

Composition de sciences physiques [Durée: 3 heures] (1^{er} semestre)

Exercice 1: (4 points)

- 1) Écrire les formules de Lewis des atomes suivants : hydrogène (Z=1) ; oxygène (Z=8) ; carbone (Z=6) ; azote (Z=7) ; soufre (Z=16) et le fluor (Z=9).
- 2) Définir la liaison covalente.
- 3) Définir la valence d'un élément.
- 4) Préciser la valence des éléments précédents.
- 5) Écrire les formules de Lewis des composés suivants :
 - HF: fluorure d'hydrogène
 - H₂S : sulfure d'hydrogène
 - N₂H₄: hydrazine
 - CH₂O : méthanol
 - C₂H₄O : éthanal (présence d'une liaison double -carbone-oxygène)
 - CH₅N : méthylamine
 - HCN : cyanure d'hydrogène
 - C₃H₆ : propène
- 6) La formule brute C₂H₆O correspond à deux corps différents. Ces deux corps sont des isomères. Écrire les formules de Lewis correspondant à ces deux isomères.
- 7) Compléter le tableau suivant:

Nom du composé	Formule ionique	Formule statistique
Sulfate de calcium	(Fe ²⁺ + 2Cl ⁻)	
		(NH ₄) ₂ CO ₃
Hydroxyde de magnésium	(Al ³⁺ + PO ₄ ³⁻)	
		KNO ₃

Exercice 2: (4 points)

On considère deux atomes ${}^A_1 X_1$ et ${}^A_2 X_2$ appartenant au même élément chimique X.

- 1) Cet élément se trouve sur la troisième ligne du tableau de la classification périodique.
 - a) Quelle est sa couche électronique externe ?
 - b) A quel nombre quantique correspond cette couche ?
 - c) Quel est le nombre maximal d'électrons que peut contenir cette couche.
- 2) Cet élément appartient à l'avant-dernière colonne du tableau de la classification périodique.
 - a) A quelle famille appartient-il ?
 - b) Quel est le nombre d'électrons que possèdent les atomes de l'élément X sur leur couche externe ?
 - c) Écrire la formule électronique des atomes de l'élément X.
 - d) Quel est le nombre total d'électrons que possèdent les atomes de l'élément X ?
- 3)
 - a) Quel est le nom de l'élément X ?
 - b) Expliquer la différence entre atome et élément.
- 4) On donne : A₁ = 35 et A₂ = 37.
 - a) Donner la constitution des atomes X₁ et X₂.
 - b) Comment appelle-t-on le rapport qui existe entre ces deux atomes ?
- 5) On considère le corps simple constitué à partir des atomes de l'élément X.
 - a) Donner la valence de ces atomes.
 - b) Donner le nom, la formule chimique et la structure de Lewis de ce corps simple.

6) On considère maintenant le corps composé d'atomicité la plus faible, constitué à partir des atomes de l'élément X et des atomes d'hydrogène.

Donner le nom, la formule chimique et la structure de Lewis de ce corps composé.

7) On considère maintenant le corps composé d'atomicité la plus faible, constitué à partir des atomes de l'élément X et des atomes de carbone.

Donner le nom, la formule chimique et la structure de Lewis de ce corps composé.

Exercice 3: (4 points)

Deux mobiles M_1 et M_2 se déplacent dans le même sens sur une route rectiligne et horizontale. Le mobile M_1 passe d'un point A à 10h avec la vitesse $V_1 = 60$ km/h alors que le mobile M_2 passe par ce même point à 10h30min avec la vitesse $V_2 = 80$ km/h.

On prendra comme origine des dates $t = 0$ la date de passage du mobile M_2 au point A et comme origine des espaces $x = 0$ la position du point A.

- Déterminer les équations horaires $x_1(t)$ et $x_2(t)$ des mobiles M_1 et M_2 (x en km et t en h).
- Représenter sur un même graphe les fonctions $x_1(t)$ et $x_2(t)$. On prendra: 1cm \rightarrow 0,5h et 1 cm \rightarrow 20 km.
(utiliser le papier millimétré au document annexe)
- Déduire du graphe la date et la position de rencontre des deux mobiles.
- Vérifier par le calcul les résultats tirés du graphe.

Exercice 4: (4 points)

Une poutre AB de poids $P = 700$ N est supportée par deux câbles AH et BH. On désigne par \vec{T}_1 et \vec{T}_2 les forces exercées par les câbles (voir document **annexe: schéma 1**).

La droite d'action de \vec{T}_1 fait un angle de 45° avec la verticale. La droite d'action de \vec{T}_2 fait un angle de 30° avec la verticale.

Par projection dans le repère (H, \vec{i}, \vec{j}) , déterminer l'intensité des tensions \vec{T}_1 et \vec{T}_2 sachant que $\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$

Exercice 5: (4 points) (toutes les secondes sauf 2S₂N)

Une médaille de forme cylindrique de rayon $r = 1$ cm et d'épaisseur $e = 1$ mm a une masse de $m = 4,1$ g. La médaille est constituée d'un alliage d'or et de cuivre de masse volumique respective :

$$\rho_{or} = 19300 \text{ kg.m}^{-3} \quad \text{et} \quad \rho_{Cu} = 8900 \text{ kg.m}^{-3}$$

- Calculer la masse volumique de l'alliage
- Déterminer les pourcentages en volume de l'or et du cuivre dans l'alliage
- Calculer la masse d'or et de cuivre que contient la médaille

Exercice 5: (4 points) (2 S₂N uniquement)

On considère trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 appliquées à l'origine O d'un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) avec :

$F_1 = 30$ N; $F_2 = 40$ N; $F_3 = 50$ N ; angle $\alpha_1 = (\vec{i}, \vec{F}_1) = 60^\circ$; angle $\alpha_2 = (\vec{i}, \vec{F}_2) = 160^\circ$; angle $\alpha_3 = (\vec{i}, \vec{F}_3) = -45^\circ$.

- Représenter ses vecteurs forces et déterminer graphiquement la somme $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$ en précisant ces caractéristiques (intensité F et $\alpha = (\vec{i}, \vec{F})$). Échelle 1cm \rightarrow 10N

(À faire sur le schéma 2 du document annexe)

Prénom(s):

Nom:

Classe:

Document annexe: (à rendre avec la copie)

Schéma 1

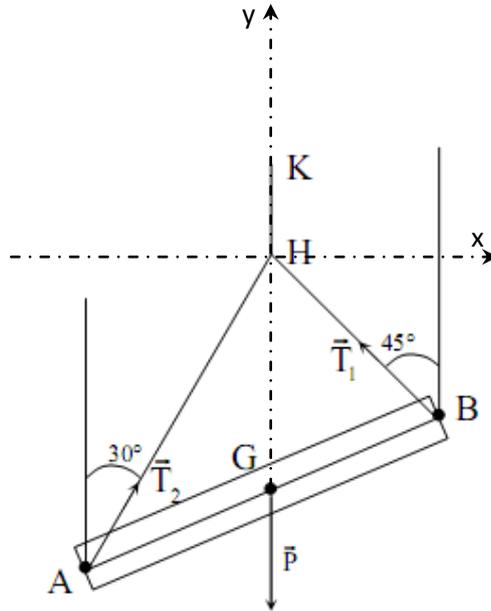
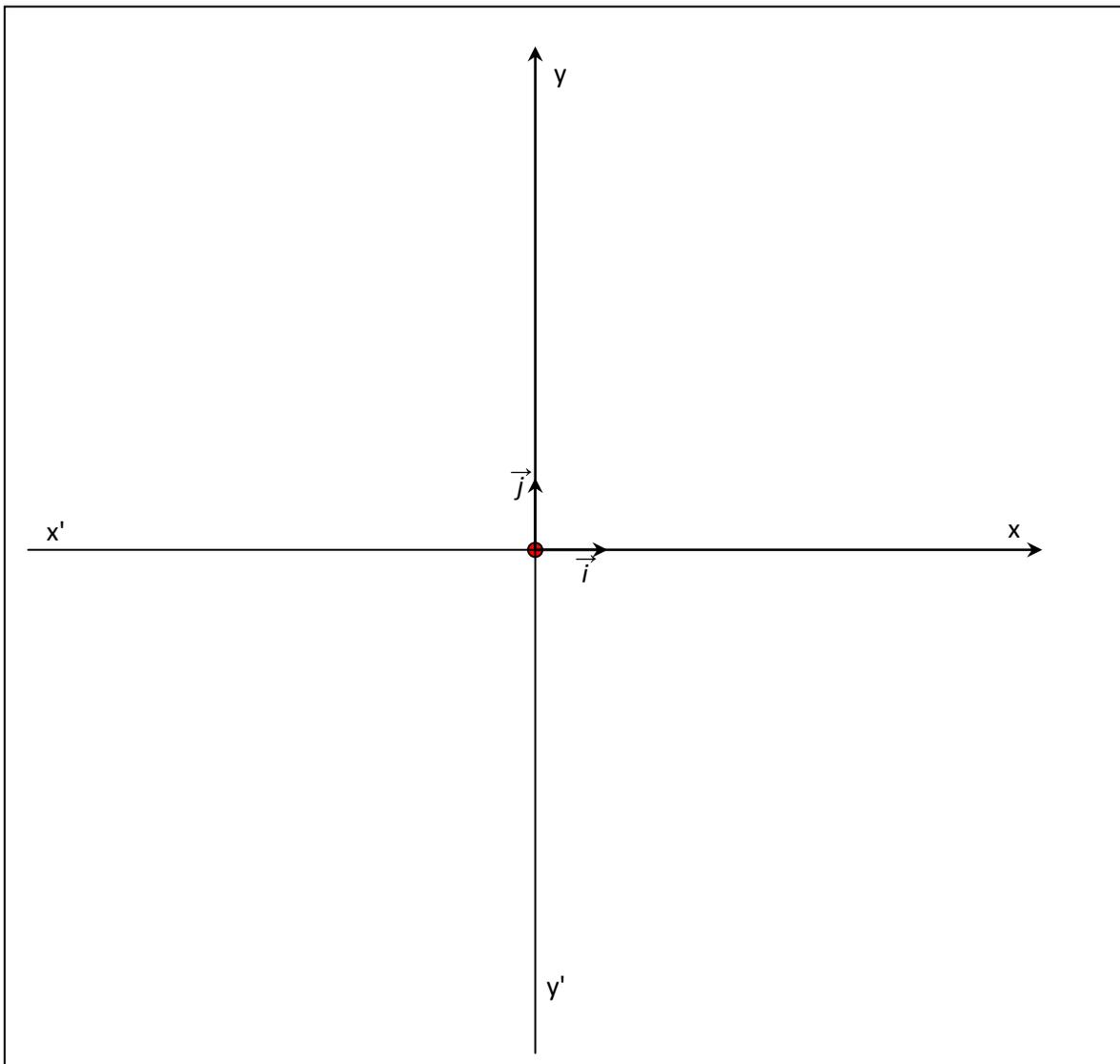
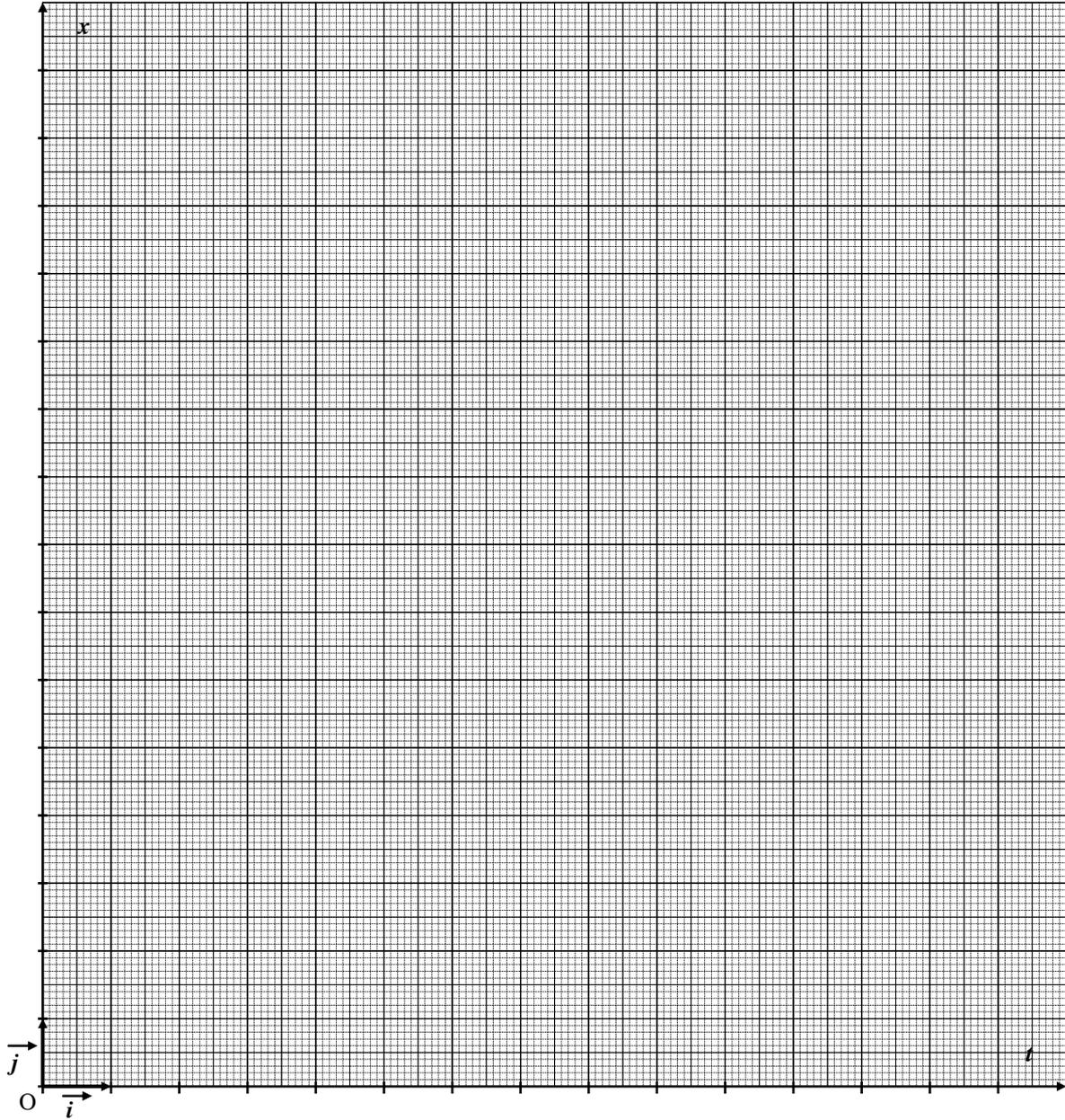


Schéma 2: dynamique des forces de l'exercice 5 (2S₂N)



Représentation $x_1(t)$ et $x_2(t)$



Correction de l'épreuve

Exercice 1

1) Les formules de Lewis des atomes sont les suivantes :

hydrogène :	$\text{H} \cdot$	carbone	$\cdot \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}} \cdot$	soufre	$ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{S}}}\cdot$
oxygène :	$ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{O}}}\cdot$	azote	$ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}}\cdot$	fluor	$ \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{F}}}\cdot$

- La liaison covalente entre deux atomes correspond à une mise en commun d'une paire d'électrons. Cette paire d'électrons constitue un doublet de liaison.
- La valence d'un élément est le nombre de liaisons covalentes que doit former l'atome de cet élément.
- En général les atomes forment des liaisons covalentes de façon que la couche électronique externe possède 8 électrons.

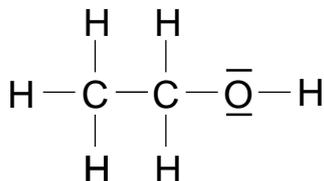
éléments	hydrogène	fluor	soufre	azote	carbone	oxygène
valence	1	1	2	3	4	2

5) Formules de Lewis des molécules :

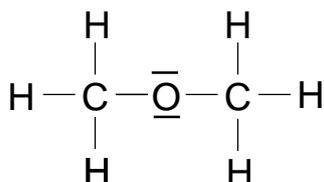
<ul style="list-style-type: none"> HF : fluorure d'hydrogène $\text{H} - \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{F}}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$: éthanal $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} = \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{O}}} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$
<ul style="list-style-type: none"> H_2S : sulfure d'hydrogène $\text{H} - \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{S}}} - \text{H}$ 	<ul style="list-style-type: none"> CH_5N : méthylamine $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}} - \text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
<ul style="list-style-type: none"> N_2H_4 : hydrazine $\begin{array}{c} \text{H} - \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}} - \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}} - \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$ 	<ul style="list-style-type: none"> HCN : cyanure d'hydrogène $\text{H} - \text{C} \equiv \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{N}}}$
<ul style="list-style-type: none"> CH_4O : méthanol $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{O}}} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ 	<ul style="list-style-type: none"> C_3H_6 : propène $\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} = \text{C} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

6) La molécule de formule brute C_2H_6O est formée de deux atomes de carbone, six atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. En respectant les valences de ces éléments on peut écrire de deux manières la formule de Lewis ce qui correspond à deux isomères.

- l'éthanol :



- l'oxyde de méthyle (ou méthoxymétane) :



7) Complétons le tableau:

Nom du composé	Formule ionique	Formule statistique
Sulfate de calcium	$(\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})$	CaSO_4
Chlorure de fer II	$(\text{Fe}^{2+} + 2\text{Cl}^-)$	FeCl_2
Carbonate d'ammonium	$(\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-})$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
Hydroxyde de magnésium	$(\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-)$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
Phosphate d'aluminium	$(\text{Al}^{3+} + \text{PO}_4^{3-})$	AlPO_4
Nitrate de potassium	$(\text{K}^+ + \text{NO}_3^-)$	KNO_3

Exercice 2

1)

- La couche électronique externe des éléments qui se trouvent sur la troisième ligne est la couche M.
- La couche M est caractérisée par le nombre quantique $n = 3$.
- D'une manière général, le nombre maximum N d'électrons que peut contenir une couche caractérisée par n s'exprime : $N = 2 \times n^2$. Pour la couche M ($n = 3$) : $N = 2 \times 3^2 = 18$ électrons au maximum

2)

- La famille située sur l'avant dernière colonne du tableau de la classification périodique est la famille des halogènes.
- Les atomes situés sur l'avant dernière colonne du tableau (septième colonne) possèdent sept électrons sur la couche électronique externe.
- Formule électronique : $(\text{K})^2 (\text{L})^8 (\text{M})^7$
- Les atomes de l'élément X possèdent 17 électrons.

3)

- L'élément X est caractérisé par le numéro atomique $Z = 17$ (car les atomes de l'élément X possèdent 17 protons). Il s'agit de l'élément chlore ($_{17}\text{Cl}$).
- Un élément est représenté par un numéro atomique. Toutes les espèces chimiques (atome ou ion) caractérisées par le même numéro atomique appartiennent au même élément chimique. Exemple : l'atome de chlore et l'ion chlorure appartiennent à l'élément chlore.

4)

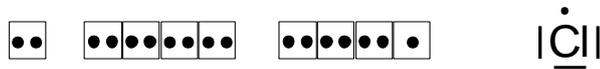
a) Constitution des atomes

Atome ${}^A_1 X_1$:	Atome ${}^A_2 X_2$:
$A_1 = 35 ; Z = 17$	$A_2 = 37 ; Z = 17$
Il est constitué de :	Il est constitué de :
* 17 protons	* 17 protons
* 18 neutrons (35 - 17)	* 20 neutrons (37 - 17)
* 17 électrons	* 17 électrons

b) Ces deux atomes ont le même numéro atomique (même nombre de protons) mais un nombre de masse différent (nombre de neutrons différents). Ces deux atomes sont des isotopes.

5)

a) Pour déterminer la valence de l'atome de chlore, on écrit sa structure électronique puis on le représente suivant Lewis.



La valence de l'atome de chlore est égale à un.

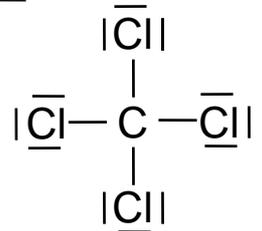
b) Deux atomes de chlore vont pouvoir se lier par une simple liaison covalente : $\overline{\text{Cl}}-\overline{\text{Cl}}$
 Il s'agit de la molécule de dichlore dont la formule chimique est Cl_2 .

6) L'atome d'hydrogène a lui aussi une valence égale à un : un atome de chlore et un atome d'hydrogène vont se lier par une simple liaison covalente.

Il s'agit de la molécule de chlorure d'hydrogène dont la formule chimique est HCl .

7) L'atome de carbone a une valence égale à quatre : un atome de carbone va se lier par une simple liaison covalente à quatre atomes de chlore.

Il s'agit de la molécule de tétrachlorure de carbone dont la formule chimique est CCl_4 .



Exercice 3

3.1 Équations horaires:

Le mobile M_1 se déplace à 60 km/h et est à 30 km à $t=0 \Rightarrow$

$$x_1 = 60t + 30 \text{ avec } x_1 \text{ en km et } t \text{ en heure}$$

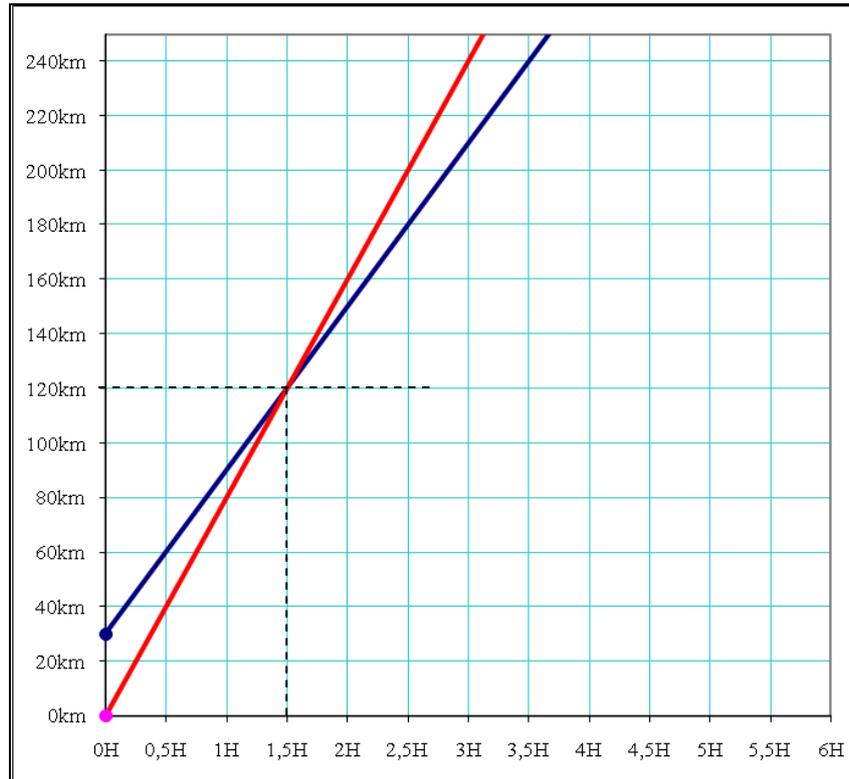
Le mobile M_2 se déplace à 80 km/h et est à 0 km à $t=0 \Rightarrow$

$$x_2 = 80t \text{ avec } x_2 \text{ en km et } t \text{ en heure}$$

3.2 Représentation graphique (voir courbe ci-dessous)

3.3 Les deux mobiles se rencontrent à la date $t = 1,5h = 1h30min$ et à la position $x_r = 120km$

3.4 Résolvons $x_1 = x_2 \Rightarrow 60t + 30 = 80t \Rightarrow t = \frac{30}{80-60} = 1,5h$ et $x_r = x(1,5h) = 80 \times 1,5 = 120km$



Exercice 4

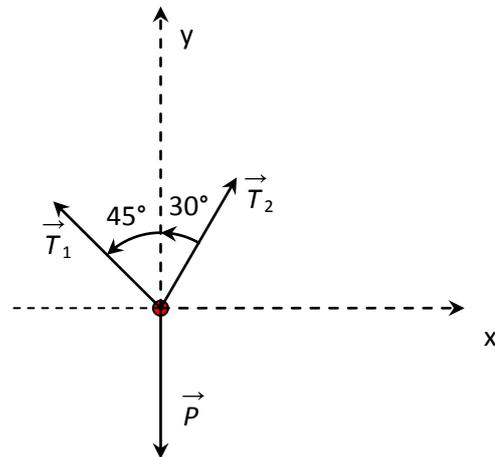
Projetons dans le repère la relation vectorielle $\vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$

(Ox): $0 - T_1 \times \sin 45 + T_2 \times \sin 30 = 0$

(Oy): $-P + T_1 \times \cos 45 + T_2 \times \cos 30 = 0$

On a: $\sin 45 = \cos 45 = \frac{\sqrt{2}}{2}$; $\sin 30 = \frac{1}{2}$ et $\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$\begin{cases} -\frac{\sqrt{2}}{2} T_1 + \frac{1}{2} T_2 = 0 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} T_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} T_2 = 700 \end{cases} \Rightarrow T_1 = 362,35 \text{ N et } T_2 = 512,44 \text{ N}$$



Exercice 5

1) Masse volumique de l'alliage

- Volume de l'alliage: $V_a = S \times e = \pi r^2 \times e = \pi \times (1.10^{-2})^2 \times (1.10^{-3}) = 3,14.10^{-7} \text{ m}^3$

- Masse volumique $\rho_a = \frac{m}{V_a} = \frac{4,1.10^{-3}}{3,14.10^{-7}} = 13050,7 \text{ kg.m}^{-3}$

2) Pourcentage en volume d'or et de cuivre

$m = m_{or} + m_{Cu} \Rightarrow \rho_a V_a = \rho_{or} V_{or} + \rho_{Cu} V_{Cu} \Rightarrow \rho_a V_a = \rho_{or} V_{or} + \rho_{Cu} (V_a - V_{or}) \Rightarrow \rho_a V_a = (\rho_{or} - \rho_{Cu}) V_{or} + \rho_{Cu} V_a$

$$\Rightarrow \rho_a = (\rho_{or} - \rho_{Cu}) \frac{V_{or}}{V_a} + \rho_{Cu} \Rightarrow \frac{V_{or}}{V_a} = \frac{\rho_a - \rho_{Cu}}{\rho_{or} - \rho_{Cu}} \text{ d'où } \%V_{or} = \frac{V_{or}}{V_a} \times 100 = \frac{\rho_a - \rho_{Cu}}{\rho_{or} - \rho_{Cu}} \times 100$$

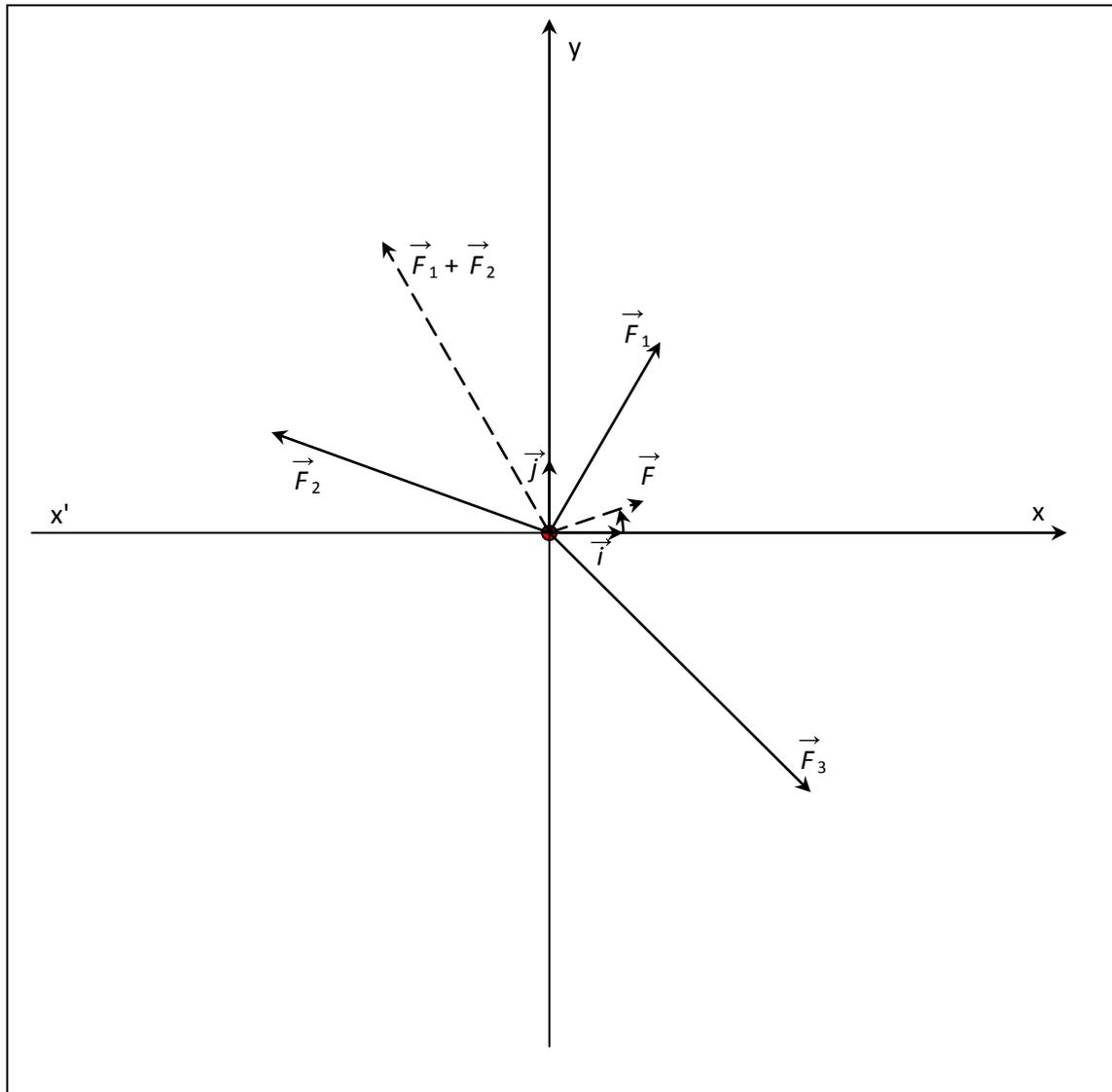
$$\%V_{or} = \frac{\rho_a - \rho_{Cu}}{\rho_{or} - \rho_{Cu}} \times 100 = \frac{13050,7 - 8900}{19300 - 8900} \times 100 = \mathbf{39,9\%} \text{ et } \%V_{Cu} = \mathbf{60,1\%}$$

3) Masse d'or et de cuivre dans la médaille:

- Volume d'or: $V_{or} = \frac{39,9}{100} \times V_a = \frac{39,9}{100} \times 3,14 \cdot 10^{-7} = 1,253 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$
- Masse d'or: $m_{or} = \rho_{or} V_{or} = 19300 \times 1,253 \cdot 10^{-7} = \mathbf{2,4 \text{ g}}$
- Masse de cuivre: $m_{Cu} = m - m_{or} = 4,1 \text{ g} - 2,4 \text{ g} = \mathbf{1,7 \text{ g}}$

Exercice 5 (2S₂N)

Remarquer que le schéma est à l'échelle du problème: 1 cm \rightarrow 10N. \vec{F}_1 (3 cm); \vec{F}_2 (4 cm) et \vec{F}_3 (5 cm)



Le vecteur \vec{F} a une longueur de 1,35 cm soit une intensité $F = 1,35 \times 10 = \mathbf{13,5 \text{ N}}$.

La mesure de l'angle (\vec{i}, \vec{F}) à l'aide d'un rapporteur donne $\mathbf{18,7^\circ}$