

Barème

Sujet

Chimie (6 points) : Réactivité de l'acide benzoïque

L'acide benzoïque est un composé organique qui peut servir à fabriquer divers colorants et arômes. Il est aussi utilisé comme un conservateur alimentaire codé E210 utilisé dans les boissons rafraichissantes de type soda.

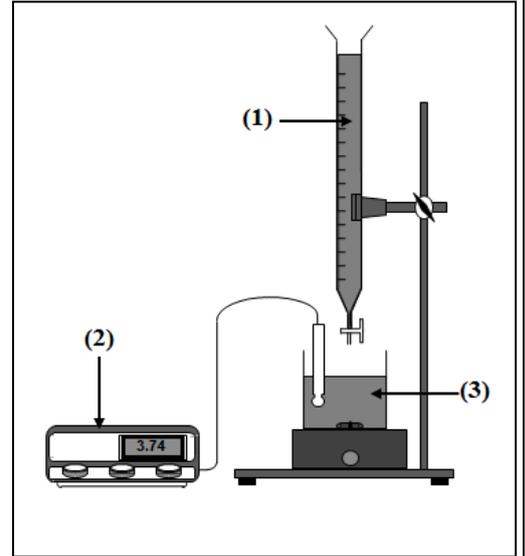
Cet exercice vise :

- l'étude d'une solution aqueuse d'acide benzoïque ;
- l'étude de l'évolution d'un système chimique faisant intervenir l'acide benzoïque.

Partie 1 : Étude d'une solution aqueuse d'acide benzoïque

On dispose d'une solution aqueuse (S_A) d'acide benzoïque C_6H_5COOH de concentration molaire $C_A = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $pH = 3,1$.

- 0,5 1. Donner la définition d'un acide selon Bronsted.
- 0,5 2. Écrire l'équation chimique de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.
- 0,75 3. Déterminer la valeur du taux d'avancement final de la réaction. Conclure.
- 0,5 4. Déterminer la valeur de la constante d'acidité K_A du couple ($C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^-_{(aq)}$).
- 0,5 5. Indiquer, en justifiant, l'espèce chimique prédominante (acide benzoïque ou ion benzoate) dans la solution (S_A) étudiée.
6. Pour s'assurer de la valeur de la concentration molaire C_A , on dose le volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_A) par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Le volume de la solution (S_B) versé pour atteindre l'équivalence acido-basique est $V_{B,E} = 10,0 \text{ mL}$.
- 0,5 6.1. Le dispositif expérimental utilisé est représenté ci-contre. Nommer les éléments du dispositif numérotés 1, 2 et 3.
- 0,5 6.2. Écrire l'équation chimique de la réaction qui a eu lieu lors du dosage sachant qu'elle est totale.
- 0,5 6.3. Retrouver la valeur de C_A .

**Partie 2 : Étude de l'évolution d'un système chimique**

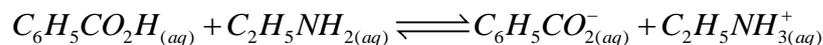
On mélange le volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution précédente (S_A) avec le volume $V = 8 \text{ mL}$ de la solution aqueuse (S) d'éthylamine $C_2H_5NH_2$ de concentration molaire $C = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Données : à $25^\circ C$

$$pK_A(C_6H_5CO_2H_{(aq)} / C_6H_5CO_2^-_{(aq)}) = pK_{A1} = 4,2$$

$$pK_A(C_2H_5NH_3^+_{(aq)} / C_2H_5NH_2_{(aq)}) = pK_{A2} = 10,7$$

L'équation chimique de la réaction qui se produit entre l'acide $C_6H_5CO_2H$ et la base $C_2H_5NH_2$ s'écrit :



- 0,5 1. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction vaut :

A	$K = 5,2 \cdot 10^4$	B	$K = 4,2 \cdot 10^5$	C	$K = 3,2 \cdot 10^6$	D	$K = 6,4 \cdot 10^6$
----------	----------------------	----------	----------------------	----------	----------------------	----------	----------------------

2. La réaction étudiée peut être considérée comme totale.

0,75 2.1. En exploitant le tableau d'avancement de la réaction, déterminer la valeur de l'avancement final de la réaction.

0,5 2.2. L'expression du pH du mélange s'écrit : $pH = pK_{A1} + \log \frac{[C_6H_5CO_2^-(aq)]}{[C_6H_5CO_2H(aq)]}$. Calculer sa valeur.

Physique (14 points)

Exercice 1 (3 points) : Propagation d'une onde mécanique

La propagation des ondes mécaniques est un phénomène naturel souvent observé dans la vie courante dans certains milieux. Selon les conditions, l'étude d'une telle propagation permet de mettre en évidence certains phénomènes physiques, les interpréter et déterminer quelques caractéristiques de ces ondes et des dispositifs utilisés.

Cet exercice vise l'étude de la propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau.

Une lame vibrante à la fréquence N est munie d'une pointe S qui frappe la surface de l'eau contenue dans une cuve à ondes.

L'origine des temps ($t_0 = 0$) est choisie à l'instant où S commence à vibrer en se déplaçant vers le haut (sens positif des elongations). Le mouvement de S est supposé sinusoïdal. On néglige l'amortissement et la réflexion de l'onde.

La figure (1) donne à l'instant t_1 l'aspect de la surface de l'eau suivant une coupe par un plan vertical contenant S . La distance entre A et B est $AB = 48 \text{ mm}$.

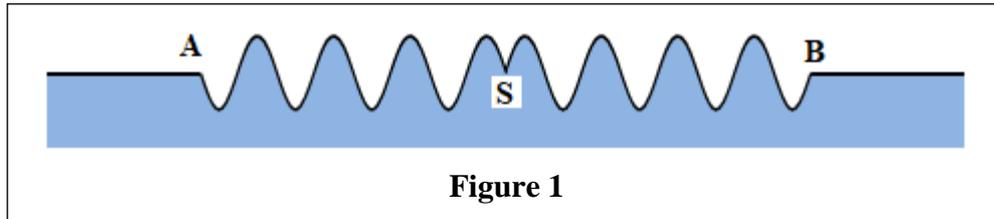


Figure 1

0,5 1. On différencie deux types d'ondes mécaniques selon la direction de la propagation par rapport à celle de la perturbation.

Citer les deux types d'ondes mécaniques et donner un exemple pour chacun.

0,5 2. On considère un point M de la surface de l'eau situé à la distance $d = 1,8 \text{ cm}$ de S .

Le point M passe d'une position d'elongation maximale à une position d'elongation nulle en une durée $\Delta t = 5.10^{-3} \text{ s}$.

Vérifier que la fréquence de propagation de l'onde est $N = 50 \text{ Hz}$.

1 3. Déterminer :

- la valeur de la longueur d'onde λ .
- la valeur de la célérité v de propagation de l'onde.
- la valeur de t_1 .

0,25 4. Écrire l'elongation du point M en fonction de l'elongation de la source S .

5. On place à la surface de l'eau un obstacle muni d'une ouverture de largeur a . La figure (2) donne l'état de propagation de l'onde.

0,25 5.1. Nommer le phénomène observé.

0,5 5.2. Déterminer les caractéristiques de l'onde après la traversée de l'ouverture.

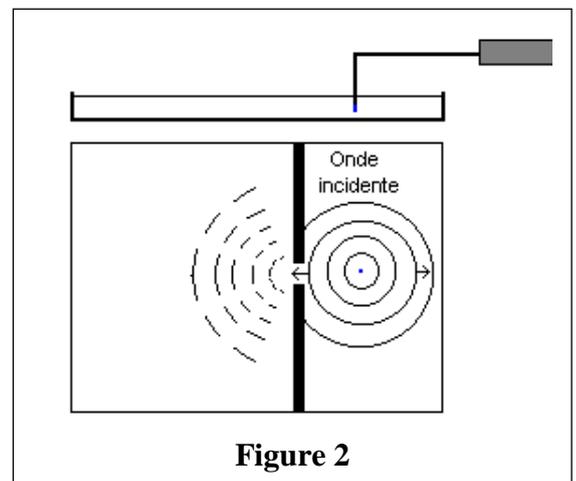


Figure 2

Exercice 2 (5 points) : Réponse d'un dipôle RC – Circuit oscillant LC

Le condensateur, la bobine et le conducteur ohmique sont des composants électroniques dont le comportement diffère selon les circuits électriques où ils sont intégrés. Dans des conditions expérimentales, l'association de certains d'entre eux peut engendrer des phénomènes électriques tels que la charge et la décharge du condensateur et les oscillations électriques. Ces phénomènes peuvent être influencés par variation des paramètres de ces circuits.

Cet exercice vise :

- l'étude de la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ;
- l'étude des oscillations électriques libres dans un circuit LC.

On considère le montage électrique représenté dans la figure (1) comportant:

- un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- un condensateur de capacité C initialement non chargé ;
- une bobine d'inductance L réglable et de résistance négligeable ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 20\Omega$;
- un interrupteur K à double position.

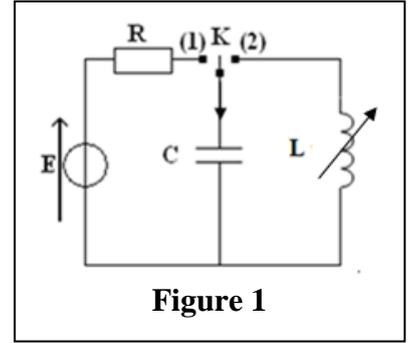


Figure 1

1. Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant

À l'instant $t_0 = 0$, on place l'interrupteur en position (1).

0,5 **1.1.** Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur.

0,5 **1.2.** La solution de cette équation différentielle s'écrit

$$u_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}).$$

Déterminer les expressions de A et τ en fonction des paramètres du circuit.

0,5 **1.3.** La figure (2) représente la variation de la tension $u_C(t)$.

En exploitant le graphe, déterminer la valeur de :

- a. la force électromotrice E ;
- b. la constante de temps τ .

0,25 **1.4.** Vérifier que $C = 2 \cdot 10^{-7} F$.

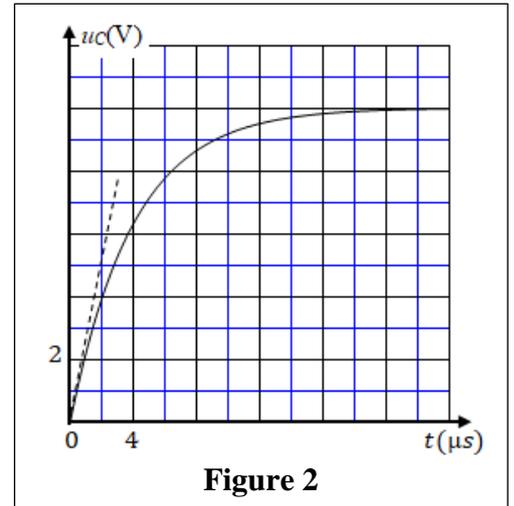


Figure 2

2. Étude des oscillations électriques libres

Lorsque le régime permanent est atteint, on bascule l'interrupteur K en position (2) à l'instant $t_0 = 0$.

La figure (3) donne la variation de la tension u_C aux bornes du condensateur pour deux valeurs L_1 et L_2 de l'inductance de la bobine avec $L_1 > L_2$.

0,25 **2.1.** Justifier la nature des oscillations électriques dans ce circuit.

0,25 **2.2.** Préciser, en justifiant, la courbe correspondante à la valeur de l'inductance L_1 .

0,5 **2.3.** Déterminer graphiquement la valeur de la période propre T_{01} de l'oscillateur (L_1C) et la valeur de la période propre T_{02} de l'oscillateur (L_2C).

0,5 **2.4.** Vérifier que $L_1 = 20 mH$ (on prend $\pi^2 = 10$).

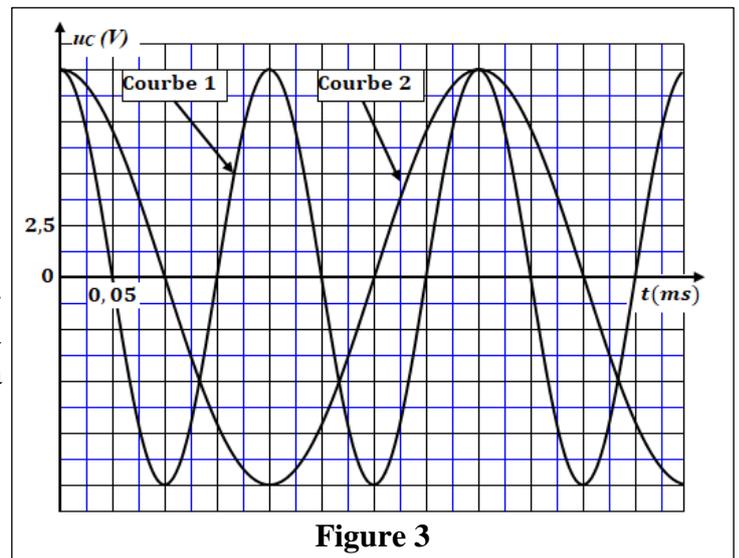


Figure 3

- 0,75 2.5. Déterminer la valeur de l'énergie magnétique maximale $\mathcal{E}_{m_{\max}}$ emmagasinée dans la bobine de l'oscillateur (L_1C).
- Déduire la valeur de l'intensité maximale $I_{1\max}$ qui circule dans l'oscillateur (L_1C).
- 0,5 2.6. Montrer que l'intensité maximale qui circule dans de l'oscillateur (L_2C) s'exprime par la relation $I_{2\max} = \frac{T_{01}}{T_{02}} \cdot I_{1\max}$. Calculer sa valeur.
- 0,5 2.7. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.
- L'énergie totale \mathcal{E}_1 de l'oscillateur (L_1C) et l'énergie totale \mathcal{E}_2 de l'oscillateur (L_2C) sont liées par la relation :

A	$\mathcal{E}_1 = 2 \cdot \mathcal{E}_2$	B	$\mathcal{E}_1 = 0,5 \cdot \mathcal{E}_2$	C	$\mathcal{E}_1 = 0,2 \cdot \mathcal{E}_2$	D	$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$
---	---	---	---	---	---	---	---------------------------------

Exercice 3 (6 points) : Mouvement d'un skieur

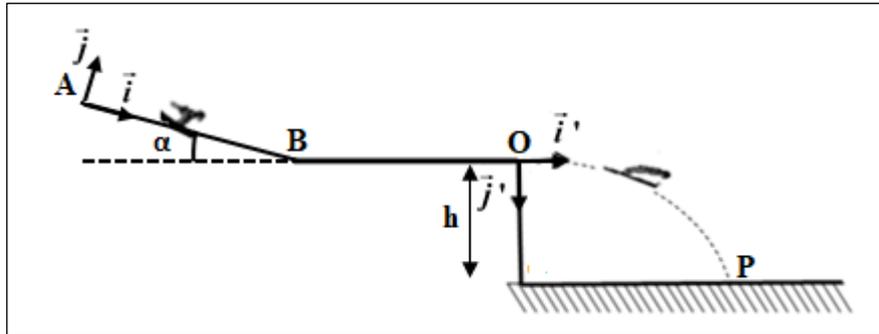
Le saut à ski est une discipline de la famille de ski nordique qui consiste à descendre sur une piste pour décoller en essayant d'aller le plus loin possible.

Cet exercice vise l'étude du mouvement d'un skieur au cours de l'étape de glissement sur une piste et au cours de sa chute dans l'air.

Un skieur de masse m glisse sur une piste ABO pour effectuer un saut dans l'air avec une vitesse initiale horizontale.

La piste de glissement est constituée :

- d'une partie AB rectiligne inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontal et où les frottements sont équivalents à une force unique \vec{f} constante de même direction que le vecteur vitesse et de sens opposé;
- d'une partie BO rectiligne horizontale.



Données : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $m = 80 \text{ kg}$; $\alpha = 15^\circ$; $AB = 100 \text{ m}$

1. Mouvement du skieur sur la partie AB

Le skieur part sans vitesse initiale de la position A. On modélise le skieur avec ses accessoires par un solide (S) de masse m et de centre d'inertie G . Pour étudier le mouvement de G sur la partie AB , on choisit un repère (A, \vec{i}, \vec{j}) lié à la Terre supposé galiléen. On repère la position de G à un instant t par son abscisse x_G dans ce repère. À $t_0 = 0$: $x_G = x_0 = 0$.

Le mouvement de G est rectiligne uniformément varié. G passe par B à l'instant $t_b = 10,5 \text{ s}$.

- 0,75 1.1. En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle vérifiée par x_G .
- 0,75 1.2. Calculer la valeur de l'accélération a_G du mouvement de G .
- 0,25 1.3. Écrire l'équation horaire du mouvement de G .
- 0,5 1.4. Déterminer la valeur de la vitesse de G au passage par la position B .

0,5 1.5. Déterminer l'intensité f de la force de frottement.

0,5 1.6. Déterminer l'intensité de la réaction \vec{R} exercée par le plan sur le skieur.

2. Mouvement de chute du skieur

Le skieur quitte la partie BO en O avec une vitesse horizontale \vec{v}_0 tel que $V_0 = 14 m.s^{-1}$. Il tombe en chute libre sur le sol situé à la hauteur $h = 10m$ de la partie BO et touche le sol en une position P d'abscisse x_p dans le repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) lié à la Terre supposé galiléen. On choisit comme nouvelle origine de temps, l'instant de passage de G par O .

0,75 2.1. Établir, en unité mètre, les équations horaires $x_G(t)$ et $y_G(t)$ du mouvement de G .

0,5 2.2. À quel instant t_p le skieur arrive au sol ?

0,5 2.3. Déterminer la valeur de l'abscisse x_p .

0,5 2.4. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse \vec{v}_p .

0,5 2.5. Un deuxième skieur quitte la partie BO en O avec une vitesse \vec{V}'_0 telle que $V'_0 > V_0$.

Indiquer, en justifiant, le skieur qui aura le meilleur saut.

Partie 2	1.	C	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Déterminer la constante d'équilibre K associée à l'équation d'une réaction acido-basique à l'aide des constantes d'acidité des couples en présence. Connaitre la relation $pK_A = -\log K_A$.
	2.1.	Aboutir à $x_f = 1,6.10^{-4} mol$	0,75	<ul style="list-style-type: none"> Dresser le tableau d'avancement d'une réaction et l'exploiter.
	2.2.	$pH = 4,8$	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Déduire de la valeur du pH d'une solution aqueuse, son caractère acide, basique ou neutre.

Physique (14 points)

Exercice	Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 1 (3 points)	1.	Onde longitudinale + Exemple	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Définir une onde transversale et une onde longitudinale.
		Onde transversale + Exemple	0,25	
	2.	Vérification	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Reconnaître une onde progressive périodique et sa période. Définir pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde.
	3.a.	$\lambda = 6.10^{-3} m$	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Exploiter un document expérimental pour déterminer une distance, une longueur d'onde, un retard temporel et une célérité. Connaitre et utiliser la relation $\lambda = v.T$.
	3.b.	$v = 0,3 m.s^{-1}$	0,25	
	3.c.	$t_1 = 8.10^{-2} s$	0,5	
	4.	$y_M(t) = y_S(t - 6.10^{-2})$	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Définir une onde progressive à une dimension et savoir la relation entre l'élongation d'un point du milieu de propagation et l'élongation de la source : $y_M(t) = y_S(t - \tau)$.
	5.1.	Phénomène de diffraction	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Exploiter un document expérimental (série de photos, oscillogramme, acquisition de données avec un ordinateur...) pour reconnaître un phénomène de diffraction et mettre en évidence les caractéristiques de l'onde diffractée.
5.2.	Caractéristiques de l'onde diffractée ($N = 50 Hz$; $v = 0,3 m.s^{-1}$; $\lambda = 6.10^{-3} m$)	0,5		

Exercice	Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 2 (5 points)	1.1.	$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{R.C}.u_c = \frac{E}{R.C}$	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur lorsque le dipôle RC est soumis à un échelon de tension et vérifier sa solution.
	1.2.	Aboutir à $A = E$ et $\tau = R.C$	0,5	
	1.3.a.	$E = 10 V$	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Connaître les variations de la tension aux bornes du condensateur lorsque le dipôle RC est soumis à un échelon de tension et déduire l'expression de l'intensité dans le circuit. Exploiter un document expérimental pour: <ul style="list-style-type: none"> identifier les tensions observées ; montrer l'influence de R et de C sur la charge ou la décharge ; déterminer une constante de temps lors de la charge et de la décharge ; déterminer le type du régime (transitoire – permanent) et l'intervalle temporel de chacun des deux régimes.
	1.3.b.	$\tau = 4 \mu s$	0,25	
	1.4.	Vérification	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Connaître et utiliser l'expression de la constante de temps.
	2.1.	Justification	0,25	<ul style="list-style-type: none"> Savoir exploiter un document expérimental pour: <ul style="list-style-type: none"> identifier les tensions observées ; reconnaître les régimes d'oscillations ; montrer l'influence de R et de L ou C sur le phénomène d'oscillations ; déterminer une pseudo-période et une période propre. Connaître et exploiter l'expression de la période propre, la signification de chacun des termes et leurs unités.
	2.2.	Courbe 2 + justification	0,25	
	2.3.	$T_{01} = 0,4 ms$; $T_{02} = 0,2 ms$	2x0,25	
	2.4.	Vérification	0,5	
	2.5.	Aboutir à $\mathcal{E}_{m_{\max}} = 10^{-5} J$; $I_{1\max} = 3,16.10^{-2} A$	0,5+0,25	
	2.6.	Aboutir à l'expression de $I_{2\max}$; $I_{2\max} = 6,32.10^{-2} A$	2x0,25	<ul style="list-style-type: none"> Connaître et exploiter l'expression de l'énergie électrique emmagasinée dans un condensateur.

				<ul style="list-style-type: none"> Connaître et exploiter l'expression de l'énergie totale du circuit. Connaître et exploiter l'expression de la période propre, la signification de chacun des termes et leurs unités.
2.7.	D		0,5	<ul style="list-style-type: none"> Connaître et exploiter l'expression de l'énergie totale du circuit.

Exercice	Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 3 (6 points)	1.1.	$\frac{d^2 x_G}{dt^2} = g \cdot \sin \alpha - \frac{f}{m}$	0,75	<ul style="list-style-type: none"> Appliquer la deuxième loi de newton pour établir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie d'un solide sur un plan horizontal et sur un plan incliné et déterminer les grandeurs dynamiques et cinématiques caractéristiques du mouvement. Connaître et exploiter les caractéristiques du mouvement rectiligne uniformément varié et ses équations horaires.
	1.2.	$a_G = 1,8 m.s^{-2}$	0,75	
	1.3.	$x_G = 0,9.t^2 (m)$	0,25	
	1.4.	Aboutir à $v_B = 18,9 m.s^{-1}$	0,5	
	1.5.	$f = 63 N$	0,5	
	1.6.	Aboutir à $R = 775,3 N$	0,5	
	2.1.	$x_G = 14.t (m) ; y_G = 5.t^2 (m)$	0,75	<ul style="list-style-type: none"> Appliquer la deuxième loi de newton dans le cas un projectile dans le champ de pesanteur uniforme pour : <ul style="list-style-type: none"> - établir l'équation différentielle du mouvement. - déduire et exploiter les équations horaires du mouvement. - trouver l'équation de la trajectoire, la flèche et la portée.
	2.2.	$t_p = 1,4 s$	0,5	
	2.3.	$x_p = 19,6 m$	0,5	
	2.4.	Origine : G Direction : tangente à la trajectoire Sens : celui du mouvement Norme : $v_p = 19,8 m.s^{-1}$	0,5	
2.5.	Le deuxième skieur + Justification	0,5		