

T<sup>le</sup>

*Spé*

# Physique Chimie

**1 DEVOIR**



**PAR SEMAINE**

*Devenez incollable  
à l'écrit !*

ellipses



# Introduction

## 1 Présentation de l'année de Terminale

En classe de Terminale Spécialité, vous devrez approfondir le savoir et les méthodes amorcées en classe de Première. Cette année vous préparera aux études supérieures relevant notamment des domaines des sciences expérimentales, de la médecine, de l'ingénierie, de l'informatique, des mathématiques et de la technologie.

Le programme officiel de Terminale est structuré autour de 4 thèmes (un de plus qu'en Première) :

- Constitution et transformations de la matière
- Mouvement et interactions
- L'énergie : conversions et transferts
- Ondes et signaux.

Il s'inscrit dans la continuité de celui de Première, en priorisant la pratique expérimentale et l'activité de modélisation ainsi qu'en proposant une approche concrète et contextualisée des concepts et phénomènes étudiés.

La démarche de modélisation y occupe une place centrale pour vous former à établir un lien entre théorie et expérience.

L'outil mathématique y occupe donc une place prépondérante ainsi que le langage de programmation Python.

## 2 Conseils pour des révisions efficaces

La clé de l'apprentissage est la régularité tout au long de l'année et la capacité à étaler son travail sur toute une semaine pour réactiver régulièrement les connaissances.

Voici quelques conseils de méthodes d'apprentissage

- Après une journée de cours, le cahier fermé, se remémorer les notions apprises dans la journée en essayant de se souvenir du plan ou des moments principaux. Ensuite, ouvrir son cahier et relire rapidement les notes prises en cours. Après ces deux étapes, travailler les exercices demandés par l'enseignant.
- Quelques jours plus tard, répéter l'opération en travaillant sur les exercices du livre. Les corrigés vous permettront de repérer vos erreurs.
- Avant une évaluation, vérifier que les exercices que vous avez travaillés couvrent bien toutes les compétences exigibles du programme officiel.

- ◉ Quand vous êtes confronté à un exercice nouveau, lire d'abord l'énoncé en entier pour repérer ce que vous savez faire et ou pas. Noter au brouillon les notions de cours qui s'y réfèrent. Relire ensuite question par question en se demandant : qu'est-ce qu'on me demande de faire ? Quelle formule je dois utiliser ? Qu'est-ce que j'ai dans l'énoncé pour y répondre ?
- ◉ Lorsque vous travaillez sur un exercice tiré d'un sujet du Bac, regarder à chaque fois les points attribués et le temps que vous devez y consacrer, pour minuter votre travail. Cela vous permettra de gagner en efficacité.

## **3** Présentation de l'épreuve du Bac

En Terminale, une épreuve écrite de 3 heures 30 se tiendra au mois de juin dans le cadre des épreuves terminales du Bac (coefficient 16).

Une épreuve de capacités expérimentales ECE de 1 heure sera également organisée au mois de juin (sujet de physique ou de chimie par tirage au sort le jour de passage).





# Devoirs







## Notions abordées

### Transformations Acide-Base

#### Exercice 1.1

10,5/20 pts

20 min

#### Mots Mêlés

**REA** Trouver la liste de mots (haut en bas/bas en haut, gauche à droite/droite à gauche, diagonale, horizontale/verticale) dans la grille remplie de lettres. Utiliser ensuite les mots de la liste pour compléter le texte à trous. Attention certaines lettres ainsi que certains mots peuvent servir plusieurs fois !

N O I T C A E R S D Q Y T L  
L E O E D I C A Z J E X R B  
B Z T R A N S F E R T E D V  
S E T N E R E F F I D A P R  
N O I T A M R O F S N A R T  
C D A H Y D R O G E N E X Z  
S I X U E D M N L E Q S U L  
Y S O N O I T A U Q E A G E  
F R N G X W B E C V S B D L  
P E O L F N R E D E C R C P  
J T I O H P K L X P Ç O T U  
R P S A M P H O T E R E T O  
D A O T W N K P X W E A S C  
M C E U Q I M I H C Z F R U

(?) ION ( ? ) CHIMIQUE  
( ? ) AMPHOTERE  
( ? ) CEDER  
( ? ) DIFFERENTES  
( ? ) TRANSFORMATION  
( ? ) TRANSFERT  
( ? ) CAPTER  
( ? ) EQUATION  
( ? ) DEUX  
( ? ) ACIDE  
( ? ) HYDROGENE  
( ? ) REACTION  
( ? ) COUPLE  
( ? ) BASE

Un ..... est une espèce chimique capable de ..... un .....  
.....  $H^+$ . Une ..... est une espèce chimique capable de capter un .....  
.....  $H^+$ .

Un ..... peut ..... un .....  $H^+$  pour former une .....  
..... : .....  $\rightarrow$  ..... +  $H^+$  ; Une ..... peut .....  
un .....  $H^+$  pour former un ..... : .....  
+  $H^+$   $\rightarrow$  ..... ;

Un ..... acide-base, est formé par ..... espèces chimiques capables  
de se transformer l'une en l'autre par perte ou gain d'un .....  $H^+$ . Ces  
..... formes sont reliées par une ..... acide-base : .....  
 $\rightleftharpoons$  ..... +  $H^+$

Une ..... acide-base met en jeu ..... espèces chimiques  
..... appartenant à ..... acide-base différents : l' .....  
du premier couple cède un ion hydrogène  $H^+$  à la ..... du second couple.  
Pour établir l' ..... de la ..... d'une transformation acide-base, il  
faut écrire les deux ..... acide-base des deux couples mis en jeu et les ajouter.

Une espèce ..... peut jouer le rôle d'acide ou de base selon le .....  
acide-base dans lequel elle se trouve.

## Exercice 1.2

2,5/20 pts

2 min

Écrire la formule de la base conjuguée à partir de celle de l'acide

**REA** Déduire, à partir de la formule de l'acide, celle de sa base conjuguée. Vous justifierez le **caractère acide** de ces espèces au sens de Brönsted.

- Ion oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  :
- Ion ammonium  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  :
- Eau  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  :
- Acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$  :
- Acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\text{aq})$  :

## Exercice 1.3

2,5/20 pts

2 min

Écrire la formule de l'acide conjugué à partir de celle de la base

**REA** Déduire, à partir de la formule de la base, celle de son acide conjugué. Vous justifierez le **caractère basique** de ces espèces au sens de Brönsted.

- Ion hydroxyde  $\text{HO}^-(\text{aq})$  :
- Ammoniaque  $\text{NH}_3(\text{aq})$  :
- Eau  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  :
- Méthylamine  $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})$  :
- Ion éthanoate  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{aq})$  :

## Exercice 1.4

6/20 pts

7 min

Identifier un transfert d'ions hydrogène  $\text{H}^+$  et un caractère amphotère

Lors de la digestion, les transformations chimiques subies par les aliments (qui nous fournissent l'énergie dont nous avons besoin) produisent un certain nombre d'acides, en particulier de l'acide lactique, et de l'acide pyruvique. Ces acides réagissent avec l'eau contenue dans le sang. Les ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  formés réagissent alors avec les ions hydrogénocarbonates pour former de l'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , qui se transforme à son tour en dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ . Ce dernier est alors évacué par les poumons. L'équation de la transformation acide-base qui a lieu entre les ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  et les ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  s'écrit :  $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- 1 **REA** Identifier le rôle joué par  $\text{HCO}_3^-$  et par  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Justifier.
- 2 **REA** Écrire les **couples acide-base** mise en jeu.
- 3 **REA** Écrire les **demi-équations associées** à ces couples.

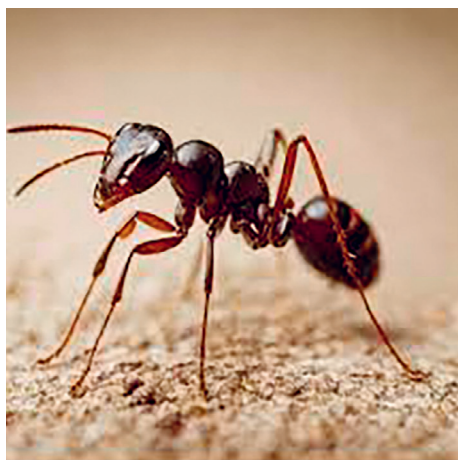
- 4 ANA L'ion hydrogénosulfate  $\text{HCO}_3^-$  est également un acide, et il donne lieu à deux transformations chimiques : une transformation acide-base avec l'ion oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  et une transformation acide-base avec l'ammoniac  $\text{NH}_3$ . Comment qualifier une espèce qui, comme l'ion hydrogénocarbonate, peut se comporter **soit comme une base, soit comme un acide** ?

### Exercice 1.5

6/20 pts

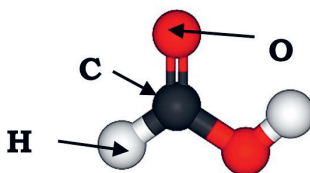
12 min

#### Un acide pour se protéger



Le naturaliste anglais John Ray isola, par distillation d'un grand nombre de fourmis mortes, un liquide incolore, acide à l'odeur âcre, l'acide formique (du latin formica, fourmi), dont les fourmis se servent pour se défendre : elles projettent cet acide dans les morsures faites avec leurs mandibules et sa réaction avec l'eau des tissus occasionne des brûlures.

Doc 1. Modèle moléculaire de l'acide formique



## Doc 2. Représentation de Lewis

$\cdot \text{H}$							$ \text{He} $
$\cdot \text{Li}$	$\cdot \text{Be} \cdot$	$\cdot \text{B} \cdot$	$\cdot \text{C} \cdot$	$ \text{N} \cdot$	$ \text{O} \cdot$	$ \text{F} \cdot$	$ \text{Ne} $
$\cdot \text{Na}$	$\cdot \text{Mg} \cdot$	$\cdot \text{Al} \cdot$	$\cdot \text{Si} \cdot$	$ \text{P} \cdot$	$ \text{S} \cdot$	$ \text{Cl} \cdot$	$ \text{Ar} $
$\cdot \text{K}$	$\cdot \text{Ca} \cdot$	Représentation de Lewis					

## Doc 3. Électronégativités

Atome	H	C	O
$\chi$	2,20	2,55	3,44

## Doc 4. Couples de l'eau

$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})/\text{HO}^-(\text{aq})$
--	---

- 1** **APP** Écrire la **représentation de Lewis** de l'acide formique en vous aidant des **Doc 1. et 2.** Pas de justification demandée.
- 2** **ANA** Quelle partie de sa structure explique qu'il soit un **acide** au sens de Brönsted ? Justifier en utilisant le **Doc 3.** Vous supposerez que la liaison C – H n'est pas polarisée.
- 3** **REA** **ANA** Donner le **couple** auquel appartient l'acide formique. Justifier en précisant, notamment, les formules brutes.
- 4** **REA** Après avoir repéré les **réactifs** dans l'énoncé (celui jouant le rôle d'acide et de base) et les **couples** mis en jeu, écrire l'équation de la réaction chimique à l'origine des brûlures. Vous justifierez le couple de l'eau choisi et l'espèce responsable des brûlures.

## Liste des mots à surligner dans les énoncés

- ❖ **Acide** : espèce chimique capable de céder un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .
- ❖ **Base** : espèce chimique capable de capter un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .
- ❖ **Couple acide-base** : formé de deux espèces chimiques capables de se transformer l'une en l'autre par perte ou gain d'un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .



## Notions abordées

- Transformations Acide-Base
- Analyser un système chimique par des méthodes physiques (pH et loi de Kohlrausch)

### Exercice 2.1

10,5/20 pts

35 min

#### Pluies acides

L'eau de pluie est naturellement acide, en raison de la présence de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Au contact de l'eau des nuages, le dioxyde de carbone se transforme en **acide carbonique**,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Ce dernier donne lieu à une transformation acide-base au cours de laquelle se forment des ions hydrogénocarbonate, entraînant l'abaissement du pH de l'eau de pluie. Les éclairs et les éruptions volcaniques contribuent eux aussi à l'acidification naturelle de l'eau de pluie.

Lorsque des combustibles fossiles (fuel, charbon, gaz naturel) sont brûlés dans les centrales thermiques à flammes ou dans les grosses installations de combustion de l'industrie, le soufre qu'ils contiennent est oxydé en dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$ . Une partie du dioxyde de soufre formée est alors transformée en trioxyde de soufre  $\text{SO}_3$  et en **acide sulfurique**,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Au contact des nuages, l'acide sulfurique réagit avec l'eau pour former des ions hydrogénosulfate. L'eau des nuages devient alors encore plus acide. Lorsque le pH de l'eau de pluie est inférieur à 5,6, on parle de pluie acide.

Lors de ces combustions, une partie du diazote présente dans l'air est oxydée en monoxyde d'azote,  $\text{NO}$ , puis en dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$ , avant d'être finalement oxydé en **acide nitrique**  $\text{HNO}_3$ . Au contact des nuages, l'acide nitrique réagit avec l'eau pour former des ions nitrates, ce qui contribue, là encore à acidifier l'eau de pluie.

Les pluies acides tombent et ruissellent dans les rivières et les lacs, affectant la faune et la flore. En particulier, ces eaux acides détruisent la fine couche protectrice qui recouvre les végétaux, les laissant à la merci des attaques extérieures.

- 1 **ANA** Donner, en justifiant, la formule chimique de l'ion hydrogénosulfate, base conjuguée de l'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- 2 **REA** Écrire alors le couple acide/base auquel appartient l'acide sulfurique.
- 3 **ANA** Expliquer pourquoi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  peut être considéré comme un acide au sens de Brønsted.
- 4 **ANA** Donner, en justifiant, la formule chimique de l'ion hydrogénocarbonate, base conjuguée de l'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

**Données :** Couples acide-base de l'eau :  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  et  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})/\text{HO}^-(\text{aq})$ .

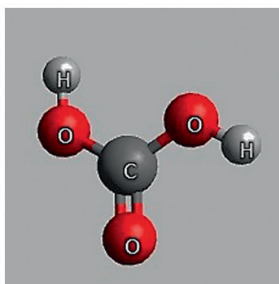
- 5 Écrire l'équation de la transformation acide-base entre l'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_3$  et l'eau. Vous préciserez les réactifs et les couples mis en jeu.

- 6 En déduire en quoi cette réaction explique l'acidification de l'eau de pluie ?

Atome	H	C	O
Structure de Lewis	H	C C	
Électronégativité $\chi$	2,20	2,55	3,44

- 7 Écrire le schéma de Lewis de l'acide carbonique et de sa base conjuguée.

**Modèle moléculaire de l'acide carbonique :**



- 8 Justifier, à partir de la réponse précédente et des données, de leur caractère acide ou basique.
- 9 L'ion hydrogénosulfate est amphotère. Donner la signification de ce terme.
- 10 Écrire les deux couples acide-base auxquels appartient l'ion hydrogénosulfate. Vous écrirez les demi-équations relatives aux deux couples.
- 11 En vous aidant du document, déterminer pour quelle concentration en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  une eau de pluie est-elle considérée comme acide.
- 12 On recueille un peu d'eau de pluie, et on y verse quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ . Les ions hydroxyde réagissent avec les ions oxonium, avec l'acide carbonique, puis avec l'ion hydrogénocarbonate. Écrire les équations des deux dernières transformations acide-base.

## Exercice 2.2

2,5/20 pts

8 min

**Calculer la valeur du pH d'une solution à partir de sa concentration en ion oxonium et inversement**

L'acide fluorhydrique est très utilisé dans l'industrie, par exemple pour le traitement de surface des composants électroniques. On prépare un volume  $V = 10 \text{ L}$  de cette solution par dissolution d'une quantité de matière  $n = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  de fluorure d'hydrogène gazeux. L'équation-bilan de la réaction de dissolution est :  $\text{HF}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{F}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$   
Cette réaction est totale.



- 1 Calculer le **pH** de la solution ainsi préparée.
- 2 On procède ensuite à la dilution de cette solution. Le pH de la solution fille obtenue vaut alors  $\text{pH}_{\text{fille}} = 4,0$ . Calculer la valeur du **facteur de dilution F**.

### Exercice 2.3

2,5/20 pts

2 min

#### Conductivité d'une solution de chlorure de fer III

Le chlorure de fer III (ou chlorure ferrique) de formule  **$\text{FeCl}_3(\text{s})$**  est très utilisé dans l'industrie des circuits imprimés pour attaquer le cuivre par une réaction d'oxydoréduction.

On prépare une solution aqueuse de chlorure de fer III de concentration en quantité de matière en soluté apporté  **$c = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$** .

Lors de la dissolution du solide ionique  $\text{FeCl}_3(\text{s})$ , il se forme des ions chlorure  $\text{Cl}^- (\text{aq})$  et des ions fer (III)  **$\text{Fe}^{3+} (\text{aq})$** .

- 1 Écrire l'**équation de dissolution** du chlorure de fer (III).
- 2 Exprimer la **concentration effective** des ions chlorure  $[\text{Cl}^-]$  et celle des ions fer (III)  $[\text{Fe}^{3+}]$  en fonction de  $c$ .
- 3 Exprimer la **conductivité  $\sigma$**  de la solution S grâce à la loi de Kohlrausch en précisant les unités de chaque grandeur puis l'exprimer en fonction de  $c$ . Calculer  $\sigma$  en  $\text{mS.m}^{-1}$  puis en  $\text{S.m}^{-1}$ . Vous ferez les conversions nécessaires.

#### Données :

Conductivités molaires ioniques à 25 °C :  $\lambda(\text{Fe}^{3+}) = 20,4 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$  ;  
 $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ .

#### Liste des mots à surligner dans les énoncés

- ❖ **Acide** : possède une liaison polarisée avec un H dans sa structure de Lewis.
- ❖ **Base** : possède un doublet non liant DNL dans sa structure de Lewis.
- ❖ **pH** :  $\text{pH} = -\log \left( \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c_0} \right)$  avec  $c_0 = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$  ;  $[\text{H}_3\text{O}^+]\text{f} = c_0 \times 10^{-\text{pH}}$ .
- ❖ **Loi de Kohlrausch** :  $\sigma = \sum \lambda_i \times [\text{X}_i]_{\text{f}}$  ( $[\text{X}_i]_{\text{f}}$  en  **$\text{mol.m}^{-3}$** )



# Devoir 3

## Notions abordées

- ▶ Analyse d'un système chimique par des méthodes physiques (Spectre InfraRouge et dosage par étalonnage conductimétrique)

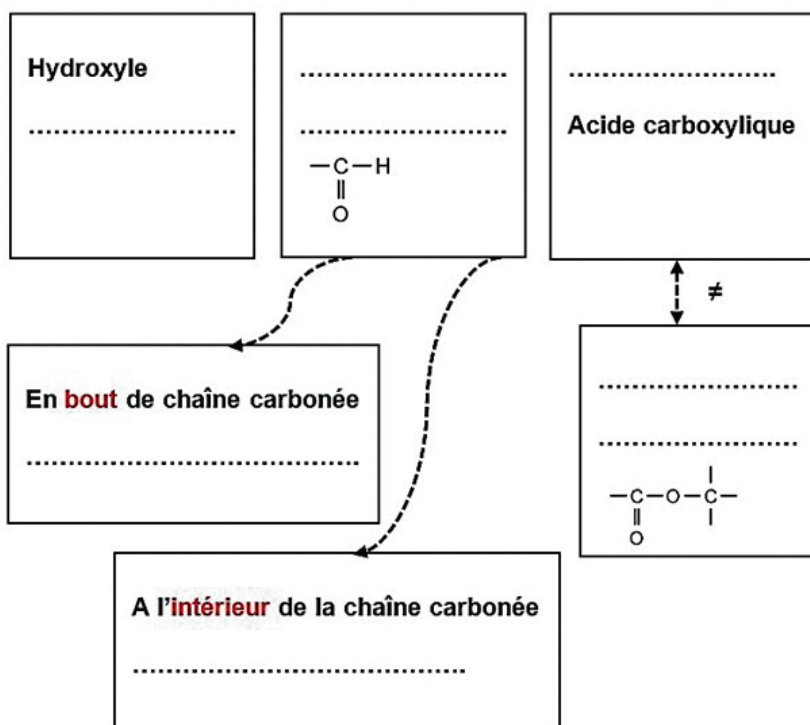
### Exercice 3.1

10,5/20 pts

20 min

#### Identification de groupes caractéristiques

**REA** Recopier et compléter le diagramme ci-dessous en nommant soit les groupes caractéristiques, soit la famille fonctionnelle ou en représentant ces groupes.



### Exercice 3.2

2,5/20 pts

2 min

#### Identifier un groupe caractéristique à partir de données tabulées

Lors de son inventaire de fin d'année, une laborantine retrouve dans la réserve du lycée trois flacons dont les étiquettes sont partiellement effacées. Pour les identifier, elle réalise alors le spectre infrarouge des trois solutions inconnues.

## Doc 1. Étiquette des trois flacons

Nom :

Formule brute :

Formule semi-développée :  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{O}$

Nom : *éthanol*

Formule brute :

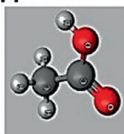
Formule semi-développée :

Nom :

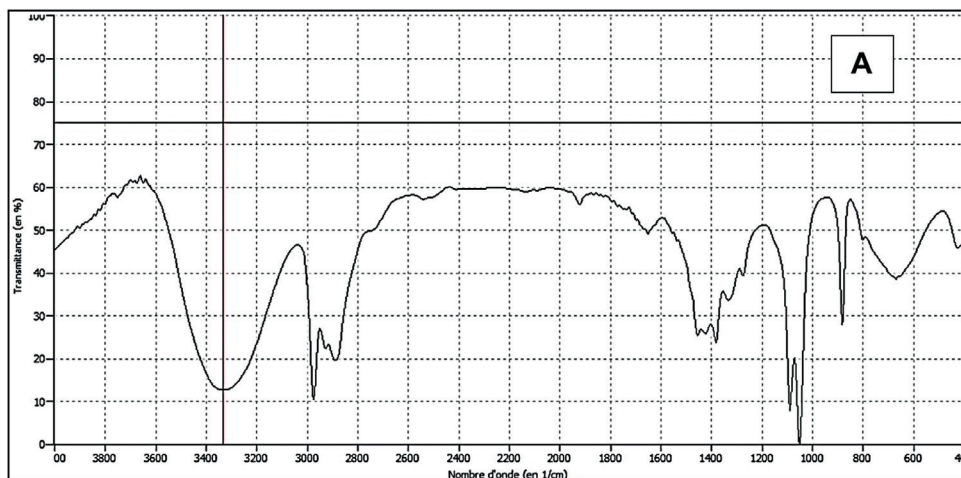
Formule brute :

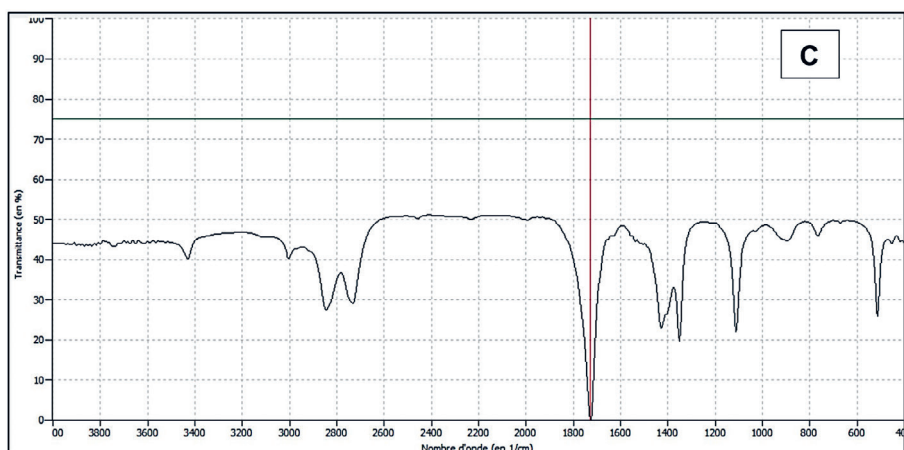
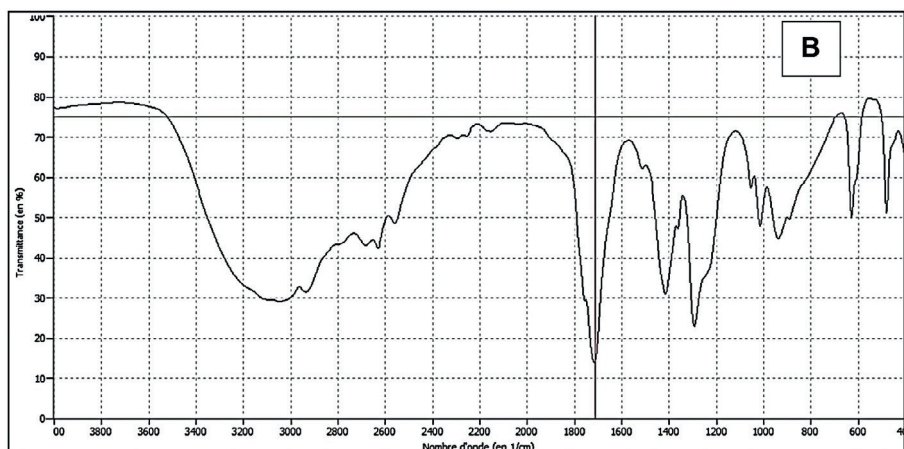
Formule semi-développée :

Modèle moléculaire :



## Doc 2. Spectre infrarouge des trois solutions inconnues





Doc 3. Tableau de données

Liaison	Nombre d'ondes $\sigma$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	Forme de bande
O – H alcool en phase liquide	3 200-3 600	Intense/Moyenne et large
O – H acide carboxylique	2 500-3 200	Intense et large
C = O aldéhyde et cétone	1 700-1 740	Intense
C = O acide carboxylique	1 700-1 725	Intense

- 1 **REA** Compléter chaque étiquette du **Doc 1**.
- 2 **APP** Entourer et nommer les groupes caractéristiques dans chaque formule semi-développée
- 3 **ANA** **RAIS** En vous aidant du **Doc 2**, identifier de manière rigoureuse et argumentée les liaisons correspondantes aux bandes d'absorption pour chaque spectre.
- 4 **VAL** Identifier le spectre IR qui est associé à chaque molécule.

### Exercice 3.3

2,5/20 pts

2 min

#### Exploiter la loi de Kohlrausch pour déterminer une concentration ou une quantité de matière

Une pulvérisation nasale prescrite en cas de rhinite est une solution aqueuse de sulfure de sodium. La notice donne les indications suivantes :

« **Composition pour 10 mL** : 6,0 mg de sulfure de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}$ ).

Excipients non ioniques : édulcorants, eau purifiée, essence de Néroli. »

Doc 1. Préparations des solutions étalons

Solution étalon	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
Volume de solution préparée (en mL)	50,0	50,0	50,0	50,0
Volume V <sub>i</sub> de solution S <sub>0</sub> introduit (en mL)	25,0	20,0	10,0	5,0

Doc 2. Mesures de  $\sigma$  pour les solutions étalons

Solution étalon	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
Concentration c <sub>i</sub> (mmol.L <sup>-1</sup> )	2,5	1,3	1,0	0,50	0,25
$\sigma$ (en mS.cm <sup>-1</sup> )	0,64	0,33	0,26	0,13	0,070

#### Données

- L'équation de la réaction chimique de dissolution du sulfure de sodium dans l'eau s'écrit :



- À la température ambiante, la dissolution est totale aux concentrations utilisées ;
- Masses molaires :  $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{S}) = 32,1 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- Dans le cas des solutions diluées, la grandeur  $\sigma$  des solutions s'exprime selon la relation  $\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$ , où  $[X_i]$  représente la concentration de l'espèce ionique  $X_i$  en solution et  $\lambda_i$  la conductivité molaire ionique de cette espèce.
- Valeurs des conductivités molaires ioniques à 25 °C :  $\lambda(\text{Na}^+) = 5,01 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  ;  $\lambda(\text{S}^{2-}) = 16,0 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$ .

Le but de cet exercice est de **contrôler** l'indication de la notice concernant, concernant le sulfure de sodium en étudiant les résultats d'un dosage par **étalonnage conductimétrique**.

## 1 Préparation de solutions étalons de sulfure de sodium

Une solution étalon  $S_0$  à la concentration  $c_0 = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  est préparée par dissolution de sulfure de sodium solide. Par dilution, quatre solutions étalons sont préparées, en respectant les volumes donnés (**Doc 2**).

- Déterminer la **masse  $m$**  de solide dissous pour préparer  $V_0 = 100,0 \text{ mL}$  de solution  $S_0$ .
- Décrire le **protocole** de préparation de  $S_1$ .

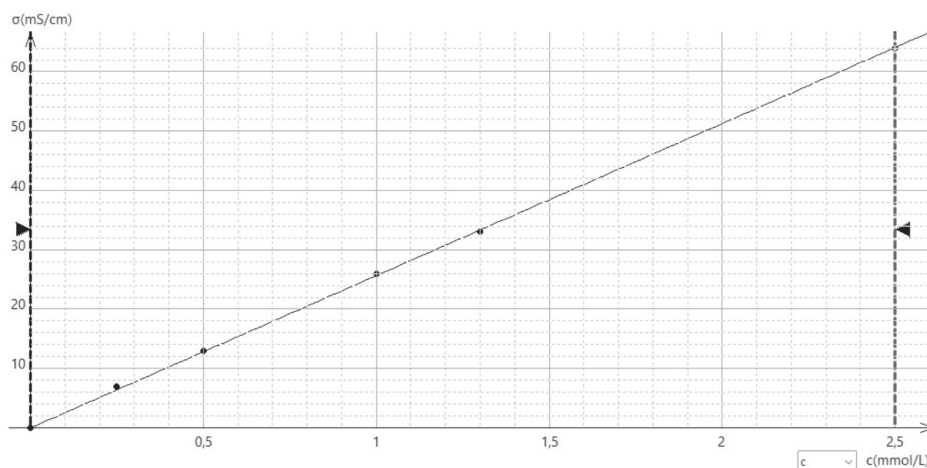
## 2 Mesures

Les mesures de  $\sigma$  sont réalisées pour les solutions étalons.

- Justifier que dans le cas présent, le contrôle de qualité puisse être fait par conductimétrie.
- Comment utiliser correctement un conductimètre en séance de travaux pratiques ?

On a tracé la **courbe d'étalonnage** représentant  $\sigma$  en fonction de la concentration molaire des solutions étalons et modélisé la courbe d'étalonnage par un modèle approprié pour obtenir l'équation :

$$\sigma = 2,56 \times 10^{-2} \cdot c \quad (2,56 \times 10^{-2} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1})$$



- Dans le cas des solutions diluées, exprimer la conductivité  $\sigma$  d'une solution aqueuse de sulfure de sodium en fonction des concentrations et des conductivités molaires ioniques de chaque espèce chimique présente en solution.
- Sachant que la dissolution du sulfure de sodium dans l'eau est totale, montrer que l'expression précédente est en accord avec l'écriture  $\sigma = k \cdot c$  et avec l'observation du **2.b**. Retrouver alors la valeur de  $k$  obtenue par la modélisation.

## 3 Vérification de la notice

On mesure ensuite la conductivité de la pulvérisation **diluée 10 fois** et obtient  $\sigma_d = 0,19 \text{ mS.cm}^{-1}$  dans les mêmes conditions.

- Pourquoi faut-il **diluer** le médicament avant la mesure conductimétrique ?
- Quelle est la concentration en masse « expérimentale » en sulfure de sodium de cette pulvérisation ?

C.

Dans certains cas, il est possible de comparer une valeur trouvée à une valeur de référence. On définit pour cela le z-score, résultat de la comparaison entre l'écart absolu  $|G_{\text{exp}} - G_{\text{réf}}|$  pour la mesure d'une grandeur  $G$  et son incertitude type  $u(G)$  :

$$z = \frac{|G_{\text{exp}} - G_{\text{réf}}|}{u(G)}$$

Ce quotient est souvent appelé *z-score*. C'est un écart rapporté à l'incertitude de mesure.

On peut convenir du critère suivant (celui-ci dépend du niveau de confiance) :

- Si  $z > 2$ , il y a incompatibilité : la mesure n'est pas jugée convenable au regard de la référence.
- Si  $z < 2$ , il y a compatibilité : la mesure est jugée compatible avec la valeur de référence.

La composition en sulfure de sodium de pulvérisation est-elle **conforme** à l'étiquetage ? Vous calculerez le z-score (On considérera que l'incertitude-type associée à la détermination de la concentration en masse expérimentale a pour valeur  $u(c_m) = 0,20 \text{ g.L}^{-1}$ ).

### Liste des mots à surligner dans les énoncés

- ❖ **Acide** : espèce chimique capable de céder un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .
- ❖ **Base** : espèce chimique capable de capter un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .
- ❖ **Couple acide-base** : formé de deux espèces chimiques capables de se transformer l'une en l'autre par perte ou gain d'un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .
- ❖ **Concentration  $c$  en quantité de matière** :  $c \text{ mol.L}^{-1} = \frac{n \text{ mol}}{V \text{ L}}$
- ❖ **Concentration  $c_m$  en masse** :  $c_m \text{ g.L}^{-1} = \frac{m \text{ mol}}{V \text{ L}}$
- ❖ **Relation entre  $c_m$  et  $c$**  :  $c_m \text{ g.L}^{-1} = c \text{ mol.L}^{-1} \times M \text{ mol.L}^{-1}$



# Devoir 4

## Notions abordées

- ▶ Analyse d'un système chimique par des méthodes physiques (dosage par étalonnage spectrophotométrique)

### Exercice 4.1

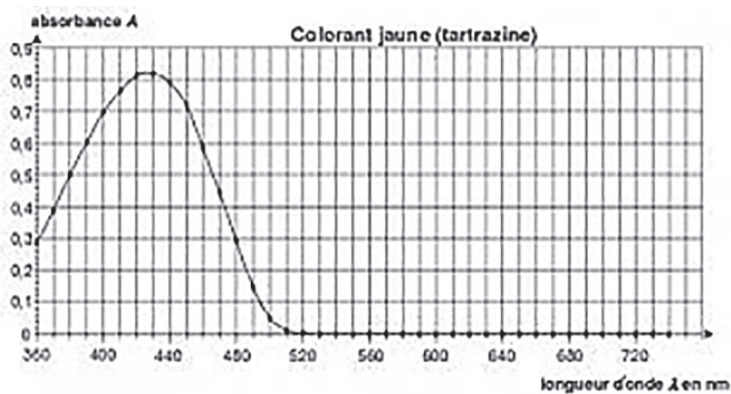
1/20 pts

5 min

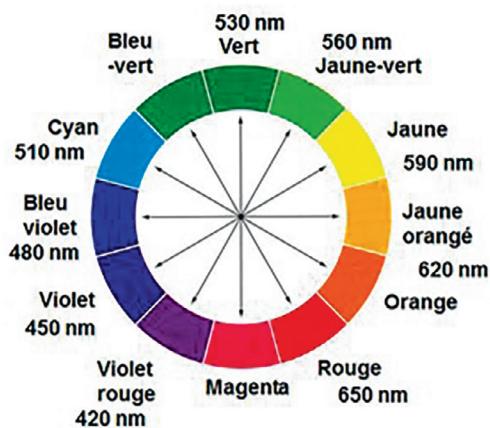
#### Justifier la couleur d'une solution

**APP** **ANA** À l'aide des **Doc 1** et **Doc 2**, justifier la couleur prise par la solution de tartrazine.

Doc 1. Spectre d'absorption du colorant tartrazine



Doc 2. Cercle chromatique





## Exercice 4.2

8/20 pts

40 min

### Exploiter la loi de Beer Lambert pour déterminer une concentration ou une quantité de matière

Une eau est certifiée potable si elle répond à un certain nombre de critères. Une norme européenne précise que la teneur de cette eau en ions nitrate ne doit pas excéder **50 mg.L<sup>-1</sup>** depuis 2007. On s'intéresse à deux échantillons de la nappe des Hauts de France. Afin de connaître leur teneur en ions nitrate, on prépare tout d'abord des solutions étalons.

#### Préparation des solutions étalons

On prépare la solution notée  $S_{\text{mère}}$  en dissolvant 129 mg de nitrate d'ammonium (de formule brute  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) dans 1,0 L d'eau distillée. On obtient alors une solution de concentration en masse en ions nitrate  $\text{NO}_3^-$  égale à **100 mg.L<sup>-1</sup>** après dissolution complète.

Pour cela on dispose : d'une fiole jaugée d'un litre (avec bouchon), d'une spatule, d'un entonnoir, d'une coupelle, d'une balance électronique et d'une pissette d'eau distillée. On ajoute dix gouttes d'acide 2,4-phénoldisulfonique à cette solution mère. La solution prend une coloration jaune.

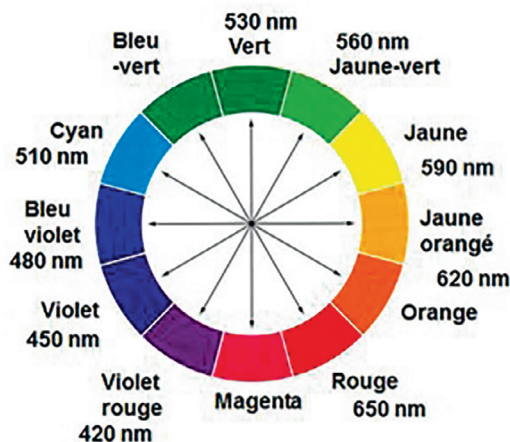
On dilue ensuite cette solution afin d'obtenir quatre solutions filles notées  $S_1$  à  $S_4$ . Les données utiles à ces préparations sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

solutions	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration en masse $c_m$ (mg.L <sup>-1</sup> )	10	25		80
facteur de dilution F	10			
volume prélevé de solution $S_{\text{mère}}$ $V_m$ (mL)	2,5		25,0	20,0
Volume de la solution fille $V_f$ (mL)	25,0	50,0	50,0	

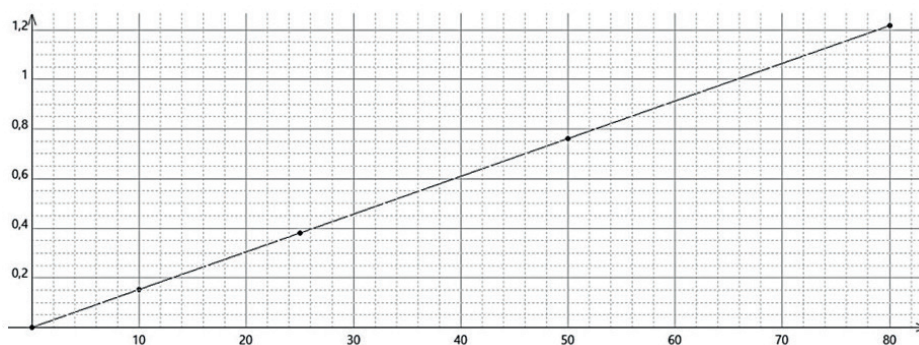
- 1** **REA** Compléter les cases vides en justifiant très précisément votre réponse
- 2** **REA** Dans la liste suivante, choisir le matériel nécessaire à la préparation de la solution  $S_1$ . Justifier rapidement et décrire les différentes étapes de préparation.  
pipette jaugée de 25,0 mL / pipette graduée de 10,0 mL / poire à pipeter / fiole jaugée de 25,0 mL / bécher de 50,0 mL / éprouvette graduée de 25 mL.

#### Tracé de la courbe d'étalonnage

- 3** **APP** **ANA** On dispose de plusieurs filtres caractérisés par les longueurs d'onde suivantes 410 nm, 520 nm, 560 nm, 630 nm et 750 nm.  
Quel filtre faut-il utiliser lors de ce dosage ? Justifier.



- 4 On mesure l'absorbance  $A$  de chaque solution ( $S_{\text{mère}}$ ,  $S_1$  à  $S_4$ ) et on trace la courbe d'étalonnage suivante :



- REA Compléter la figure ci-dessus afin de présenter correctement ce graphique.
- ANA Quelle est la loi qui est ainsi vérifiée ?
- On mesure de même l'absorbance des échantillons 1 et 2 de la nappe des Hauts-de-France. On trouve respectivement  $A_1 = 0,50$  pour l'échantillon 1 et  $A_2 = 1,1$  pour l'échantillon 2.  
REA VAL Déterminer, par une construction graphique soignée, la teneur de chaque l'échantillon en ions nitrate. Conclure quant à leur potabilité.

### Exercice 4.3

2,5/20 pts

20 min

#### Résoudre une situation problème

**Problématique** : Combien de bonbons bleus bien connus peut manger un élève avant de dépasser la dose journalière admissible (DJA) associée à la couleur de ces bonbons ?

### Données :

Il est noté sur le paquet que le colorant **cyan** utilisé se nomme bleu patenté E131 (actuellement c'est plutôt la spiruline) ;

Pour le colorant E131, la DJA est de 2,5 mg par kg de masse corporelle et par jour ;

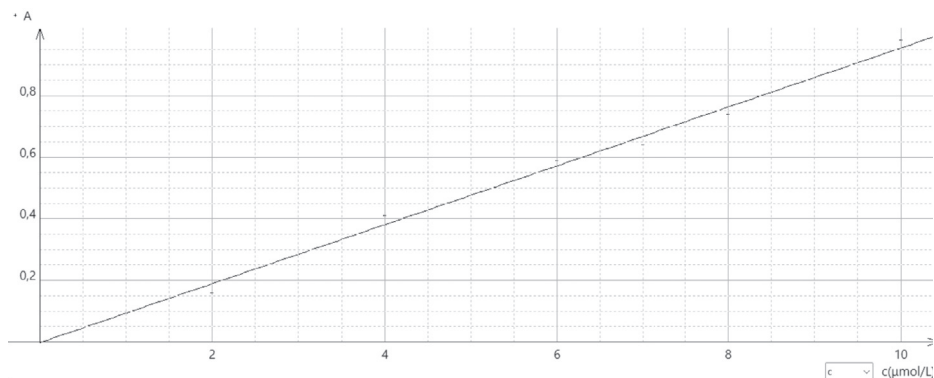
La masse molaire du bleu patenté est de  $560 \text{ g.mol}^{-1}$  ;

La masse moyenne d'un élève est de 60 kg.

On prépare 50,0 mL de solution aqueuse par dissolution d'un bonbon dans de l'eau chaude. **On appelle cette solution  $S_X$** . On réalise ensuite une échelle de teintes à partir d'une **solution mère  $S_0$**  de bleu patenté de concentration molaire  $c_0 = 1,25 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le tableau suivant rend compte des **dilutions** réalisées et indique, entre autres, le volume de solution mère prélevé à l'aide d'une pipette graduée.

Solutions de bleu patenté	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$
$V_{\text{mère}} \text{ (mL)}$	20,0	16,0	12,0	8,0	4,0
$V_{\text{total}} \text{ (mL)}$	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
$c_i \text{ (mol. L}^{-1}\text{)}$	$1,0 \times 10^{-5}$	$8,0 \times 10^{-6}$	$6,0 \times 10^{-6}$	$4,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$

On utilise maintenant un spectrophotomètre pour mesurer l'absorbance des solutions  $S_0$  à  $S_5$  et de la solution  $S_X$  en réglant le spectrophotomètre à la longueur d'onde  $\lambda_{\text{max}} = 640 \text{ nm}$ . On trace ensuite la courbe d'étalonnage ci-dessous de l'absorbance  $A$  en fonction de la concentration. L'absorbance de la solution  $S_X$  est :  **$A_X = 0,65$** .



### Liste des mots à surligner dans les énoncés

- ❖ **Acide** : espèce chimique capable de céder un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .
- ❖ **Base** : espèce chimique capable de capter un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .
- ❖ **Couple acide-base** : formé de deux espèces chimiques capables de se transformer l'une en l'autre par perte ou gain d'un ion hydrogène  $\text{H}^+$ .
- ❖ **Masse  $m$  d'un échantillon** :  $m \text{ g} = n \text{ mol} \times M \text{ g.mol}^{-1}$
- ❖ **Concentration  $c_m$  en masse** :  $c_m \text{ g.L}^{-1} = \frac{m \text{ mol}}{V \text{ L}}$



# Devoir 5

Notions abordées

➤ Cinématique du point

## Exercice 5.1

20/20 pts

50 min

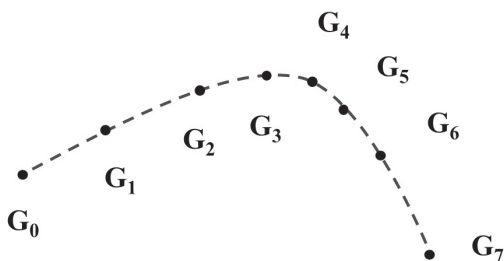
Déterminer une vitesse ou une accélération à partir :

### 1 d'un vecteur position $\overrightarrow{OM}$

On considère un objet ponctuel M de coordonnées : 
$$\begin{cases} x(t) = 2t^3 + 3t^2 - 1 \\ y(t) = t^4 + 3t^2 + t \\ z(t) = -5t \end{cases} \text{ dans le repère cartésien } (O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k}).$$

- REA Définir la vitesse instantanée à l'aide de la dérivée.
- REA Déterminer les **coordonnées** du vecteur vitesse.
- REA Calculer la valeur de la vitesse à  $t = 3 \text{ s}$ .
- REA Définir l'accélération instantanée à l'aide de la dérivée.
- REA Déterminer les **coordonnées** du vecteur accélération.
- REA Calculer la valeur de l'accélération à  $t = 2 \text{ s}$ .

### 2 d'un relevé de positions



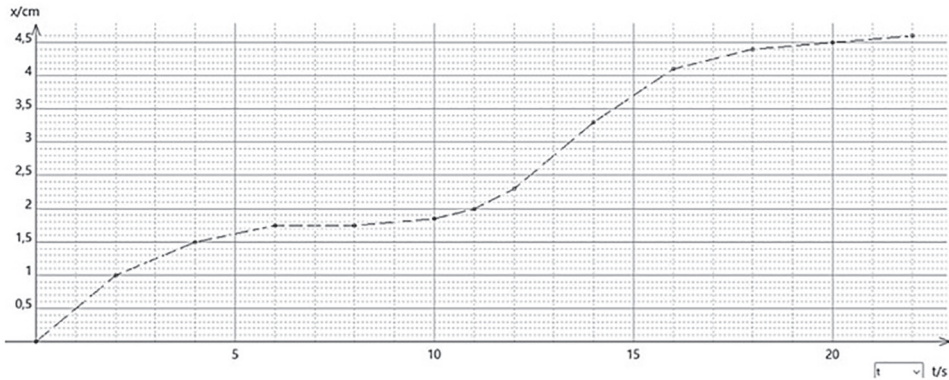
$\tau = 40 \text{ ms}$

REA Recopier la trajectoire et tracer le vecteur  $\vec{v}_4$  au point  $G_4$ . Vous détaillerez les calculs nécessaires pour y parvenir ainsi que tous les tracés nécessaires et préciserez les caractéristiques de  $\vec{v}_4$ .

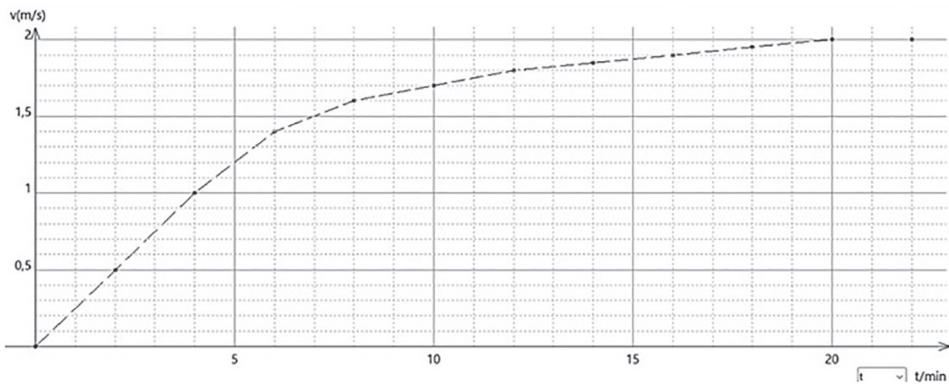
**Échelles :** 1,0 cm pour 2,0 cm en réalité, 1,0 cm pour 0,10 m.s<sup>-1</sup>.

### 3 d'un graphe

On souhaite obtenir grâce à la courbe ci-dessous la valeur de la vitesse à  $t = 12 \text{ s}$ .



- APP** Que faut-il tracer pour y parvenir ?
- ANA** Que faut-il déterminer alors ?
- REA** En déduire la **valeur** de la vitesse à  $t = 12$  s.
- APP** **ANA** Quelle est la grandeur que l'on calcule en déterminant le coefficient directeur de la tangente à la courbe  $v = f(t)$  ?



- REA** Déterminer **graphiquement** la valeur de cette grandeur en  $\text{m.s}^{-2}$  à la date  $t = 0$  s.

## Exercice 5.2

9/20 pts

30 min

### Caractériser le vecteur accélération pour un mouvement rectiligne uniformément accéléré

Le mouvement d'un système est étudié juste après son départ en relevant les positions de son centre de gravité au cours du temps.



1 **APP** En étudiant la trajectoire, **caractériser** le mouvement.

2 **APP** **REA** Quelles sont les étapes pour représenter le **vecteur accélération**  $\vec{a}_3$  au point  $G_3$  ? Vous détaillerez les calculs nécessaires pour tracer les vecteurs  $\vec{v}_2, \vec{v}_4, \Delta \vec{v}_3$  puis  $\vec{a}_3$  **directement** sur la trajectoire recopiée et préciserez les caractéristiques de  $\vec{v}_2$  et de  $\vec{a}_3$ .

**Échelles** : 1,0 cm pour 2,0 cm en réalité, 1,0 cm pour  $0,10 \text{ m.s}^{-1}$  et 1,0 cm pour  $0,50 \text{ m.s}^{-2}$ .

3 **ANA** Comparer la **direction** et le **sens** des vecteurs  $\vec{v}_2$  et  $\vec{a}_3$ .

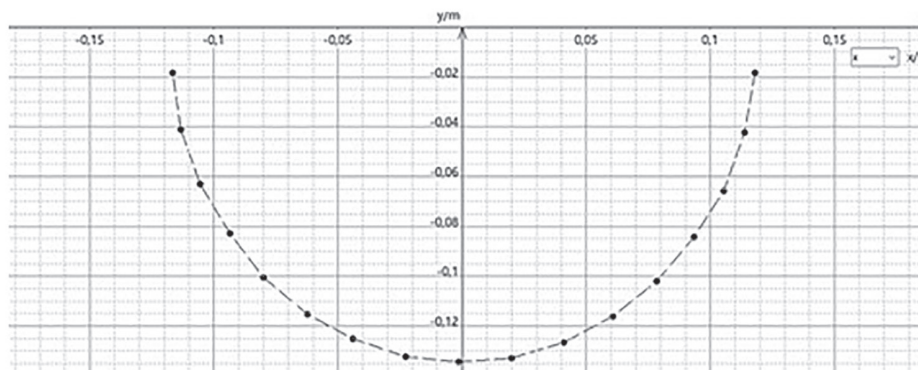
## Exercice 5.3

14,5/20 pts

45 min

### Caractériser le vecteur accélération pour un mouvement circulaire uniforme

Le mouvement d'un système est étudié juste après son départ en relevant les positions de son centre de gravité au cours du temps.



**Données** : Diamètre réel du cercle :  $d = 24 \text{ cm}$  ;  $\tau = 40 \text{ ms}$ .

- 1 **REA** Numéroter les positions successives  $G_i$  du centre de masse à partir de la gauche.
- 2 **APP** En étudiant la trajectoire, **caractériser** le mouvement.
- 3 **ANA** **REA** Quelles sont les étapes pour représenter le **vecteur accélération**  $\vec{a}_5$  au point  $G_5$  et  $\vec{a}_{14}$  au point  $G_{14}$  ? Vous détaillerez les calculs nécessaires pour tracer les vecteurs  $\vec{v}_4, \vec{v}_6, \vec{v}_{13}, \vec{v}_{15}, \Delta\vec{v}_5, \Delta\vec{v}_{14}$  puis  $\vec{a}_5$  et  $\vec{a}_{14}$  **directement** sur la trajectoire recopiée et préciserez les caractéristiques de  $\vec{v}_4$  et de  $\vec{a}_5$ .  
**Échelles** : 1,0 cm pour  $0,20 \text{ m.s}^{-1}$  et 1,0 cm pour  $1,0 \text{ m.s}^{-2}$ . **À vous de déterminer l'échelle des distances !**
- 4 **ANA** Comparer la **direction** et le **sens** des vecteurs  $\vec{v}_4$  et  $\vec{a}_5$ .

#### Liste des mots à surligner dans les énoncés

- ❖ **Vecteur vitesse instantanée** :  $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$
- ❖ **Vecteur accélération instantanée** :  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$
- ❖ **Caractéristiques d'un vecteur** : Direction, sens, point d'application et valeur.



# Devoir 6

## Notions abordées

- ▶ Relier les actions mécaniques appliquées à un système et son mouvement

### Exercice 6.1

5,5/20 pts

20 min

#### Utiliser la deuxième loi de Newton pour en déduire le vecteur accélération

Lors d'un lancement la fusée Ariane 6 a une masse totale  $M = 5,3 \times 10^5 \text{ kg}$ . Sa propulsion est assurée par une force de poussée verticale constante  $\vec{F}$ . Tout au long du décollage, on admet que la valeur du champ de pesanteur  $\vec{g}$  est également constante. On étudie le mouvement du système {fusée} dans le référentiel terrestre supposé galiléen et on choisit un repère  $(0, \vec{j})$  dans lequel le vecteur  $\vec{j}$  est un vecteur unitaire vertical dirigé vers le haut et porté par l'axe Oy. À l'instant  $t_0 = 0 \text{ s}$ , Ariane 6 est immobile et son centre de masse G est confondu avec l'origine O. On utilise la notation,  $a$  pour la valeur de l'accélération du centre d'inertie de la fusée, avec  $\vec{a} = a_y \cdot \vec{j} = a \cdot \vec{j}$

**Données :** force de poussée  $F = 8,0 \times 10^6 \text{ N}$  ; intensité de pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ; pendant la durée de fonctionnement, on supposera que seuls le poids  $\vec{P}$  et la force de poussée  $\vec{F}$  agissent sur la fusée et on admettra que la masse de la fusée reste constante.

- 1 **REA** Représenter ces forces sur un **schéma** pendant le décollage. Vous précisez les coordonnées de chaque vecteur force.
- 2 **ANA** Quelle **loi** de Newton utiliser ? *Justifier*.
- 3 **REA** En appliquant la loi de Newton au système, donner les **caractéristiques** du vecteur accélération  $\vec{a}$  dès que la fusée a quitté le sol par une méthode **vecto-rielle** et par une méthode **calculatoire**.

### Exercice 6.2

8/20 pts

30 min

#### Utiliser la deuxième loi de Newton pour en déduire la somme des forces appliquées au système

Un skieur de masse  $m = 80 \text{ kg}$  dévale une piste d'angle  $\alpha = 15^\circ$ . Ayant une vitesse initiale  $v_0 = 9,0 \text{ m.s}^{-1}$ , le skieur effectue un chasse-neige pour s'arrêter. Il s'arrête complètement au bout de l'urée  $\Delta t = 3,0 \text{ s}$ .

**Donnée :** Valeur de l'intensité de pesanteur :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .



- 1 **ANA** **Caractériser** le mouvement du système dans le référentiel terrestre.
- 2 **ANA** Que dire alors de la direction et du sens des vecteurs vitesse  $\vec{v}$  et accélération  $\vec{a}$  ?
- 3 **REA** Au cours de la manœuvre en chasse-neige, le vecteur accélération est supposé constant. Donner sa **direction**, son **sens** et sa **valeur**.
- 4 **REA** Faire le **bilan des forces** qui s'exercent sur le système dans le référentiel terrestre. Vous représenterez ces vecteurs (forces, vitesse et accélération) sur un **schéma** et préciserez leurs coordonnées.
- 5 **REA** À l'aide de la **deuxième loi de Newton**, déterminer la **norme  $f$**  de la force de frottement.



# Devoir 7

## Notions abordées

### ➤ Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme

#### Exercice 7.1

14/20 pts

1 h 15 min

#### Chute d'une boule dans le vide...

Dans une enceinte où règne le vide, à  $t = 0$  une boule de bowling de masse  $m = 5,0 \text{ kg}$ , est lâchée **sans vitesse initiale** d'une hauteur  $y_1 = 15,0 \text{ m}$  du sol.

À l'instant  $t_f$ , la boule touche le sol ( $y_f = 0 \text{ m}$ ) avec une **vitesse**  $v_f$ . Le poids est la seule force exercée sur la boule. On modélise la boule par son centre de masse  $G$ .

Le référentiel de l'enceinte est supposé galiléen et est muni d'un repère  $Oy$  vertical vers le haut.

**Donnée** : Intensité de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

#### ... et la deuxième loi de Newton : méthode 1

- 1 **REA** Faire le bilan de(s) force(s) qui s'exerce(nt) sur le système {Boule}.
- 2 **ANA** Comment qualifier alors cette chute ?
- 3 **REA** Faire un schéma de la situation à  $t = 0 \text{ s}$  définissant le repère d'étude, précisant la position du centre de masse  $G$ , représentant le vecteur champ de pesanteur  $\vec{g}$ .
- 4 **REA** Préciser les coordonnées de  $G$  et de  $\vec{g}$  dans ce repère à  $t = 0 \text{ s}$ .
- 5 **REA** Appliquer la deuxième loi de Newton et établir l'expression littérale de la composante  $a_y$  du vecteur accélération  $\vec{a}_G$  du centre de masse de la boule suivant l'axe  $Oy$ .
- 6 **REA** En déduire les équations horaires  $v_y(t)$  et  $y(t)$ .
- 7 **REA** Déterminer à quel instant  $t_f$  la boule touche le sol.
- 8 **REA** Déterminer la vitesse  $v_f$  de la boule juste avant de toucher le sol.

#### ... et la conservation de l'énergie mécanique

- 9 **REA** Calculer l'énergie mécanique initiale  $E_{m1}$  de la boule.
- 10 **REA** Déterminer la valeur de l'énergie mécanique de la boule pendant sa chute.
- 11 **REA** Déterminer la vitesse  $v_f$  de la boule juste avant de toucher le sol.

### ... et l'application du théorème de l'énergie cinétique

- 12 **REA** Écrire le théorème de l'énergie cinétique appliquée à la boule entre l'instant initial et l'instant final.
- 13 **REA** Établir la relation entre  $v_f$ ,  $v_i$ ,  $m$ ,  $y_i$ ,  $y_f$  et  $g$ .
- 14 **REA** Déterminer la vitesse  $v_f$  de la boule juste avant de toucher le sol.

### ... et programmation Python

On dispose maintenant d'un programme Python qui, une fois complété et exécuté, donne accès à l'évolution temporelle des énergies (cinétique, potentielle et mécanique) pour le système précédent.

- 15 **REA** Montrer que la formule littérale permettant d'exprimer la vitesse  $v$  au cours de la chute en fonction de l'altitude initiale  $y_1$  au point 0 est :  $v = \sqrt{2gH}$  avec  $H = y_1 - y$  (hauteur de chute).
- 16 **ANA** Expliquer sous la forme de transferts d'énergie ce qui se passe lors de la chute de la boule de bowling.

#### Données :

$y_1 = 15,0$  m

dans l'hypothèse d'une **chute libre**, la durée de chute peut se calculer grâce à la

formule suivante :  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$  avec  $H = y_1 - y$  (hauteur de chute).

- 17 **REA** Figure 1 : Extrait 1 Python

```
1  #Importation des bibliothèques nécessaires
2  from matplotlib import pyplot as plt
3  from math import *
4
5  #Variables globales
6  """Compléter les valeurs manquantes"""
7  m=          # Masse de la nacelle (en kg)
8  g=          # Champ de pesanteur terrestre (en m/s^2)
9  y1=         # Hauteur initiale (en m)
10 v1=         # Vitesse initiale (en m/s)
11 Epp1=7.4E-2 #Energie potentielle de pesanteur initiale (en J)
12
```

Recopier et compléter les lignes 7 à 10 puis vérifier la valeur constante affichée pour  $E_{pp1}$  à la ligne 12 par un calcul.

## 18 REA Figure 2 : Extrait 2 Python

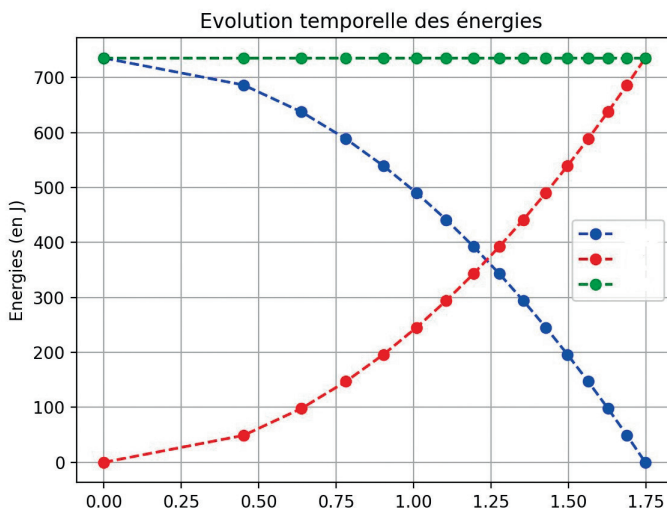
```

21 #Construction des listes
22 """
23 La méthode .append ajoute des éléments à une liste
24 Dans la boucle for, la variable h varie de 0 à 15 par pas de 1
25 """
26
27 for h in range (0,16,1):
28     H.append(h)          # A compléter
29     t.append()           # A compléter
30     v.append()           # A compléter
31     Ec.append()          # A compléter
32     Epp.append(m*((g*y1)-(0.5*sqrt(2*g*h)**2))) # A compléter
33     Em.append(0.5*m*sqrt(2*g*h)**2+m*((g*y1)-(0.5*sqrt(2*g*h)**2))) # A compléter
34

```

Recopier et compléter les lignes 29 à 31 par une formule permettant de calculer les trois grandeurs et ainsi ajouter des éléments à la liste.

19 ANA Une fois le programme Python complété en entier et exécuté, on ouvre la fenêtre graphique suivante :



Associer chacune des trois courbes à son énergie correspondante (cinétique, potentielle ou mécanique). Justifier graphiquement.

20 ANA Peut-on qualifier la chute de la boule comme étant une chute libre ? Expliquer.

21 APP ANA À l'aide du graphique et des deux extraits de programme Python (Figures 1 et 2), pour quelle altitude atteinte par la boule observe-t-on une équipartition de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur ?

22 APP ANA Déterminer, à l'aide des extraits Python, du graphique et des réponses précédentes, la vitesse  $v_f$  de la boule juste avant de toucher le sol.

## Exercice 7.2

9/20 pts

50 min

### Déterminer la valeur de la vitesse initiale $v_0$ lors d'un lancer olympique de javelot...

Le record olympique de lancer de javelot féminin a été battu en 2004 à Athènes par l'athlète cubaine Olisdeilys Menéndez avec un jet de portée  $L = 71,53 \text{ m}$ . On modélise le javelot, de masse  $m = 600 \text{ g}$ , par son centre de masse  $G$ . On supposera qu'il n'est soumis qu'à son poids  $\vec{P}$ . Au moment du lancer, il se trouve à une hauteur  $H = 1,78 \text{ m}$  au-dessus du sol. Sa vitesse initiale  $\vec{v}_0$  forme un angle  $\alpha = 45,0^\circ$  par rapport à l'horizontale.

#### ... à partir de l'équation de la trajectoire

- 1 **APP** Préciser le système et le référentiel.
- 2 **REA** Faire un schéma de la situation à  $t = 0 \text{ s}$  définissant le repère d'étude, précisant la position du centre de masse  $G$ , représentant les vecteurs vitesse initiale  $\vec{v}_0$  et champ de pesanteur  $\vec{g}$ .
- 3 **REA** Préciser les coordonnées de  $G$ ,  $\vec{v}_0$  et  $\vec{g}$  dans ce repère à  $t = 0 \text{ s}$ .
- 4 **REA** A l'aide d'une loi de Newton que vous citerez, établir les expressions littérales des composantes  $a_x$  et  $a_y$  du vecteur accélération  $\vec{a}_G$  du centre de masse du javelot suivant les axes  $Ox$  et  $Oy$ .
- 5 **REA** Établir les expressions littérales des composantes  $v_x(t)$  et  $v_y(t)$  du vecteur vitesse  $\vec{v}_G(t)$  du centre de masse du javelot suivant les axes  $Ox$  et  $Oy$ .
- 6 **REA** Montrer que les expressions littérales des équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  de la position du centre de masse  $G$  du javelot au cours de son mouvement s'écrivent :

$$\overrightarrow{OG}(t) \begin{pmatrix} x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t + H \end{pmatrix}$$

- 7 **REA** Établir et calculer  $t_{\text{lancer}}$  la durée totale du lancer lors du record.
- 8 **REA** En déduire que l'équation de la trajectoire du javelot est :

$$y = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2(\alpha)} + x \cdot \tan(\alpha) + H$$

**Données :** Intensité de la pesanteur terrestre :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

- 9 **REA** En déduire la valeur de la vitesse initiale  $v_0$  du javelot ayant permis le record olympique de javelot féminin.
- 10 **REA** En déduire la valeur de  $t_{\text{lancer}}$  exprimé au 7.