

EPREUVE COMMUNE DE SCIENCES PHYSIQUES

Ce sujet est destiné aux élèves ayant choisi la spécialité sciences physiques.

Avril 2016

Durée : 3h30

Porter sur la partie visible du haut de chaque copie la **mention PC**.

Ne pas inscrire la classe sur la partie visible de la copie.

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISE.

Le sujet comporte **13 pages** numérotées de 1 à 13 dont **1 annexe (page 13) à dégrafer et à rendre avec la copie.**

Toute réponse doit être justifiée sauf exception indiquée. Un raisonnement rigoureux est exigé.

Il sera tenu compte dans la notation de la présentation du devoir.

Tout exercice doit être commencé sur une nouvelle copie.

Ce sujet comporte 3 exercices indépendants les uns des autres :

EXERCICE I	LES DEBUTS DE L ELECTRON EN PHYSIQUE	6,5 points
EXERCICE II	SYNTHESE DE LA PHENACETINE	8,5 points
EXERCICE III	REHABILITATION D'UNE SALLE DE CLASSE	5 points

EXERCICE I - LES DEBUTS DE L ELECTRON EN PHYSIQUE (6,5 points)

Le problème posé par la nature des « rayons cathodiques » à la fin du XIX^{ème} siècle fut résolu en 1897 par l'Anglais J.J. Thomson : il s'agissait de particules chargées négativement baptisées par la suite « électrons ». La découverte de l'électron valut à Thomson le prix Nobel de physique en 1906.



J.J. Thomson

Le défi pour les scientifiques de l'époque fut alors de déterminer les caractéristiques de cette particule : sa charge électrique et sa masse. Dans un premier temps, Thomson lui-même, en étudiant la déviation d'un faisceau d'électrons dans un champ électrique, put obtenir le « rapport e/m_e » de ces deux caractéristiques.



R. Millikan

C'est cependant l'Américain R. Millikan qui, réalisant de multiples expériences entre 1906 et 1913 sur des gouttelettes d'huile, détermina la valeur de la charge de l'électron.

Actuellement, les valeurs admises de la masse et de la charge de l'électron sont :

$$m_e = 9,1093826 \times 10^{-31} \text{ kg} \quad \text{et} \quad e = 1,602176565 \times 10^{-19} \text{ C.}$$

Cet exercice comprend **deux parties indépendantes**, en lien avec les travaux de ces deux physiciens.

1. L'expérience de J.J. Thomson

Lors de ses recherches dans son laboratoire de Cambridge, Thomson conçoit un dispositif dans lequel un faisceau d'électrons est dévié lors de son passage entre deux plaques où règne un champ électrique. La mesure de la déviation du faisceau d'électrons lui permet alors de déterminer le rapport e/m_e .

L'étude suivante porte sur le mouvement d'un électron du faisceau qui pénètre entre deux plaques parallèles et horizontales P_1 et P_2 , dans une zone où règne un champ électrique \vec{E} supposé uniforme et perpendiculaire aux deux plaques.

À l'instant $t = 0$ s, l'électron arrive en un point O avec une vitesse horizontale \vec{V}_0 .

La trajectoire de l'électron dans un repère (O,x,y) est fournie sur **l'annexe (à rendre avec la copie)**.

L'électron de masse m_e et de charge $q = -e$, dont le mouvement étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen, est soumis à la seule force électrostatique \vec{F}_e .

1.1. Sur le document de **l'annexe**, représenter sans souci d'échelle et **en justifiant** les tracés sur la copie :

- le vecteur force \vec{F}_e en un point de la trajectoire de l'électron ;
- le vecteur champ électrique \vec{E} en un point quelconque situé entre les plaques P_1 et P_2 .

1.2. Déterminer les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement de l'électron.

1.3. Vérifier que la trajectoire de l'électron a pour équation : $y = \frac{e.E}{2.m_e.V_0^2} . x^2$.

1.4. À la sortie de la zone entre les plaques P_1 et P_2 , l'électron a subi une déviation verticale SH comme l'indique le schéma de **l'annexe**. On mesure $SH = y_S = 2,0 \times 10^{-2}$ m.

Déterminer, dans cette expérience, la valeur du rapport e/m_e de l'électron. Conclure.

Données : Longueur des plaques : $L = 9,0 \times 10^{-2}$ m

Vitesse initiale de l'électron : $V_0 = 2,4 \times 10^7$ m.s⁻¹

Valeur du champ électrique : $E = 1,6 \times 10^4$ V.m⁻¹

2. L'expérience de Millikan

L'objectif de Millikan est de montrer qu'un corps chargé ne peut porter qu'une charge électrique multiple d'une « charge élémentaire ».

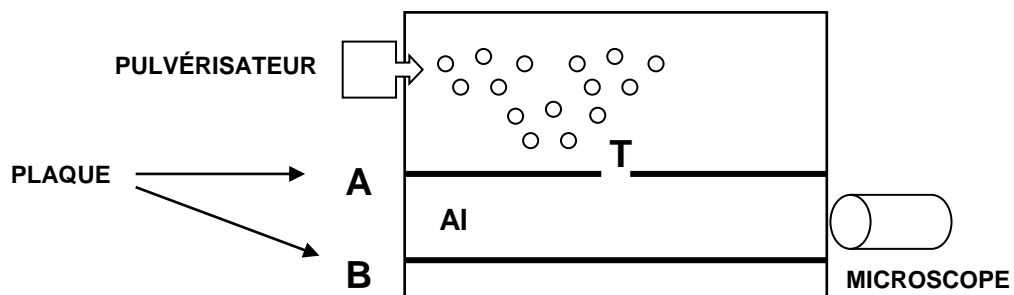
Document 1 : Principe de l'expérience menée en 1910 par Millikan

Millikan pulvérise des gouttelettes d'huile chargées par irradiation entre deux plaques planes où règne un champ électrique et les observe à l'aide d'un microscope.

Sa méthode consiste à immobiliser les gouttelettes en augmentant le champ électrique jusqu'à ce que le poids de la gouttelette soit compensé par la force électrostatique.

Millikan parvint ainsi à obtenir une valeur approchée de la charge élémentaire $e = 1,591 \times 10^{-19} \text{ C}$, très proche de la valeur admise aujourd'hui.

Document 2 : Description d'une expérience menée de nos jours en laboratoire



Un pulvérisateur produit un nuage de gouttelettes d'huile chargées négativement qui tombent dans la chambre supérieure du dispositif. Lorsque l'une d'elles passe à travers le trou T, elle tombe verticalement à une vitesse constante v_1 , son poids étant très vite compensé par la force de frottement exercée par l'air. Lors de cette première étape, la chute verticale de la gouttelette dans l'air en l'absence de champ électrique est observée à l'aide d'un microscope et permet de déterminer le rayon r de la gouttelette qui n'est pas mesurable directement.

Lors d'une deuxième étape, lorsque la gouttelette parvient en bas du dispositif, un champ électrique uniforme est créé entre les plaques A et B. La gouttelette remonte alors verticalement à une vitesse constante v_2 .

La charge électrique portée par la gouttelette est ensuite déduite des mesures des vitesses v_1 et v_2 .

Lors de l'expérience menée au laboratoire, une gouttelette de masse m et de charge q négative arrive entre les plaques A et B.

La poussée d'Archimède est négligée. La gouttelette étudiée est soumise à son poids \vec{P} et à la force de frottement \vec{f} exercée par l'air s'exprimant par la relation $\vec{f} = -6\pi\eta r \vec{V}$ dans laquelle η est la viscosité de l'air, r le rayon de la gouttelette et \vec{V} sa vitesse.

Données : Masse volumique de l'huile : $\rho = 890 \text{ kg.m}^{-3}$
Valeur du champ de pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$
Viscosité de l'air : $\eta = 1,8 \times 10^{-5} \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$

2.1. Chute verticale de la gouttelette

2.1.1. Lors de la chute de la gouttelette en l'absence de champ électrique, écrire la relation vectorielle entre la force de frottement et le poids lorsque la vitesse constante v_1 est atteinte.

En déduire l'expression de v_1 en fonction de η , r , m et g .

2.1.2. La relation précédente peut également s'écrire $v_1 = \frac{2}{9} \cdot \frac{\rho g r^2}{\eta}$ où ρ est la masse volumique de l'huile.

Déterminer le rayon r de la gouttelette sachant qu'elle parcourt, lors de sa chute, une distance de 2,11 mm pendant une durée $\Delta t = 10,0$ s.

2.1.3. Afin de faciliter la mesure au microscope, la gouttelette ne doit pas être trop rapide.

En déduire s'il est préférable de sélectionner une grosse gouttelette ou au contraire une petite gouttelette.

2.2. Remontée de la gouttelette

Un champ électrique uniforme étant établi entre les plaques A et B, la gouttelette subit une force supplémentaire \vec{F}_e verticale et remonte alors avec une vitesse constante v_2 atteinte presque instantanément.

On peut montrer que la charge q de la gouttelette est donnée par la relation :

$$q = - \frac{6\pi\eta r(v_1 + v_2)}{E}$$

Plusieurs mesures ont été réalisées pour différentes gouttelettes et rassemblées dans le tableau du document 3.

Numéro de la gouttelette	Rayon r de la gouttelette (μm)	Vitesse de descente v_1 ($\times 10^{-4} \text{m.s}^{-1}$)	Vitesse de remontée v_2 ($\times 10^{-4} \text{m.s}^{-1}$)	Charge q de la gouttelette (C)
1	1,2	1,55	1,59	$- 6,4 \times 10^{-19}$
2	1,3	1,82	1,81	$- 8,0 \times 10^{-19}$
3	1,5	2,42	1,35	$- 9,6 \times 10^{-19}$
4	1,6	2,76	3,13	$- 1,6 \times 10^{-18}$
5		1,82	2,53	$- 9,6 \times 10^{-19}$

2.2.1. Les gouttelettes n°2 et n°5 du document 3 ont la même vitesse de descente v_1 mais des vitesses de remontée v_2 différentes.

Déterminer sans calcul le rayon de la gouttelette n°5. Justifier.

Pourquoi leurs vitesses de remontée sont-elles différentes ?

2.2.2. Montrer, à partir des résultats expérimentaux du document 3, que la charge de ces gouttelettes est « quantifiée », c'est-à-dire qu'elle ne prend que des valeurs multiples d'une même charge élémentaire égale à $1,6 \times 10^{-19}$ C.

EXERCICE II – SYNTHÈSE DE LA PHÉNACÉTINE (8,5 points)

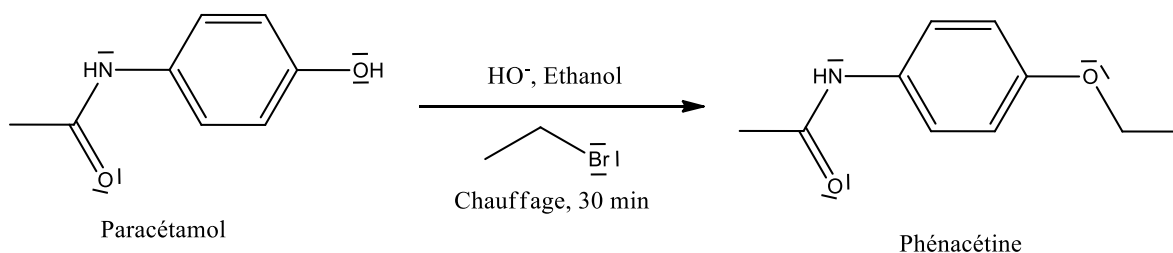
La phénacétine est une espèce organique découverte en 1887. Elle a principalement été utilisée comme analgésique ou dans le traitement de la polyarthrite rhumatoïde. En 1983, la phénacétine a été retirée du marché, après que l'on ait montré qu'elle pouvait causer des dommages aux reins.

La phénacétine est un produit de plus en plus fréquemment utilisé pour couper la cocaïne par ses producteurs ou dealers. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%A9nac%C3%A9tine> - cite note-4

On se reportera aux trois documents présents en fin d'exercice (p 8, 9 et 10) pour les parties 1 à 4 ainsi qu'à l'annexe (p. 15) à rendre avec la copie. Les documents A, B et C ne sont relatifs qu'à la partie 5.

Partie 1 : Réaction de synthèse de la phénacétine

La synthèse de la phénacétine se fait à partir du paracétamol.



1. Recopier la molécule de paracétamol sur la copie et entourer les groupes caractéristiques présents sur cette molécule. Nommer les familles chimiques correspondantes.

2. La paracétamol et la phénacétine sont-elles des molécules chirales ? Justifier.

Le mécanisme réactionnel de la synthèse peut être décrit en deux étapes comme indiqué en annexe, avec passage par un intermédiaire réactionnel appelé ion phénate.

3. L'étape 1 de ce mécanisme est une réaction acido-basique. Après avoir rappelé la définition d'un acide ou d'une base, au choix, identifier quelles sont les espèces chimiques jouant chacun de ces rôles lors de l'étape 1.

4. A quel grand type de réaction chimique (addition, élimination, substitution) appartient l'étape 2 ? Ne pas justifier.

5. Sur l'annexe, identifier les sites donneurs d'électrons et accepteurs d'électrons lors de l'étape 2, puis indiquer le mouvement des électrons à l'aide de flèches courbes justifiant la formation et la rupture des liaisons.

Partie 2 : Analyse du protocole de synthèse

Le but de cette partie est d'analyser le protocole mis en œuvre pour effectuer cette synthèse au laboratoire.

Protocole (les opérations réalisées sont numérotées de 1 à 6 puis de 7 à 9) :

- ① Dans un ballon de 100 mL, placer un barreau aimanté, 1,66 g de paracétamol et 14 mL de solution d'hydroxyde de sodium à 1 mol.L⁻¹ dans l'éthanol.
- ② Placer dans un chauffe-ballon, et mettre sous agitation.
- ③ Une fois le paracétamol complètement solubilisé, introduire 1,50 mL de bromoéthane et laisser à reflux pendant 30 minutes.
- ④ Après les 30 minutes de reflux, enlever le chauffe-ballon et ajouter 25 mL d'eau par le haut du réfrigérant, agiter, et placer le ballon contenant le mélange dans un mélange eau-glace.
- ⑤ Filtrer les cristaux obtenus sur Büchner, les laver avec un peu d'eau glacée. Essorer les cristaux, et mettre à l'étuve 30 minutes.
- ⑥ Peser le brut obtenu, en conservant un échantillon pour réaliser une CCM, et réaliser une analyse IR.

6. Quelles opérations du protocole ci-dessus correspondent à l'étape 1 du mécanisme ? Qu'en est-il pour l'étape 2 du mécanisme ?
7. Rappeler le rôle du solvant. Quel solvant est choisi lors de cette réaction ? Justifier ce choix.
8. Légender sur l'annexe le dispositif du chauffage à reflux, et indiquer l'entrée et la sortie d'eau.
9. Quels sont les buts du chauffage à reflux ?
10. Dans quel état physique se trouve le produit d'intérêt à la fin de l'opération 4 ? Justifier.
11. Quelles espèces chimiques sont éliminées lors de la filtration sur Büchner et des lavages à l'eau glacée ? Justifier.
12. Quelle masse maximale de phénacétine peut être obtenue via ce protocole ?
13. La masse de produit brut obtenu est de 1,68 g. Calculer le rendement brut de la réaction.

Partie 3 : Purification du brut réactionnel

Après avoir réalisé les opérations 1 à 6 du protocole, le spectre IR du produit brut obtenu est réalisé (voir document 2). Après comparaison avec le spectre IR du paracétamol, le technicien décide d'ajouter les opérations suivantes au protocole :

- ⑦ Recristalliser le produit brut en utilisant le minimum d'eau, filtrer sur Büchner, essorer, et sécher à l'étuve 30 min.
 - ⑧ Peser les cristaux obtenus, mesurer la température de fusion et en conserver un échantillon pour la CCM.
 - ⑨ Réaliser la chromatographie sur couche mince (CCM), ainsi qu'une RMN du produit purifié.
14. Justifier le choix du technicien de faire une recrystallisation en comparant le spectre IR du paracétamol et celui qu'il a obtenu du brut réactionnel. L'analyse complète des spectres IR n'est pas indispensable pour répondre à cette question.
 15. A l'aide des données pertinentes, justifier que l'eau soit un bon solvant pour la recrystallisation.

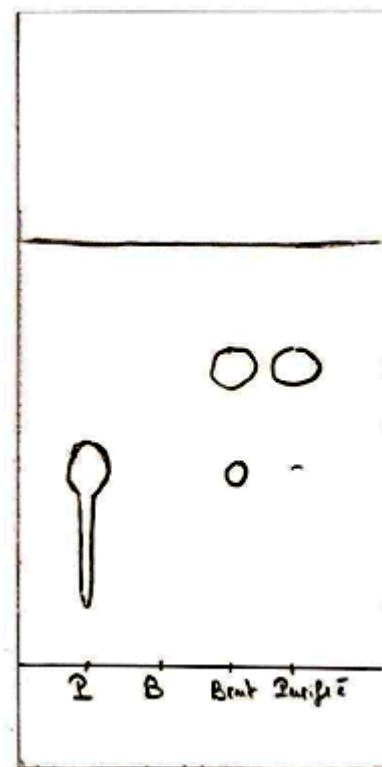
Partie 4 : Analyse du produit purifié

Après purification, une CCM est réalisée avec les 4 dépôts suivants :

- Paracétamol pur (P)
- Bromoéthane pur (B)
- Produit brut avant recrystallisation (Brut)
- Produit purifié (Purifié)

Après élution et révélation aux UV, le résultat ci-contre est obtenu :

16. Analyser la CCM.
17. Quel autre dépôt aurait pu être réalisé pour faciliter l'analyse de la CCM ?



Pour confirmer les résultats de la CCM, le technicien réalise une analyse RMN du produit purifié (supposé être la phénacétine) à comparer avec le spectre RMN du paracétamol (voir document 3). L'intégration de chaque signal est indiquée en dessous des pics.

18. Dessiner la molécule de paracétamol et y repérer les groupes de protons équivalents. Associer à chaque pic du spectre RMN le groupe correspondant. On s'aidera de la table fournie ainsi que des indications qui suivent cette table.

19. Faire de même pour le spectre du produit purifié. Est-il compatible avec la molécule de phénacétine ?

20. A l'aide des spectres RMN, justifier que la fixation du groupe éthyle s'est bien réalisée sur l'atome d'oxygène et non sur l'atome d'azote, pourtant lui aussi donneur d'électrons.

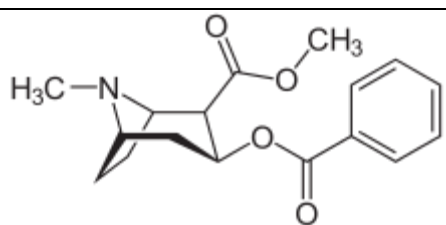
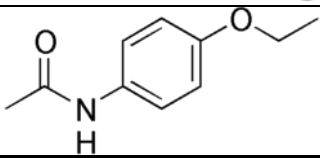
Partie 5 : détermination de la composition d'un échantillon de cocaïne coupé

Document A. Coupe de la cocaïne

La cocaïne est souvent « coupée » avec d'autres espèces chimiques qui ont le même aspect qu'elle mais beaucoup moins chères : le consommateur achète ainsi un produit qu'il croit pur mais dont l'échantillon renferme d'autres substances beaucoup moins onéreuses. Le dealer utilise ainsi moins de cocaïne pour le même prix.

Les substances rencontrées pour la coupe de la cocaïne sont par exemple le plâtre, le glucose ou des médicaments en poudre blanche comme la phénacétine. Elles peuvent aggraver considérablement l'état de la personne qui se drogue.

Document B. Données physicochimiques : formules et masses molaires

Nom	Formule topologique	Formule brute	Masse molaire
cocaïne		$C_{17}H_{21}NO_4$	$M_{coc} = 303,35 \text{ g.mol}^{-1}$
phénacétine		$C_{10}H_{13}NO_2$	$M_{phén} = 179,22 \text{ g.mol}^{-1}$

Document C. Analyse d'un échantillon de cocaïne impure au laboratoire de la police scientifique

La police scientifique a analysé un échantillon de cocaïne vendu en Europe et provenant d'Amérique du Sud. Les résultats sont les suivants :

	Analyse statistique pour 1,00 mol de molécules présentes dans l'échantillon
cocaïne	0,38 mol
phénacétine	0,62 mol
Autre espèce	Aucune autre espèce dans l'échantillon analysé


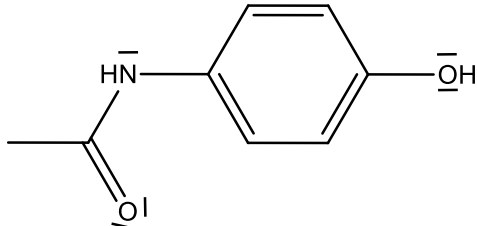





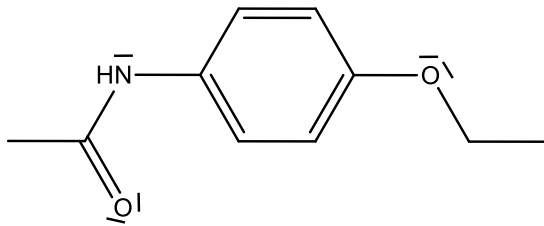
On utilisera les 3 documents A, B et C précédents spécifiques à cette partie pour répondre au problème suivant :

21. Les dealers ne préparent pas leur coupe en parlant en quantité de matière mais en masse. Trouver la masse de cocaïne et la masse de phénacétine qui ont été mélangées pour obtenir 100 g de cocaïne impure ayant la même composition que l'échantillon analysé par la police scientifique du document C.

Les raisonnements et les calculs devront être correctement présentés pour répondre à la question posée.

DOCUMENTS DE L'EXERCICE DE CHIMIE

Document 1. Données physico-chimiques sur les espèces chimiques mises en jeu

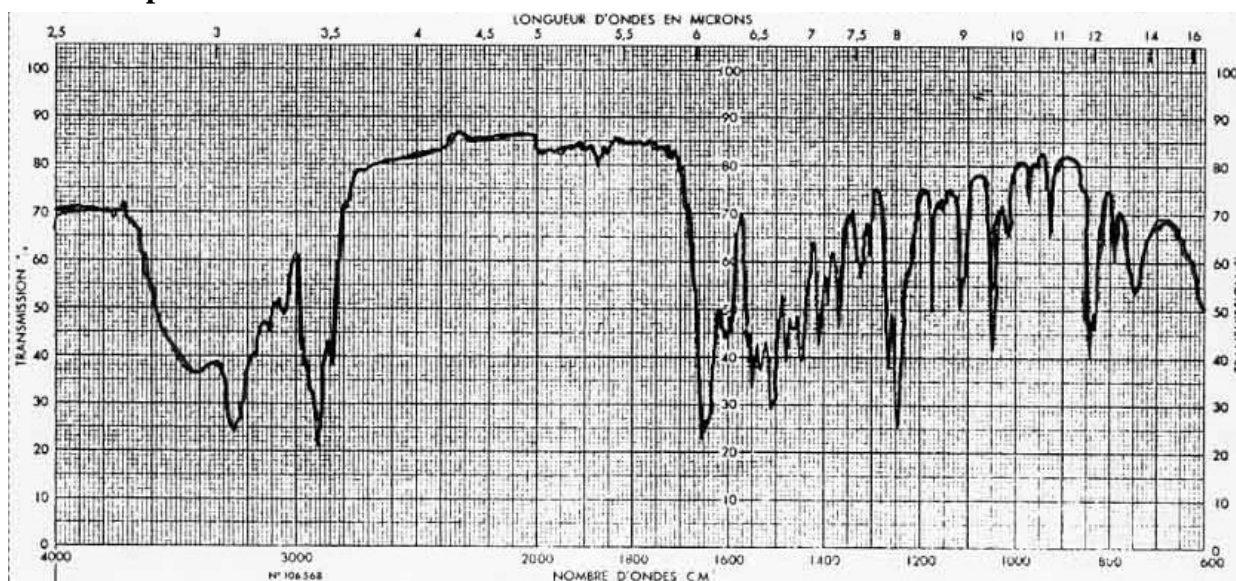
Nom	Formule de la molécule	Propriétés
Paracétamol 		<ul style="list-style-type: none"> • Masse molaire : 151,16 g.mol⁻¹ • Aspect : solide blanc • Température de fusion : 170°C • Solubilité : Soluble dans l'eau froide à faible concentration, soluble à chaud. Soluble dans l'éthanol à chaud et à froid.
Ethanol 	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	<ul style="list-style-type: none"> • Masse molaire : 46,07 g.mol⁻¹ • Masse volumique : 0,789 g.mL⁻¹ • Aspect : liquide incolore • Température de fusion : -114°C • Température d'ébullition : 79°C • Solubilité : soluble dans l'eau en toute proportion
Bromoéthane  	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Br}$	<ul style="list-style-type: none"> • Masse molaire : 108,97 g.mol⁻¹ • Masse volumique : 1,46 g.mL⁻¹ • Aspect : liquide incolore • Température de fusion : -119°C • Température d'ébullition : 38 °C • Solubilité : 14 g.L⁻¹ dans l'eau froide, beaucoup plus soluble à chaud, soluble dans l'éthanol
Phénacétine  		<ul style="list-style-type: none"> • Masse molaire : 179,22 g.mol⁻¹ • Aspect : solide blanc • Température de fusion : 136°C • Solubilité : 0,76 g.L⁻¹ dans l'eau froide, 12 g.L⁻¹ dans l'eau chaude. Soluble dans l'éthanol à froid et à chaud. Peu soluble dans un mélange eau/éthanol.

Document 2. Tables de données IR et spectres

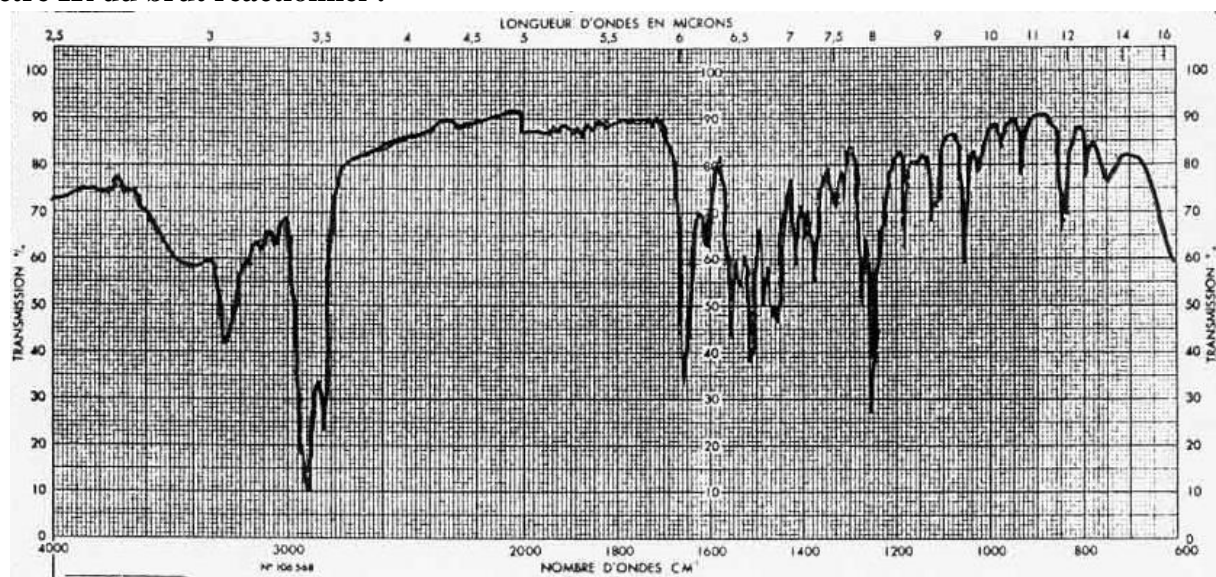
Table de données

FAMILLE	Type de liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)
Cétone	C = O	1705 - 1725
Aldéhyde	C _{tri} - H C = O	2700 - 2900 (double pic) 1720 - 1740
Acide carboxylique	O - H C = O	2500 - 3200 1740 - 1800
Ester	C = O	1730 - 1750
Amide	C = O	1640 - 1680
Alcool	O - H _{lié} O - H _{libre}	3200 - 3600 (très large bande) 3600 - 3700

Spectre IR du paracétamol :

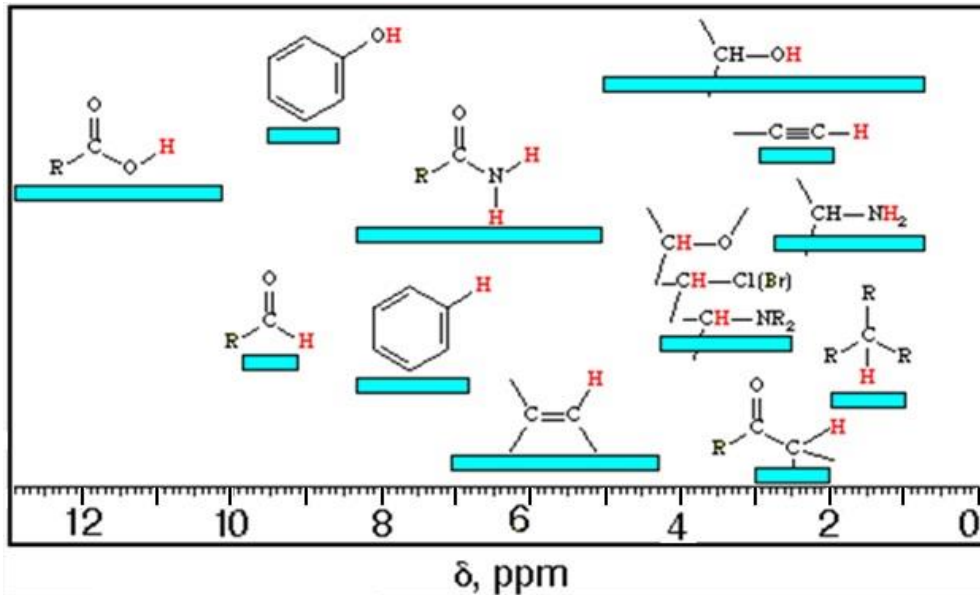


Spectre IR du brut réactionnel :




Document 3. Table de données pour la RMN et spectres

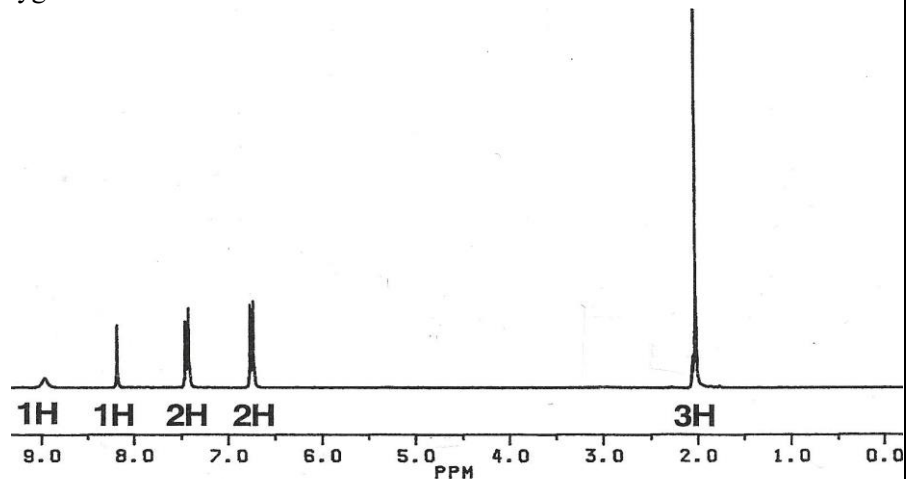
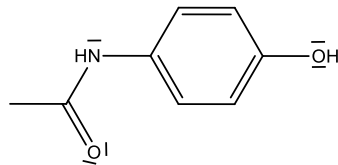
Table de données



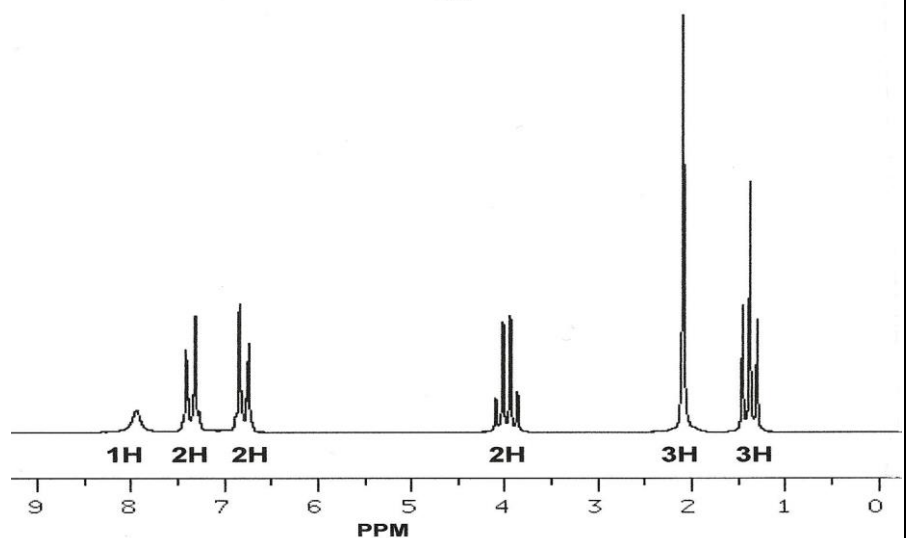
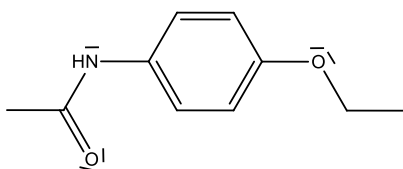
Informations supplémentaires pour les spectres RMN à propos des H portés sur un cycle benzénique :

Le groupe benzénique est le groupe suivant d'atomes de carbone : . Les H portés directement sur un cycle benzénique, plus proches d'un atome d'oxygène dans la molécule que d'un atome d'azote, présentent un déplacement chimique plus grand que les H portés par ce même cycle benzénique qui eux seraient plus proches d'un atome d'azote que d'un atome d'oxygène

Spectre RMN du paracétamol



Spectre RMN du produit purifié (supposé être la phénacétine)



EXERCICE III – REHABILITATION D'UNE SALLE DE CLASSE (5 points)

Dans le cadre de la réhabilitation du bâtiment d'un établissement scolaire, une pièce rectangulaire de volume suffisant doit être aménagée en salle de classe. Le responsable du chantier souhaite coller un matériau acoustique absorbant sur le plafond actuel, car un revêtement de plafond non adapté peut entraîner une acoustique médiocre dans les locaux destinés à l'enseignement, et donc une mauvaise qualité sonore qui rendra la parole non intelligible.

Quel matériau acoustique doit-il coller au plafond afin d'obtenir une salle de classe adaptée aux conditions d'apprentissage ?

Hypothèses de travail :

- Dans le domaine du bâtiment et pour cette étude, la fréquence f du son de référence est de 1000Hz.
- La répartition des matériaux absorbants est homogène.

L'analyse des données ainsi que la démarche suivie seront évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Les calculs numériques seront menés à leur terme. Il est aussi nécessaire d'apporter un regard critique sur le résultat et de discuter de la validité des hypothèses.

Données sur la pièce à réhabiliter

Caractéristiques initiales de la pièce

- Dimensions : Longueur $L = 8,60$ m ; largeur $l = 6,80$ m ; hauteur $h = 3,00$ m
- Sol : carrelage de surface totale S_s
- Murs : Plâtre peint de surface totale S_m
- Plafond : Plâtre peint de surface totale S_{plafond}
- Fenêtres : surface totale des 3 vitrages $S_f = 9,0$ m²
- Ouvertures : surface totale des 2 portes en bois $S_p = 4,0$ m²
- Equipement : 1 bureau professeur, 25 tables d'écoliers et 26 chaises en bois

Coefficients d'absorption de quelques matériaux à $f = 1000$ Hz

Désignation des surfaces	Coefficients d'absorption α_j
Plâtre peint	0,030
Carrelage	0,010
Vitres	0,030
Porte en bois	0,50

Aires d'absorption équivalentes de quelques mobiliers à $f = 1000$ Hz

Désignation des éléments	Aire d'absorption équivalente A_k (m ²)
Une table de bureau professeur	0,050
Une table d'écolier	0,025
Une chaise en bois	0,020

Aire d'absorption équivalente d'une pièce

L'aire d'absorption équivalente notée A (m²) est la valeur de l'aire d'une paroi parfaitement absorbante ayant la même absorption que les divers matériaux, meubles ou occupants considérés.

$$A = \sum_{j=1}^m \alpha_j \times S_j + \sum_{k=1}^n A_k$$

S_j : surface des matériaux dans la pièce en m²

α_j : coefficients d'absorption des matériaux composant les surfaces de la pièce

A_k : aire d'absorption équivalente des équipements en m²

Coefficients d'absorption de matériaux acoustiques pour plafond et prix au m²

Type de matériau	α_j	Prix
Laine de verre 50 mm recouverte de toile	0,80	8 € / m ²
Panneaux bois isorel 15 mm	0,65	10 € / m ²
Panneaux de bois rainurés	0,55	7 € / m ²
Dalles fibres minérales	0,70	15 € / m ²

Durée de réverbération d'une pièce

On appelle durée de réverbération d'une pièce notée T_r , la durée mise par un son pour décroître de 60 dB après l'arrêt de la source émettrice. T_r représente le critère principal pour l'évaluation de la propriété acoustique d'une pièce. La durée de réverbération se calcule par la formule de Sabine :

$$T_r = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$$

T_r : durée de réverbération en s

V : volume de la pièce en m³

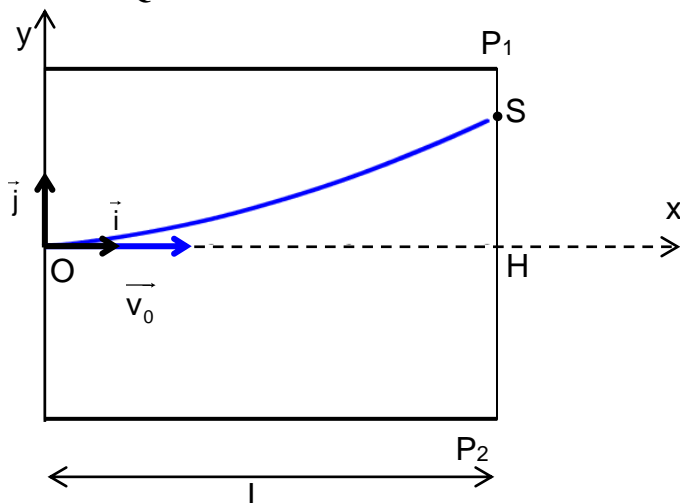
A : aire d'absorption équivalente en m²

Durée de réverbération maximale de différents lieux

Types de locaux meublés non occupés	Durée de réverbération maximale
Salle de sport	$T_r = 1,5$ s
Salle d'enseignement de volume $V \leq 250$ m ³	$T_r = 0,60$ s
Salle d'enseignement de volume $V > 250$ m ³	$T_r = 0,90$ s
Bureau individuel	$T_r = 0,60$ s

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I Question 1.1.



NOM :

Prénom :

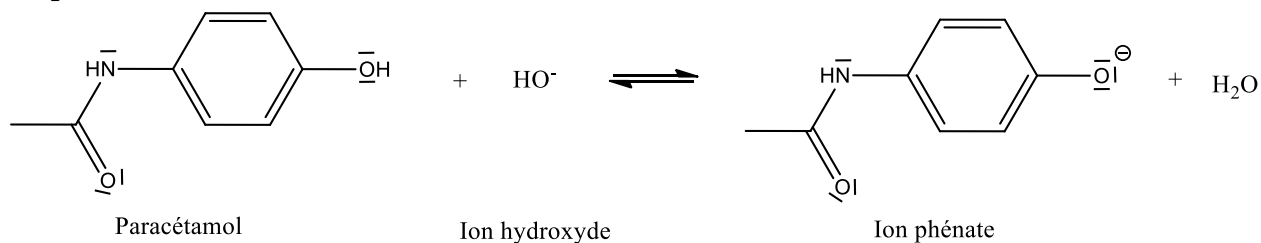
Classe :

COLLE

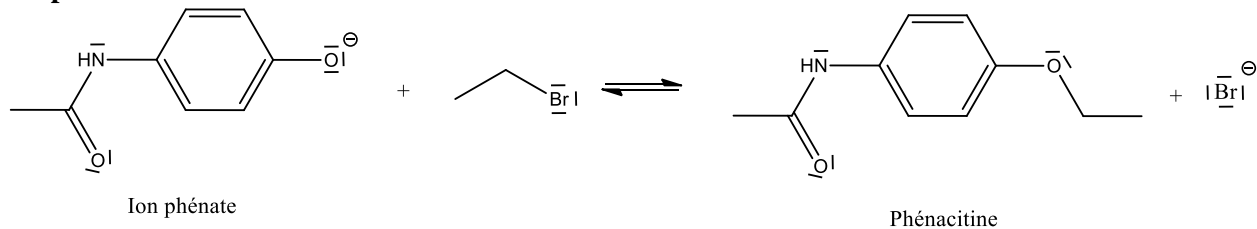
EXERCICE 2

Mécanisme réactionnel

Etape 1 :



Etape 2 :



Dispositif de montage à reflux

