Nom : 3 janvier 2017 T^{ale} S

BAC BLANC N°1 DE PHYSIQUE-CHIMIE

CORRECTION

EXERCICE I (20 points)

Partie A /9

1. La solution d'acide sulfanilique a été préparée par **dissolution** car il y a présence d'un soluté solide (l'acide sulfanique) dissous dans un solvant (eau). * *

2.1. D'après les pictogrammes de sa fiche de sécurité, la solution de nitrite de sodium est : * *
- dangereuse : il faut porter des gants de protection (lunettes et blouses obligatoires),
- un comburant : il faut éviter de l'approcher d'un combustible,
- néfaste pour l'environnement : il ne faut pas la jeter à l'évier.

2.2. Pour mesurer un volume de 20 mL (donc peu précis), il faut utiliser une éprouvette graduée de 25 mL. La pipette jaugée et la fiole jaugée de 20,0 mL sont certes utilisables, mais elles sont d'une grande précision inutile ici. * *

2.3. La préparation de l'acide nitreux HNO_2 se fait par réaction d'une solution aqueuse de nitrite de sodium ($Na^+_{(aq)} + NO_2^-{}_{(aq)}$) avec l'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) selon l'équation de réaction :

$$NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$$ **

Il s'agit d'une **réaction acido-basique** car il y a eu **transfert d'un proton** H^+ de l'acide H_3O^+ vers la base NO_2^-. **

Inutile d'écrire les ions spectateurs Na^+ et Cl^-.

2.4. $NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+ \rightarrow HNO_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$

Pour déterminer la quantité de matière de produit HNO_2, il faut connaître les quantités de matière initiales des réactifs.

Notons NS le nitrite de sodium et AC l'acide chlorhydrique :

$n(NO_2^-)_i = C_{NS}.V(NS)_i$ AN : $n(NO_2^-)_i = 2{,}0 \times 10 \times 10^{-3} = 2{,}0 \times 10^{-2}\text{mol} = 20$ mmol

$n(H_3O^+)_i = C_{AC}.V(AC)_i$ AN : $n(H_3O^+)_i = 2{,}0 \times 20 \times 10^{-3} = 4{,}0 \times 10^{-2}\text{mol} = 40$ mmol

En tenant compte des nombres stœchiométriques de l'équation de réaction, on a $\frac{n(NO_2^-)_i}{1} < \frac{n(H_3O^+)_i}{1}$ **

donc les ions NO_2^- constituent le réactif limitant.

La transformation étant totale, on peut écrire : $\frac{n(HNO_2)_f}{1} = \frac{n(NO_2^-)_i}{1}$ *

Ainsi, $n(HNO_2)_f = n(NO_2^-)_i = 2{,}0 \times 10^{-2}\text{mol} = 20$ mmol

*

On peut aussi traiter cette question à l'aide d'un tableau d'avancement.

équation chimique		$NO_2^-{}_{(aq)}$ +	H_3O^+ →	$HNO_{2(aq)}$ +	$H_2O_{(l)}$
État du système	Avancement (mmol)	Quantités de matière (mmol)			
État initial	$x = 0$	$C_{NS}.V(NS)_i =$ 20	$C_{AC}.V(AC)_i =$ 40	0	0
En cours de transformation	x	$20 - x$	$40 - x$	x	x
État final	$x_{max} = 20$	$20 - x_{max} = 0$	$40 - x_{max} = 20$	20	20

3. L'équation de la réaction de diazotation est :
$HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2 + HNO_2 + H_3O^+ \rightarrow HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}N_2^+ + 3\ H_2O$
La quantité de matière initiale d'ions oxonium est égale à la quantité de matière de H_3O^+ restante à l'issue de la réaction précédente de synthèse du HNO_2. Soit $n\left(H_3O^+\right)_i = 20\ \text{mmol}$ La quantité de matière initiale d'acide nitreux HNO_2 est égale à celle formée lors de la réaction précédente. Soit **
$n\left(\text{HNO}_2\right)_i = 20\ \text{mmol}$. *
Déterminons la quantité de matière initiale d'acide sulfanilique : notons AS l'acide sulfanidique,

$$n(\text{AS})_i = \frac{m(\text{AS})_i}{M(\text{AS})}$$

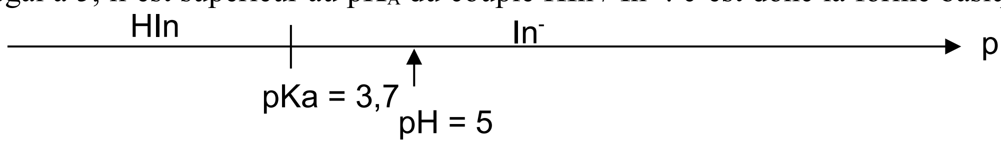
$$n(\text{AS})_i = \frac{1{,}0}{173{,}1} = 5{,}8 \times 10^{-3}\ \text{mol} = 5{,}8\ \text{mmol}$$

En tenant compte des nombres stœchiométriques de l'équation de réaction, on a $\frac{n(\text{AS})_i}{1} < \frac{n\left(H_3O^+\right)_i}{1} = \frac{n(\text{HNO}_2)_i}{1}$ et donc l'acide sulfanilique AS est le réactif limitant.
La transformation étant totale, il se forme autant d'ions aryldiazonium, qu'il y a initialement d'acide sulfanilique : $\frac{n(HO_3S\text{-}C_6H_4\text{-}N_2^+)_f}{1} = \frac{n(\text{AS})_i}{1} = 5{,}8\ \text{mmol}$

Partie B : les couleurs de l'hélianthine **/4**

1.1- D'après le spectre d'absorbance, pour HIn, λ_{max} = 520nm : couleur rouge
pour In^- λ_{max} = 450nm : couleur jaune-orangé * *

1.2. Si le pH est égal à 5, il est supérieur au pK_A du couple HIn / In^- : c'est donc la forme basique In^- qui prédomine. **
*



La couleur d'une solution est la couleur complémentaire de la couleur principalement absorbée.
Le spectre UV-visible montre que l'espèce In^- absorbe plus fortement vers 460 nm dans le domaine du bleu-violet et sera donc de la couleur complémentaire diamétralement opposée sur l'« étoile » des couleurs fournies, soit de **couleur jaune-orangé**.

1.2. La zone de virage est en première approximation, délimitée par les valeurs de pH où [HIn] =10 [In^-] et [In^-] = 10 [HIn]
En utilisant la relation $pH = pK_A + \log\frac{[base]}{[acide]}$ appliquée au couple HIn / In^- : .

$$\text{pH} = \text{p}K_A + \log\left(\frac{[\text{In}^-]}{[\text{H In}]}\right)$$ **
*

Pour [HIn] =10 [In^-] alors $pH = pK_A + \log\left(\frac{1}{10}\right) = pK_A - 1$

Pour [In^-] = 10 [HIn] alors $pH = pK_A + \log\left(\frac{10}{1}\right) = pK_A + 1$

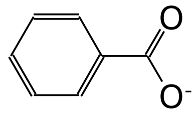
Ainsi, la zone de virage pour l'hélianthine serait comprise entre pH = 2,7 et pH = 4,7.

Titrage colorimétrique/pHmétrique **/7**

1- Un indicateur colore est adapté à un titrage acido-basique si la valeur du pH à l'équivalence (pH_E) est comprise dans la zone de virage de l'indicateur. ** *
D'après la courbe fournie, $pH_E \approx 9$ ce qui est très éloigné de la zone de virage : l'hélianthine ne conviendrait pas.

2- L'acide est un acide car il est susceptible de céder un proton H+ du groupe carboxyle. *

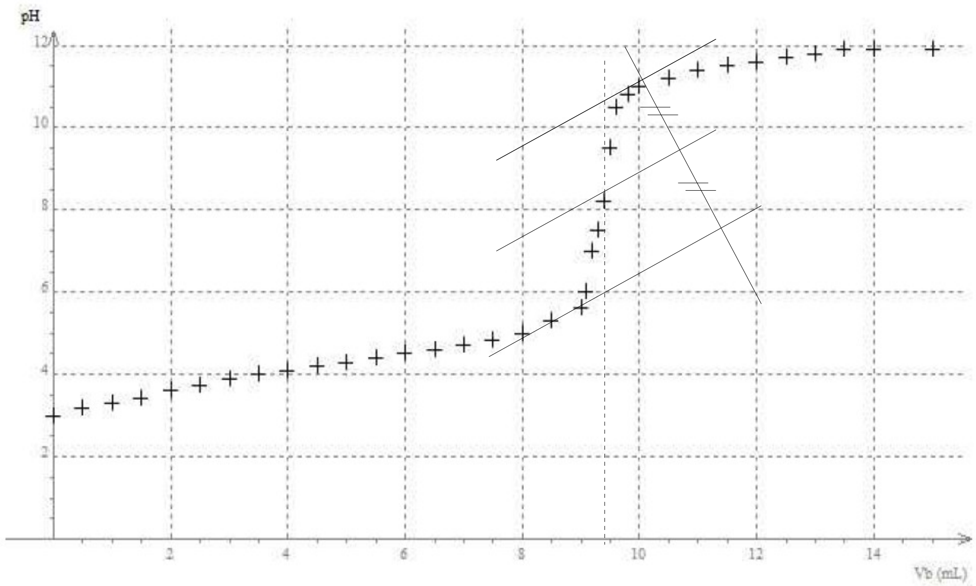
Sa base conjuguée est l'ion benzoate et a pour formule : * *



2- Pour déterminer le volume équivalent, on utilise la méthode des tangentes *

*

*



V_E = 9,5 mL *

4- équation de la réaction : **

$$C_6H_5COOH(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_6H_5COO^-(aq) + H_2O(l)$$

5- d'après l'équation de la réaction : $n(HO^-)_{versé} = n(C_6H_5COOH)$

d'où $C_BV_E=C_AV_A$ <=> $C_A=\frac{C_B \times V_E}{V_A}$ => $C_A=\frac{5\times10^{-2}\times9{,}5}{20}$ **C_A=2,4.10^{-2} mol/L** ** *

Nom : 3 janvier 2017 T^{ale} S

BAC BLANC N°1 DE PHYSIQUE-CHIMIE

CORRECTION

EXERCICE II (5 points)

Partie A : ascension en ballon sonde de Fearless /10

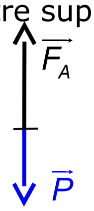
A.1. L'ascension du ballon a lieu sous l'effet de la poussée d'Archimède. **

A.2. <u>Système</u> : {ballon ; équipage} <u>Référentiel :</u> le sol, référentiel terrestre supposé galiléen

<u>Bilan des forces :</u> Juste après le décollage **

Le poids $\vec{P}$ (attention poids du ballon + de l'équipage) *

La poussée d'Archimède $\vec{F_A}$



A.3. Le ballon peut décoller si les forces qu'il subit se compensent et qu'il possède une vitesse initiale non nulle orientée vers le haut ; dans ce cas le mouvement est rectiligne uniforme.

Si la poussée d'Archimède prédomine sur la force poids alors le mouvement sera accéléré vers le haut.

Déterminons les valeurs des deux forces mises en jeu.

Le texte indique « c'est environ 3 tonnes qu'il a fallu soulever », donc $m_{système} = 3\times10^3$ kg

Poids : $P = m_{système} \,.\, g$

$P = 3\times10^3 \times 9{,}8 = 2{,}94\times10^4$ N = $\mathbf{3\times10^4}$ **N** en ne conservant qu'un seul chiffre significatif. **

Poussée d'Archimède : $F_A = \rho_{air} \,.\, V \,.\, g$ *

Au niveau du sol (troposphère), on a ρ_{air} = 1,22 kg.m^{-3}. Le volume initial du ballon est V = 5100 m^3

$F_A = 1{,}22 \times 5100 \times 9{,}8 = 60\,975{,}6$ N = $\mathbf{6{,}1\times10^4}$ **N**

On constate que $\boldsymbol{F_A > P}$, ainsi le ballon peut décoller.

1.4. D'après le principe d'inertie (1ère loi de Newton), si le mouvement est rectiligne et uniforme, c'est que les forces subies par le système se compensent.

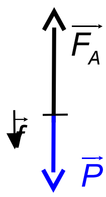
$\vec{P} + \vec{f} + \vec{F_A} = \vec{0}$ où $\vec{f}$ est la force de frottement de l'air.

Par projection suivant un axe vertical ascendant Oz : $P_z + f_z + F_{Az} = 0$ * *

$$- P - f + F_A = 0$$ *

$$f = F_A - P$$

$$f = \rho_{air} \,.\, V \,.\, g - m_{système}\,g$$



$f = 60\,975{,}6 - 3\times10^4 = \mathbf{3\times10^4}$ **N**

Partie B : Saut de Fearless

2.1. L'accélération est $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$. On peut déterminer sa composante a_z suivant l'axe vertical ascendant en calculant le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de v = f(t) à la date t = 0 s. * *

Soient les points appartenant à la tangente O(0 ;0) et M(20 s ; 195 m.s^{-1}).

$a_z = \frac{195-0}{20-0} =$ 9,75 m.s^{-2} = 9,8 m.s^{-2} avec deux chiffres significatifs.

Comme $a = \sqrt{a_z^2}$, on constate que $a \approx g$, ce qui est logique car le système subit essentiellement la force poids, la force de frottement de l'air étant très faible à cette altitude.

2.2. D'après le texte introductif, Fearless a atteint la vitesse de 1341,9 km.h^{-1} divise par 3600 pour convertir cette vitesse en m.s^{-1}. **

$v = \frac{1341{,}9}{3600}$ v = **372,75 m.s^{-1}** *

Cette vitesse est supérieure à la célérité du son quelle que soit la valeur de l'altitude fournie dans le tableau de données.

Fearless a effectivement atteint une vitesse supersonique.

2.4. On regarde la courbe représentative de la vitesse en fonction du temps (courbe 1).

À la date $\boldsymbol{t_1}$ **= 40 s**, la vitesse augmente donc la force poids (orientée vers le bas) prédomine sur la force de frottement de l'air (orientée vers le haut) : **Schéma B**.

À la date $\boldsymbol{t_2}$ **= 50 s**, la vitesse ne varie plus donc les forces se compensent : **schéma C**. **

À la date $\boldsymbol{t_3}$ **= 60 s**, la vitesse diminue donc la force de frottement de l'air prédomine sur la force poids : **Schéma A**.

Remarque : Fearless n'évolue pas dans un milieu homogène. Lorsqu'il se rapproche du sol, l'atmosphère devient plus dense et même s'il est moins rapide, il subit plus de frottements.

2.5. Le texte introductif indique que Fearless ouvre son parachute au bout de 4 min et 20 s, soit au bout de 4×60 + 20 = 260 s.

À l'aide de la courbe 2, on lit $\boldsymbol{z(t = 260\ \mathrm{s}) = 2{,}5\ \mathrm{km}}$. * *

Entre t = 260 s (ouverture du parachute) et t = 9 min 3 s = 543 s, Fearless parcourt 2,5 km.

$v = \frac{d}{\Delta t}$

$v = \frac{2{,}5 \times 10^3}{543-260}$ = 8,8 m.s^{-1} = **9 m.s^{-1}** On ne conserve qu'un seul chiffre significatif car la lecture graphique de l'altitude z(t = 260 s) est très approximative.

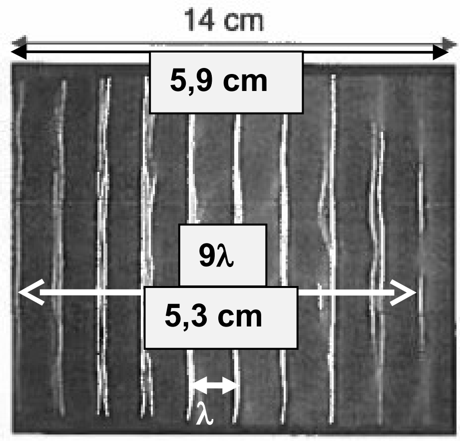
EXERCICE III (5 points)

1. La houle, onde mécanique progressive /5

1.1. La houle est une **perturbation** (déformation de la surface de l'eau) qui se propage **sans transport** global de matière, et qui nécessite un **milieu matériel** pour se propager. * *

1.2.

Déterminons la **longueur d'onde** sur le document 1 :



C'est la plus petite distance entre deux points dans le même état vibratoire (ex : sommet de vagues). On se sert de **l'échelle** indiquée sur la photo et pour plus de précision, on mesure plusieurs λ. **

Schéma	Réalité
5,9 cm →	14 cm
5,3 cm →	9 λ

$\lambda = \dfrac{5,3\times14}{9\times5,9} = 1,4 \text{ cm} = 1,4\times10^{-2} \text{ m}$ *

Calcul de la vitesse :

on sait que λ **=** $\dfrac{v}{f}$ **donc v =** λ **.f** => $v = 1,4\times10^{-2}\times23 =$ **0,32 m.s⁻¹**

1.3. Calcul de la célérité de l'onde

$\lambda = 60$ m et $h = 3000$ m, donc $\lambda < 0,5h$. Dans ces conditions, la célérité de l'onde se calcule avec la formule $v_1 = \sqrt{\dfrac{g.\lambda}{2\pi}}$ $v_1 = \sqrt{\dfrac{9,8\times60}{2\pi}}$ = **9,7 m.s⁻¹** *

Calcul de la période : $\lambda = v_1.T$ donc $T = \dfrac{\lambda}{v_1}$ Période $T = \dfrac{60}{9,7}$ = **6,2 s** *

Ce résultat semble cohérent avec les valeurs des périodes des vagues données dans le document5.

1.4. Arrivée de la houle dans une baie.

1.4.1.

Sur la photographie aérienne du document 3, on observe la **diffraction** de la houle à l'entrée de la baie. *

La diffraction sera d'autant plus visible que la longueur d'onde de la houle sera grande face à la dimension de l'entrée de la baie. *

1.4.2. La lumière qui est une onde électromagnétique peut également être diffractée. *

2. Surfer sur la vague /5

2.1. Calcul de la vitesse de propagation onde longue :

Vitesse de propagation : pour une onde longue, on a $v_2 = \sqrt{g.h}$ $v_2 = \sqrt{9,8 \times 4,0} = 6,3\ m.s^{-1}$. **

Calcul de la longueur d'onde :

Le document 4 nous apprend que la période **T ne change pas** à l'approche des côtes.
On reprend la valeur précédente de T. **

λ_2 **= v_2.T =>** $\lambda_2 = 6,3 \times 6,2 = 39$ m

En arrivant près de la côte, on constate que *

- $v_2 < v_1$: la houle est ralentie,
- $\lambda_2 < \lambda_1$: la longueur d'onde diminue.

Ces résultats sont conformes aux informations données dans le document 4.

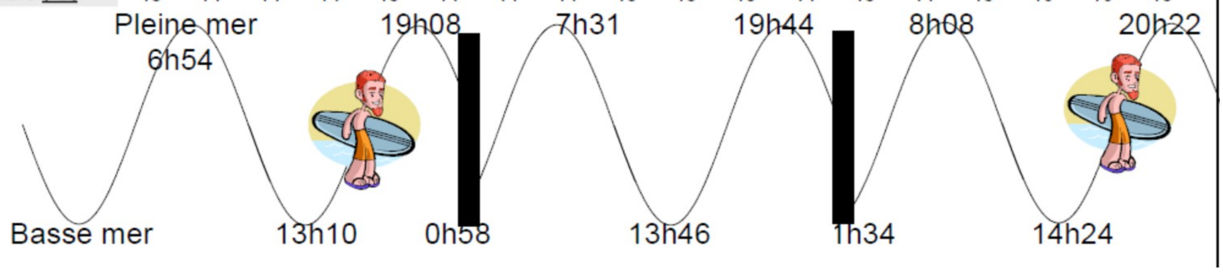
2.2. *Pour la pratique du surf, la configuration optimale est :*

1. *à marée montante c'est-à-dire entre le moment de basse mer et celui de pleine mer ;*
2. *avec une direction du vent venant du Sud-Ouest.*

Créneaux où le vent est défavorable : rectangle en traits pointillés.

Il est possible de surfer le samedi après 14h24 car la marée monte, le vent est bien orienté et n'est pas trop fort.
Le jeudi à partir de 13h10 est également un créneau possible, mais le vent est trop fort.
* *

GFS 21.06.2012 00 UTC	Je 21 05h	Je 21 08h	Je 21 11h	Je 21 14h	Je 21 17h	Je 21 20h	Ve 22 05h	Ve 22 08h	Ve 22 11h	Ve 22 14h	Ve 22 17h	Ve 22 20h	Sa 23 05h	Sa 23 08h	Sa 23 11h	Sa 23 14h	Sa 23 17h	Sa 23 20h
Vitesse du vent (noeuds)	4	7	16	23	21	21	17	15	15	15	15	12	10	10	10	13	14	15
Rafales (noeuds)	5	10	25	28	28	28	23	21	18	19	18	15	13	13	12	15	18	21
Direction du vent	↗	↑	↑	↗	↗	↗	↗	→	→	→	→	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Vagues (m)	0.7	0.7	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	2.6	2.6	2.4	2.3	2.2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
Période des vagues (s)	6	7	4	6	6	6	7	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7
Direction des vagues	→	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
*Température (°C)	13	14	14	14	15	14	14	14	15	15	15	14	13	14	15	16	16	15



2.3. L'onde parvient en amont du fleuve avec un retard τ .

$v = \frac{d}{\tau}$ donc $\tau = \frac{d}{v}$.

$$\tau = \frac{13 \times 10^3}{5,1} = 2,5 \times 10^3 \text{ s soit environ } \frac{2,5 \times 10^3}{3600} = 0,71 \text{ h de retard}$$

$(0,71 \times 60 = 42 \text{ min})$

t heure de départ = 17h58min
t' heure d'arrivée = ? **
t' = t + τ
t' = 42 min + 17h58 min = 18 h 40 min
Vu le manque de précision sur la distance d, on ne peut pas donner l'heure de passage du mascaret à la minute près. *