

الصفحة 1 8 *1	<b>الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا</b> <b>المسلك الدولي</b> <b>الدورة الاستدراكية 2021</b> <b>- الموضوع -</b>	 المكتب المركزي للتحكيم والامتحانات ورئاسة تكنولوجيا المعرفة والتكنولوجيا الصناعية والعلوم الطبيعية والجهاز العلمي	
	SSSSSSSSSSSSSSSSSS	RS 28F	
3h	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)	الشعبة أو المسلك

*L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.*

*On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques.*

**Le sujet comporte cinq exercices**

**Exercice 1 ( 7 points ):**

- Etude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque
- Etude de la pile nickel - argent

**Exercice 2 ( 2 points ):**

- Les ondes sonores

**Exercice 3 ( 2,5 points ):**

- Désintégration du phosphore 32

**Exercice 4 ( 5,5 points ):**

- Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension
- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension
- Oscillations libres dans un circuit RLC série

**Exercice 5 ( 3 points ):**

- Etude du mouvement d'un solide dans le champ de pesanteur

Barème

**EXERCICE 1 (7 points)****Les parties 1 et 2 sont indépendantes****Partie 1 : Etude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque**

L'acide méthanoïque HCOOH est un acide qui appartient au couple acide/base HCOOH / HCOO<sup>-</sup>.

Cet acide est utilisé dans les industries suivantes : textile, insecticides, peinture ...

On notera AH pour désigner l'acide méthanoïque et A<sup>-</sup> pour désigner sa base conjuguée.

Toutes les mesures sont réalisées à 25°C.

Cet exercice se propose d'étudier :

- le dosage d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque.
- une solution aqueuse d'acide méthanoïque.
- l'influence de la dilution sur le taux d'avancement final.

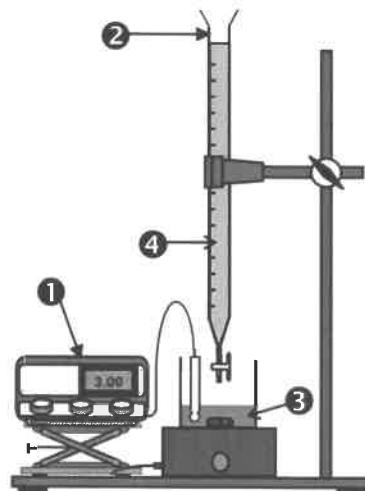
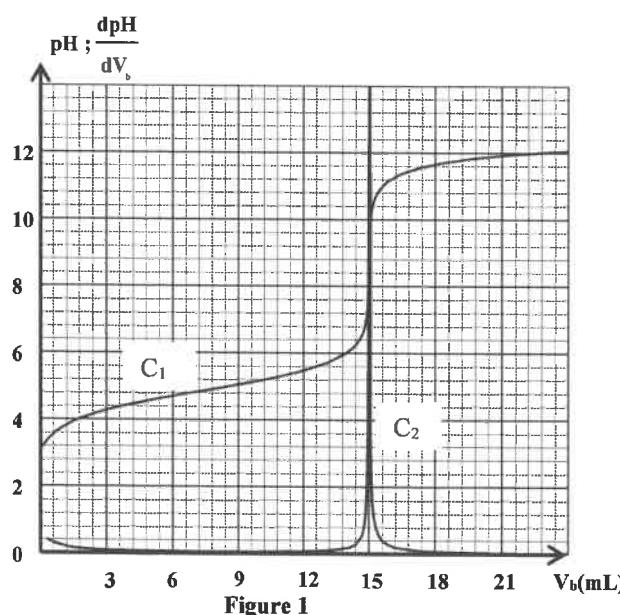
**I- Dosage d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque**

On dispose au laboratoire d'un flacon contenant une solution aqueuse S<sub>a</sub> d'acide méthanoïque de concentration C<sub>a</sub> inconnue. On dose un volume V<sub>a</sub> = 15mL de cette solution avec une solution aqueuse S<sub>b</sub> d'hydroxyde de sodium Na<sup>+</sup><sub>(aq)</sub> + HO<sup>-</sup><sub>(aq)</sub> de concentration C<sub>b</sub>=10<sup>-1</sup> mol.L<sup>-1</sup> en suivant les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V<sub>b</sub> versé de la solution S<sub>b</sub>.

Les courbes C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> de la figure 1 représentent respectivement les variations du pH en fonction

du volume V<sub>b</sub> versé au cours du dosage et  $\frac{dpH}{dV_b} = f(V_b)$ .

- 1) Le schéma de la figure 2 représente le montage expérimental utilisé pour effectuer ce dosage. Nommer les éléments numérotés sur cette figure.

**Figure 2**

- 0,5 2) Ecrire l'équation de la réaction du dosage.  
 0,25 3) Déterminer, graphiquement, le volume V<sub>bE</sub> à l'équivalence.  
 0,5 4) Déduire la valeur de la concentration C<sub>a</sub>.

## II-Etude de la solution S<sub>a</sub>

- 0,5 1) Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau.
- 2) La mesure du pH de la solution S<sub>a</sub> donne : pH = 2,38.
- 0,5 2.1) Montrer que l'expression du rapport  $\frac{[A^-_{(aq)}]}{[AH_{(aq)}]}$  dans la solution S<sub>a</sub> est:  $\frac{[A^-_{(aq)}]}{[AH_{(aq)}]} = \frac{10^{-pH}}{C_a - 10^{-pH}}$ .  
Calculer sa valeur.
- 0,25 2.2) En déduire l'espèce chimique prédominante dans la solution S<sub>a</sub>.
- 0,5 3) Déterminer la valeur du pK<sub>A</sub> du couple AH/A<sup>-</sup>.

## III- Influence de la dilution sur le taux d'avancement final

On prépare par dilution plusieurs solutions aqueuses d'acide méthanoïque. Un système d'acquisition informatisé permet de tracer la courbe de la figure 3 représentant les variations du taux d'avancement final  $\tau$  de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau en fonction du pH de la solution préparée.

- 0,25 1) Montrer que le taux d'avancement final  $\tau$  de la réaction de l'acide avec l'eau s'écrit sous la forme :  $\tau = \frac{10^{-pH}}{C}$  où C est la concentration de la solution préparée.
- 0,5 2) Recopier le tableau suivant et le compléter en exploitant la courbe de la figure 3 :

Solution	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
pH	2,8	3,6
$\tau$		
C (mol.L <sup>-1</sup> )		

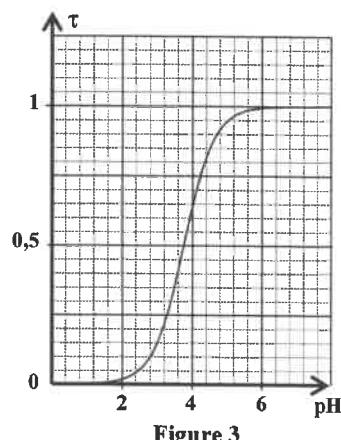


Figure 3

- 0,25 3) En déduire l'effet de la dilution sur le taux d'avancement final de la réaction.

### Partie 2 : pile nickel - argent

On réalise une pile électrochimique dont le schéma conventionnel est le suivant :



Chaque électrode est plongée dans une solution aqueuse de volume V=600 mL.

La concentration initiale effective des ions Ni<sup>2+</sup> est :  $[\text{Ni}^{2+}_{(aq)}]_0 = C_1 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$  et la concentration initiale effective des ions Ag<sup>+</sup> est :  $[\text{Ag}^+_{(aq)}]_0 = C_2$ .

La masse de l'électrode du nickel immergée dans la solution est m = 0,587 g .

La pile alimente un conducteur ohmique par un courant électrique d'intensité considérée constante I = 60 mA .

On donne : ♦ la masse molaire du nickel M(Ni) = 58,7 g.mol<sup>-1</sup>;

$$\diamond 1 \text{ F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}.$$

- 0,5 1) Préciser parmi les deux électrodes de nickel et d'argent, celle au niveau de laquelle se produit la réaction d'oxydation. Justifier votre réponse.
- 0,5 2) Ecrire l'équation bilan de la réaction lors du fonctionnement de la pile.
- 0,5 3) Déterminer, en heures, la durée nécessaire pour que la partie immergée de l'électrode de nickel disparaisse totalement.
- 0,5 4) Calculer, à la fin de la réaction, la concentration effective des ions Ni<sup>2+</sup> .

### EXERCICE 2 (2 points)

#### Les ondes sonores

1) Recopier le numéro de la question et répondre par vrai ou faux.

0,25 a) L'onde sonore est une onde électromagnétique.

0,25 b) L'onde sonore est une onde longitudinale.

0,25 c) L'onde sonore est une onde qui se propage dans le vide.

0,25 d) L'onde sonore se propage avec une célérité qui dépend du milieu de propagation.

2) Pour déterminer la nature du matériau constituant une barre métallique, on réalise l'expérience représentée par le schéma du dispositif (figure 1). Ce dispositif est composé d'une barre métallique, de deux capteurs  $C_1$  et  $C_2$  séparés l'un de l'autre d'une distance  $d$  et d'un système d'acquisition informatisé.

On produit une impulsion sonore par un bref coup de marteau sur l'extrémité gauche de la barre et on mesure, pour différentes valeurs de la distance  $d$ , la durée de propagation  $\Delta t$  de l'onde entre les deux capteurs. Le système d'acquisition permet de tracer la courbe de variations de  $\Delta t$  en fonction de  $d$ . (figure 2).

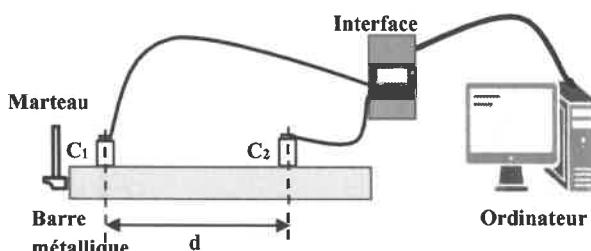


Figure 1

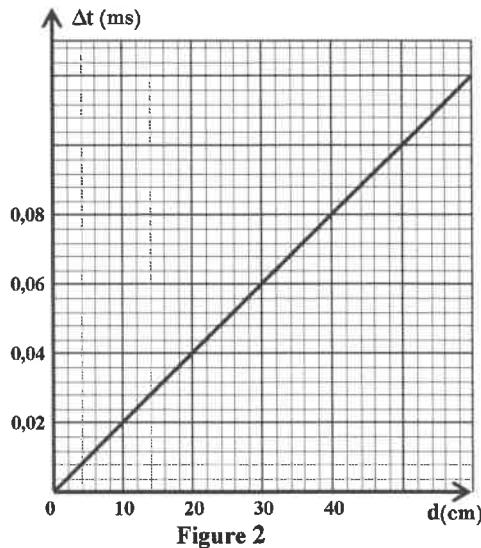


Figure 2

Donnée : célérité du son dans différents métaux

Métal	fer	cuivre	aluminium	zinc
$v(m.s^{-1})$	5960	3900	5000	4190

0,75 2.1) Déterminer la célérité  $v$  de l'onde dans la barre.

0,25 2.2) En déduire la nature du métal constituant la barre.

### EXERCICE 3 (2,5 points)

#### Désintégration du phosphore 32

D'énormes progrès de diagnostic et de traitement des maladies ont été réalisés en médecine grâce à la radioactivité. Ainsi, on utilise le phosphore 32 pour réduire la production excessive des globules rouges.

On s'intéresse dans cet exercice à la radioactivité du phosphore 32:  $^{32}_{15}P$ .

Le phosphore 32 est émetteur  $\beta^-$ .

Donnée : numéro atomique de quelques éléments chimiques

Z	13	14	15	16
Symbol	Al	Si	P	S

- 0,5 1) Ecrire l'équation de la réaction de désintégration de  $^{32}\text{P}$ . Identifier le noyau fils.  
2) Un échantillon radioactif du phosphore 32 contient  $N_0$  noyaux à l'instant de date  $t = 0$ .

La courbe de la figure ci-contre représente les variations de  $\ln(N)$  en fonction du temps:  $\ln(N) = f(t)$  où  $N$  est le nombre de noyaux du phosphore 32 restants à un instant de date  $t$ .

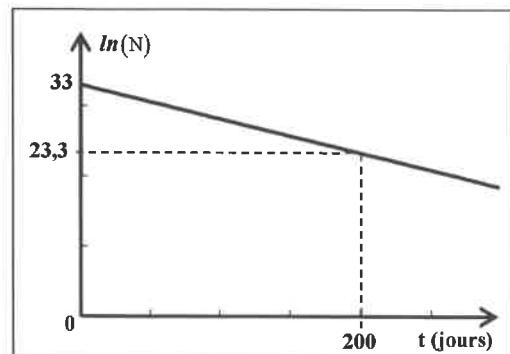
- 0,5 2.1) Montrer que  $\ln(N)$  s'écrit sous la forme:

$\ln(N) = \ln(N_0) - \lambda \cdot t$ ,  $\lambda$  est la constante radioactive du phosphore 32.

- 0,5 2.2) Déterminer, en  $\text{days}^{-1}$ , la valeur de  $\lambda$ .

- 0,25 2.3) En déduire que la demi-vie  $t_{1/2}$  du phosphore 32 vaut :

$$t_{1/2} = 14,29 \text{ jours.}$$



- 0,75 3) Un patient reçoit, à un instant de date  $t = 0$ , une solution de phosphate de sodium contenant un échantillon de phosphore 32 de masse  $m_0 = 10^{-5} \text{ mg}$ .

Trouver l'activité  $a_1$  de l'échantillon à l'instant de date  $t_1 = 28,58 \text{ jours}$

**Données :** La masse molaire du phosphore 32 :  $M(\text{P}) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$  ;

$$\text{Le nombre d'Avogadro : } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

#### EXERCICE 4 (5,5 points)

Cet exercice se propose d'étudier :

- la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension
- la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension
- les oscillations libres dans un circuit RLC série

Pour cela, on dispose d'un générateur idéal de tension ayant une force électromotrice  $E = 6 \text{ V}$ , d'un condensateur de capacité  $C$ , d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , d'un conducteur ohmique de résistance  $R$  réglable et d'un interrupteur  $K$ .

##### I- Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1. On ajuste la résistance  $R$  sur la valeur  $R_1$  puis on ferme le circuit à un instant choisi comme origine des dates  $t = 0$ . La courbe de la figure 2 donne l'évolution de l'intensité du courant  $i(t)$  dans le circuit. ( $T$ ) est la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t = 0$ .

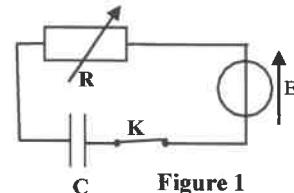


Figure 1

- 0,5 1) Montrer que la valeur de  $R_1$  est :  $R_1 = 120 \Omega$ .  
0,5 2) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant s'écrit sous la forme :  $i + R_1 C \frac{di}{dt} = 0$ .  
0,5 3) Déterminer l'expression de la constante de temps  $\tau$  pour que la fonction  $i = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$  soit solution de cette équation différentielle.

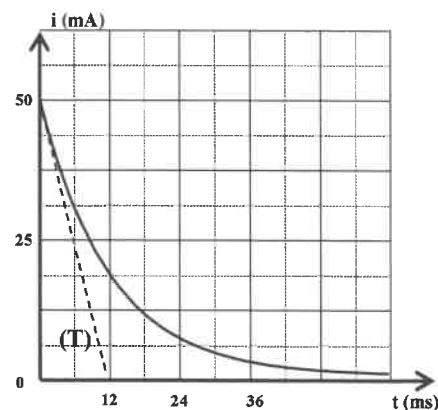


Figure 2

0,5 4) Déterminer, graphiquement, la valeur de  $\tau$ , puis en déduire que  $C = 100 \mu F$ .

### II-Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

On remplace, dans le montage de la figure 1, le condensateur par la bobine en ajustant R sur la valeur  $R_2 = 95 \Omega$ .

On ferme le circuit ainsi réalisé à un instant choisi comme nouvelle origine des dates  $t = 0$ .

La courbe de la figure 3 représente l'évolution de l'intensité  $i(t)$  du courant dans le circuit.

(T) est la tangente à la courbe à l'instant de date  $t = 0$ .

0,25 1) Schématiser le montage expérimental ainsi réalisé.

0,5 2) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant s'écrit sous la forme:  $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot i = \frac{E}{L}$ .

en précisant l'expression de la constante du temps  $\tau$ .

0,5 3) En déduire l'expression de l'intensité du courant  $I_p$  en régime permanent en fonction de E, r et  $R_2$ .

0,5 4) Déterminer la valeur de la résistance r de la bobine.

0,25 5) Montrer que :  $L = 0,51 H$ .

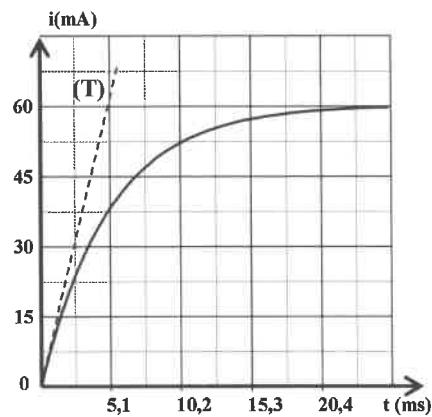


Figure 3

### III- Oscillations libres dans un circuit RLC série

On charge totalement le condensateur précédent puis on le monte en série, à un instant choisi comme origine des dates  $t = 0$ , avec la bobine précédente et le conducteur ohmique (figure 4). On ajuste la résistance du conducteur ohmique successivement sur la valeur  $R_3 = 10 \Omega$  puis sur la valeur  $R_4 = 100 \Omega$ . Un système d'acquisition informatisé permet de suivre l'évolution de la charge  $q(t)$  du condensateur pour chaque résistance. On obtient alors les deux courbes (a) et (b) représentées sur la figure 5.

0,5 1) Affecter chaque courbe à la résistance qui lui correspond.

0,5 2) Déterminer, graphiquement, la pseudopériode T des oscillations obtenues avec la résistance  $R_3$ . Vérifier que cette pseudopériode est approximativement égale à la période propre  $T_0$  du circuit idéal LC.

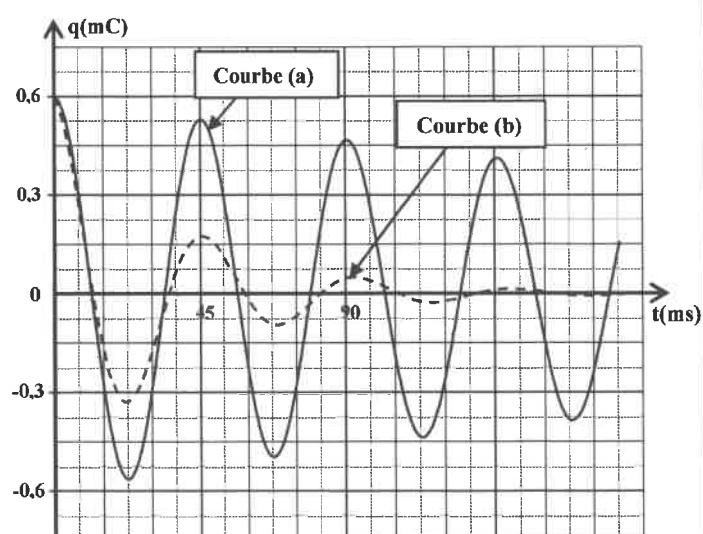
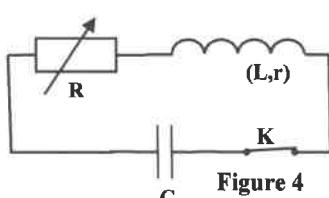
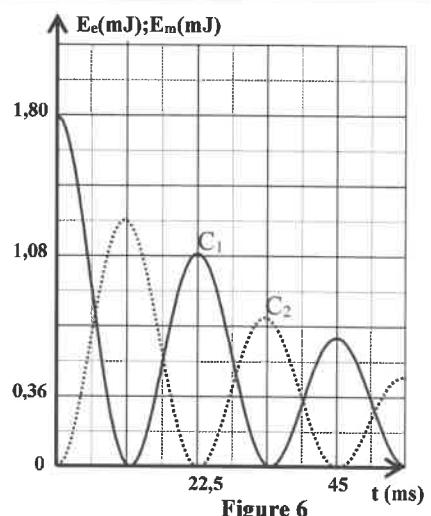


Figure 5

- 0,5** 3) Les courbes de la figure 6 représentent, pour la résistance  $R_3$ , l'évolution de l'énergie électrique  $E_e(t)$  emmagasinée dans le condensateur ainsi que l'évolution de l'énergie magnétique  $E_m(t)$  emmagasinée dans la bobine.

Déterminer l'énergie dissipée par effet Joule entre les instants de dates  $t_0 = 0$  et  $t_1 = 11,25 \text{ ms}$ .



### EXERCICE 5 (3 points)

Le tir à l'arc est un sport de précision et de concentration dans lequel les compétiteurs tentent de tirer leurs flèches au centre d'une cible avec leur arc.

Un compétiteur lance, à partir d'un point A, une flèche de masse  $m$  et de centre

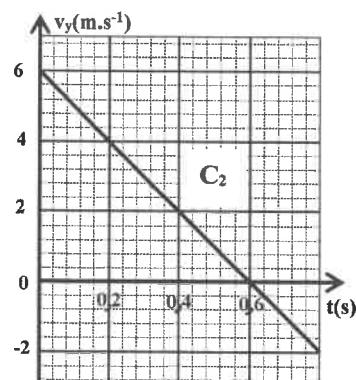
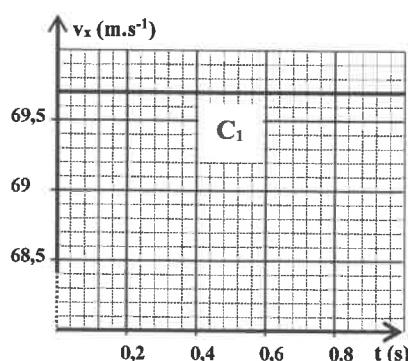
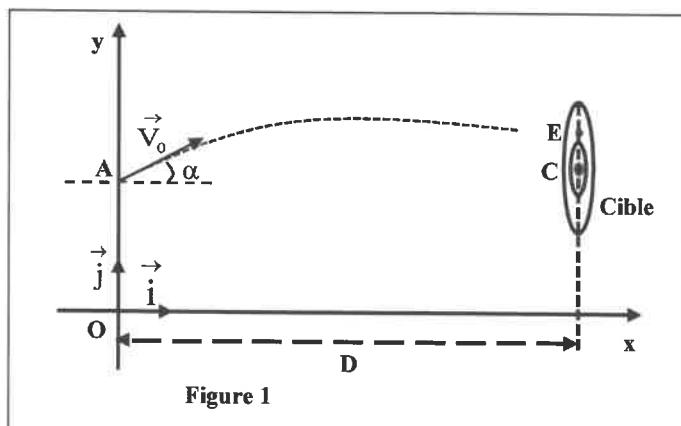
d'inertie G avec une vitesse  $\vec{V}_0$  vers une cible. La cible, de forme circulaire et de centre C, est située à une distance  $D = 80 \text{ m}$  du compétiteur (figure 1).

La vitesse  $\vec{V}_0$  fait un angle  $\alpha$  avec l'horizontale.

On étudie le mouvement du centre d'inertie G dans un repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.

On néglige la résistance de l'air et la poussée d'Archimète.

Les deux courbes  $C_1$  et  $C_2$  de la figure 2 représentent respectivement l'évolution des deux composantes  $v_x(t)$  et  $v_y(t)$  du vecteur vitesse  $\vec{v}$  du centre d'inertie G. On prend comme origine des dates  $t = 0$ , l'instant du tir de la flèche du point A.



**Figure 2**

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2021 – الموضوع  
- مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)

- 0,5 1) En appliquant la deuxième loi de newton, établir les équations différentielles vérifiées par  $v_x$  et  $v_y$ .
- 0,5 2) Déduire les expressions littérales des équations  $v_x(t)$  et  $v_y(t)$  en fonction de  $V_0$ ,  $\alpha$  et  $t$ .
- 3) Trouver, en exploitant les courbes  $C_1$  et  $C_2$  :
- 0,5 3.1) L'accélération de la pesanteur  $g$ .
- 0,5 3.2) L'angle  $\alpha$  de tir.
- 0,5 3.3) La vitesse initiale  $V_0$ .
- 0,5 4) La flèche atteint la cible en un point E situé sur la verticale qui passe par le centre C.  
Déterminer la vitesse  $V_E$  de la flèche au point E.



./.