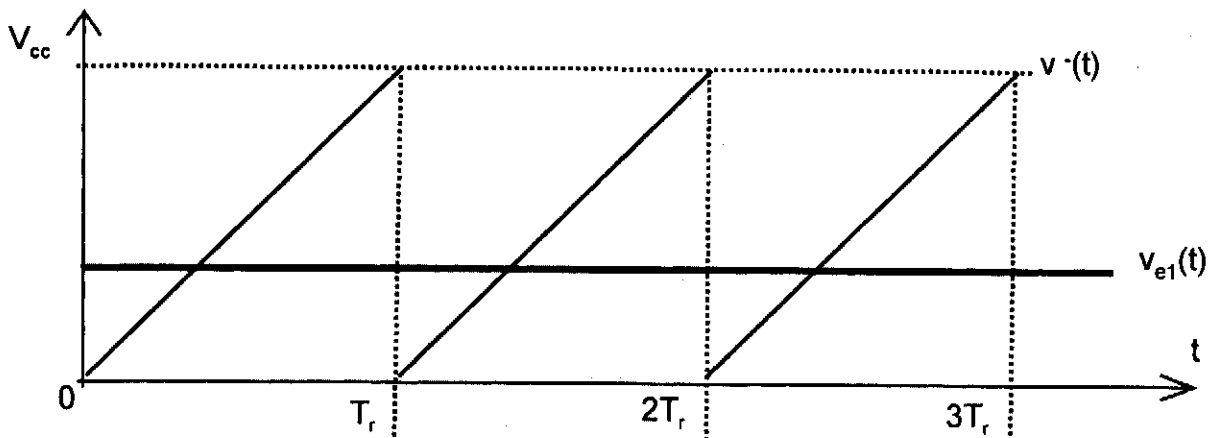
Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

MEN2009/TLBe/i

PHYSIQUE APPLIQUEE (partie C) ANNEXE 2

Document réponse à rendre avec la copie



NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

MEN2009/TLBe/i

PHYSIQUE APPLIQUEE (parties D et F) Annexe 3

Document réponse à rendre avec la copie

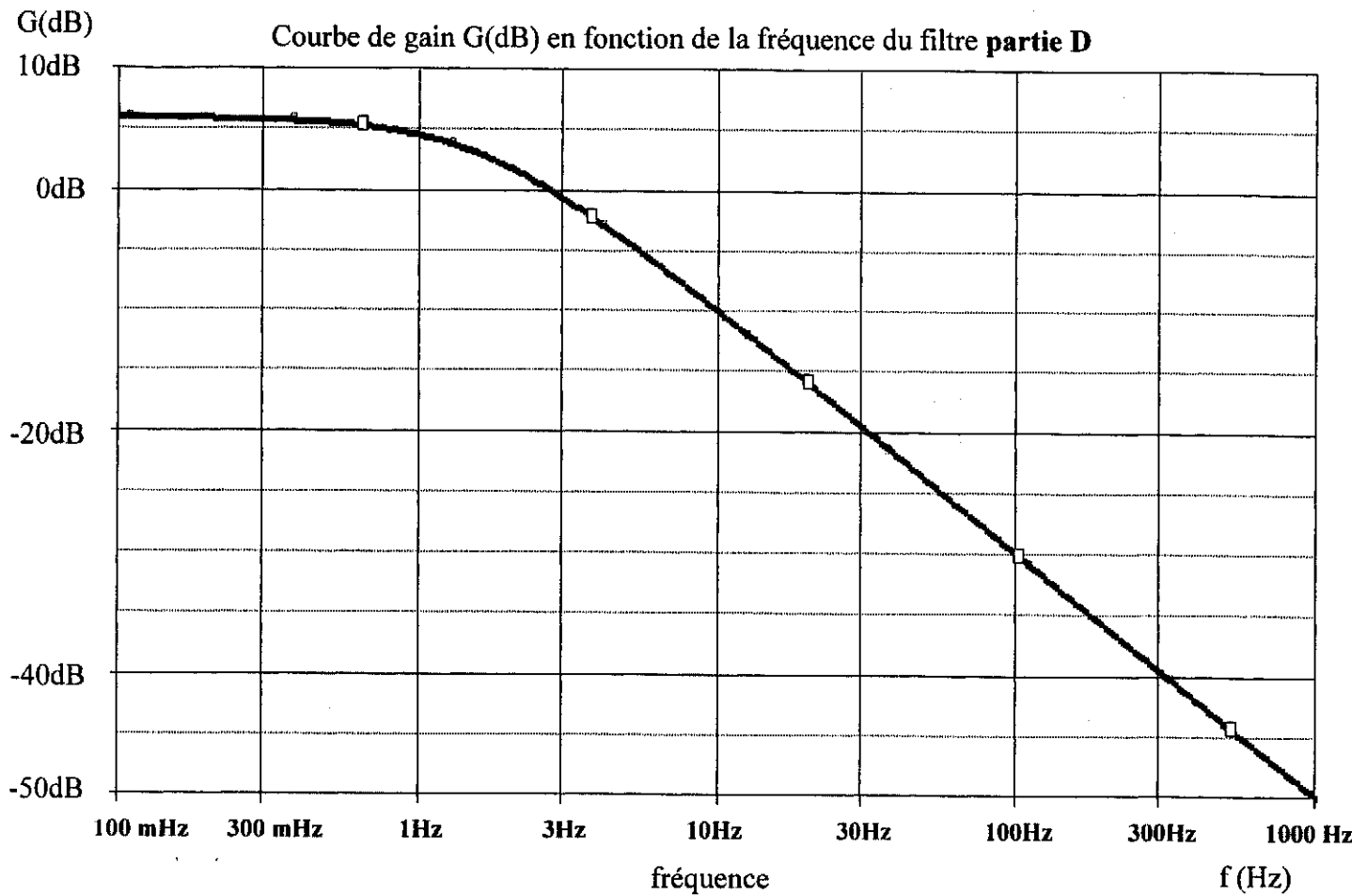


Tableau à compléter partie D (questions 3, 4 et 8)

Fréquence (Hz)	$f \rightarrow 0$	100 Hz
Réponse aux questions 3 et 4	$V_{e20} =$	$V_{e21} =$
G (dB)		
A (amplification) $= \left \frac{V_{e3}}{V_{e2}} \right $		
Valeur en sortie du filtre	$V_{e30} =$	$V_{e31} =$

on rappelle que : $G(\text{dB}) = 20 \log A = 20 \log \left| \frac{V_{e3}}{V_{e2}} \right|$

Document réponse partie F

CE	

