

Cahier d'activités UA1 Physique T.S.Exp

SÉQUENCE 1 : APPLICATION DU PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE AU MOUVEMENT DU PROJECTILE..... 3

Rappels des notions indispensables.....	3
Notions mathématiques	3
Notions sur la cinématique	10
Notions sur la dynamique.....	23
Activité 1 : Définition du projectile.....	25
Activité 2 : Etude du mouvement.....	26
Activité 3 : Caractéristiques de la trajectoire (portée et flèche de tir)	31
Activité 4 : Angles de tir, parabole de sûreté	34

SÉQUENCE 2 : APPLICATION DU PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE AU MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP ÉLECTRIQUE UNIFORME 42

Notions indispensables	42
Notions électriques	42
Notions sur l'énergie	44
Activité 1 : Calcul de la vitesse d'entrée	46
Activité 2 : Etude du mouvement (cas où le vecteur vitesse initiale est orthogonal au vecteur champ) .	48
Activité 3 : Condition de sortie et vitesse de sortie	52
Activité 4 : Déviation et déflexion électriques	54
Activité 5 : Applications.....	56

SÉQUENCE 3 : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME 66

Notions indispensables	66
Notions mathématiques	66
Notions sur la cinématique	69
Activité 1 : Force de Lorentz.....	75
Activité 2 : Etude du mouvement (cas où le vecteur vitesse et le vecteur champ magnétique sont orthogonaux)	76
Activité 3 : Déviation et déflexion magnétiques	79
Activité 4 : Application au spectrographe de masse	81

SÉQUENCE 4 : APPLICATION DU PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE AU MOUVEMENT D'UN SATELLITE TERRESTRE..... 91

Notions indispensables sur la gravitation	91
<i>d</i>	91
La force exercée par le corps	91
Situation-problème :	95
Activité 1 : Définition et exemples de satellites terrestres	95
Activité 2 : Etude du mouvement du satellite	95
Activité 3 : Satellite géostationnaire.....	98
Activité 4 : Troisième loi de Kepler	99
SÉQUENCE 5 : INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE.....	104
Activité 1 : Flux magnétique	104
Activité 2 : Mise en évidence de l'induction électromagnétique	107
Activité 3 : Champ électromoteur	112
SÉQUENCE 6 : AUTO-INDUCTION	126
Activité 1 : Mise en évidence	126
Activité 2 : Flux propre et f.é.m. d'auto-induction.....	127
Activité 3 : Inductance d'un solénoïde	127

SÉQUENCE 1 : APPLICATION DU PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE AU MOUVEMENT DU PROJECTILE

Rappels des notions indispensables

Notions mathématiques

❖ Equations des figures

➤ Equation d'une droite : $y = ax + b$ ou $ax + by + c = 0$.

(a est le coefficient directeur ou la pente de la droite sous la forme $y = ax + b$)

N.B : C'est une équation du premier degré à une ou deux inconnue (s).

➤ Equation d'une parabole : $y = ax^2 + bx + c$ où a est un réel non nul. Si $a > 0$, la concavité est dirigée vers le sens positif de l'axe $y'y$ et si $a < 0$ elle est dirigée vers le sens inverse de l'axe $y'y$.

N.B : y est un polynôme du second degré en x .

➤ Equation d'un cercle : $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$ est l'équation du cercle de centre C ($a ; b$) et de rayon r .

Exercice d'application

Donne la nature de chacune des figures d'équations suivantes en précisant les coordonnées du centre et le rayon pour les cercles :

(1): $x + 2y = 3$

(2): $y = x^2$

(3): $y = x$

(4): $3y = -5x^2 + 6x + 3$

(5): $y = \sqrt{2}x - \sqrt{3}$

(6): $(x + 3)^2 + (y - \sqrt{2})^2 = 1$

(7): $x^2 + y^2 = 4$

(8): $y = 3$

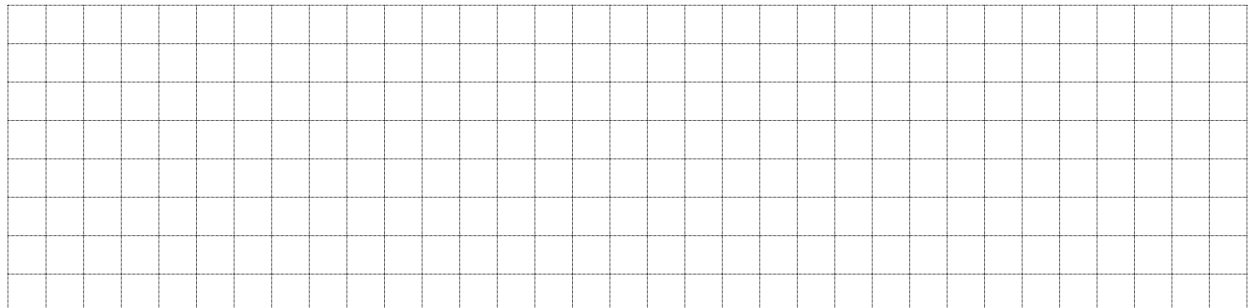
(9): $x^2 + (y + \sqrt{5})^2 - 8 = 0$

(10): $x^2 + y + \sqrt{5} - 8 = 0$

(11): $x = 0$

(12): $x^2 + y^2 - 6x + 10y + 9 = 0$

Corrigé





❖ Dérivées des fonctions

Fonction définie par :	Fonction dérivée :
$f(x) = ax^n$	$f'(x) = n \cdot a \cdot x^{n-1}$
$f(x) = a$	$f'(x) = 0$

Rappel : Lecture d'une fonction

Soit f la fonction définie par $f(x) = x^2 - 3x + 4$.

f est le nom de la fonction, x est l'antécédent, $f(x)$ est l'image.

N.B : Pour la dérivée ou la primitive de $f(x)$, on applique les règles sur la lettre variable (antécédent), les autres lettres sont considérées comme des constantes.

Exercices d'application

Donne la dérivée de chacune des fonctions suivantes :

$$f(x) = \frac{-2}{3}x^5 + 3x^4 - 5\sqrt{2}x^3 - \frac{1}{2}x^2 + x - 3\sqrt{5}$$

$$g(x) = 1 - x^3$$

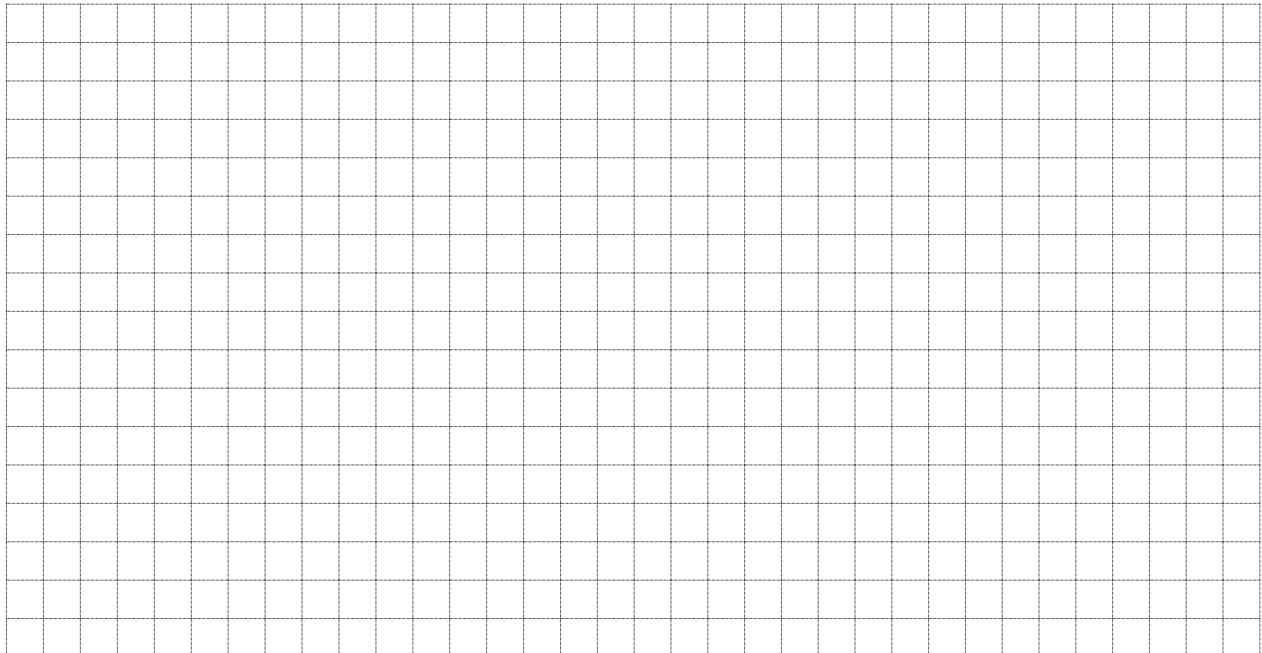
$$h(y) = xyz + 3ax^2 - 5uv^2$$

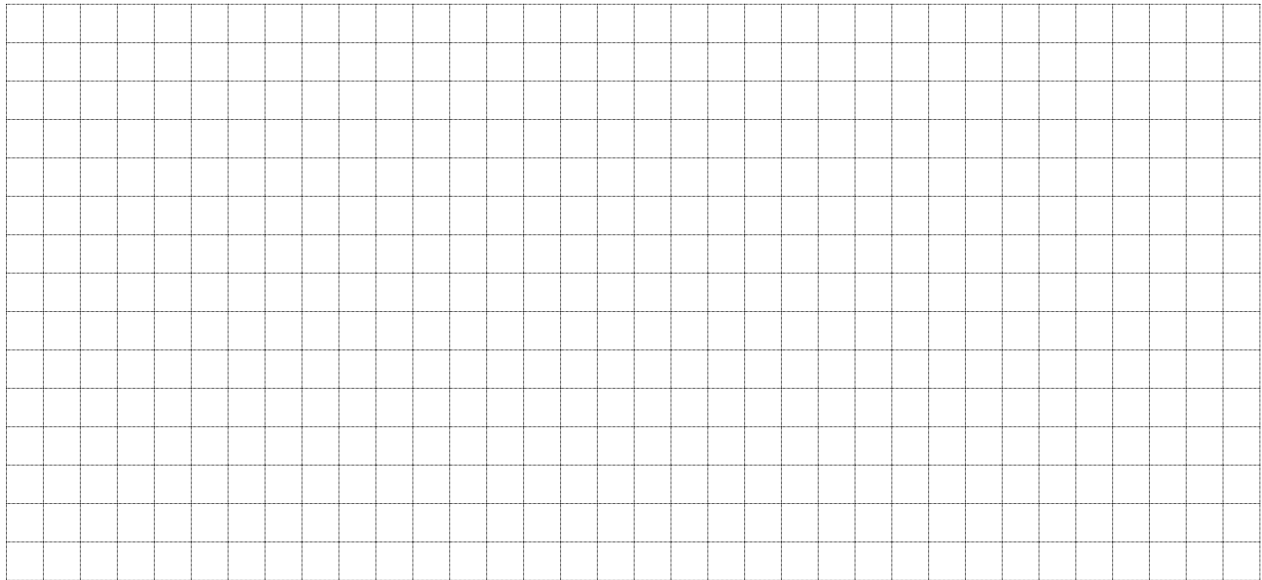
$$p(t) = x^3 + -5x^2 \cdot t^2 \cdot z + t + 2x + ab + 3$$

$$x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$$

$$f(u) = x^2 + xyz + 2t^3 - 3\sqrt{2}$$

Corrigé





❖ Primitives des fonctions

Fonction définie par :	Fonctions primitives :
$f(x) = ax^n$	$F(x) = \frac{a}{n+1} x^{n+1} + cste$ où $cste$ est une constante réelle
$f(x) = 0$	$F(x) = cste$

Exercices d'application

Exercice 1 :

Détermine les primitives de chacune des fonctions suivantes :

$$f(x) = x^3 - \frac{1}{3}x^2 + 2\sqrt{3}x + 2$$

$$v(t) = v_o \cdot t + x_o$$

$$g(t) = 2x^2 + x \cdot y \cdot t - t^3 + a$$

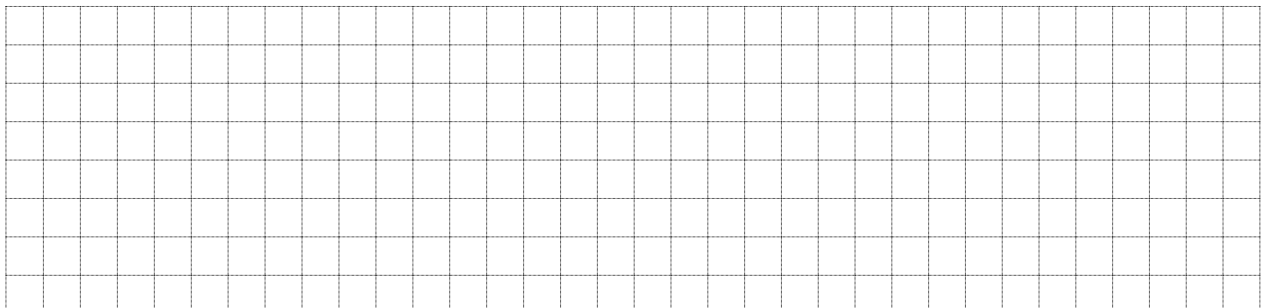
$$x(c) = x + t + \frac{2}{5}c^3 + \sqrt{2}$$

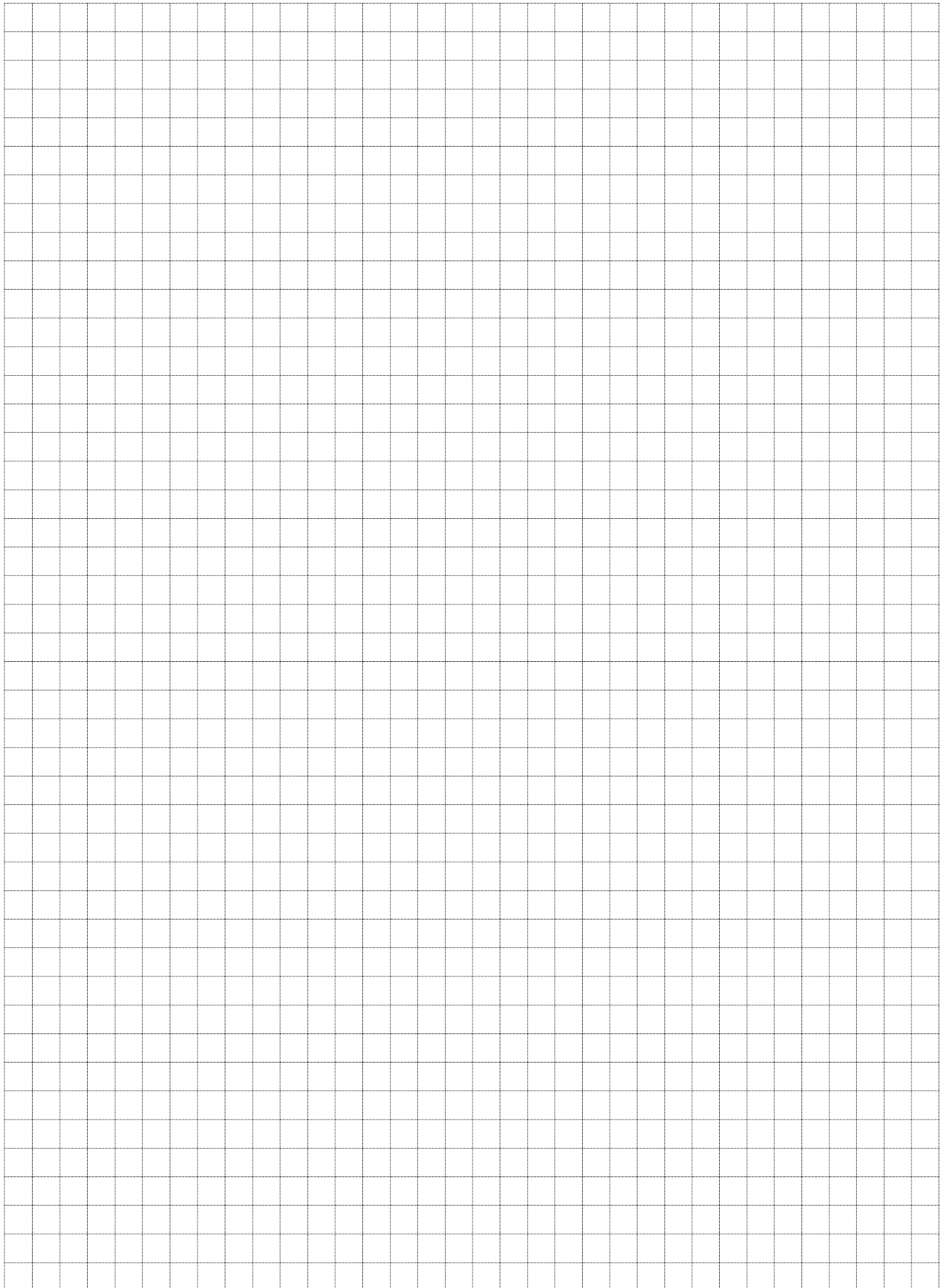
$$x(t) = 0$$

Exercice 2 :

Détermine la primitive de $h(x) = x^2 + \frac{2}{3}x - 3$ qui prend la valeur 10 pour $x = -2$

Corrigé





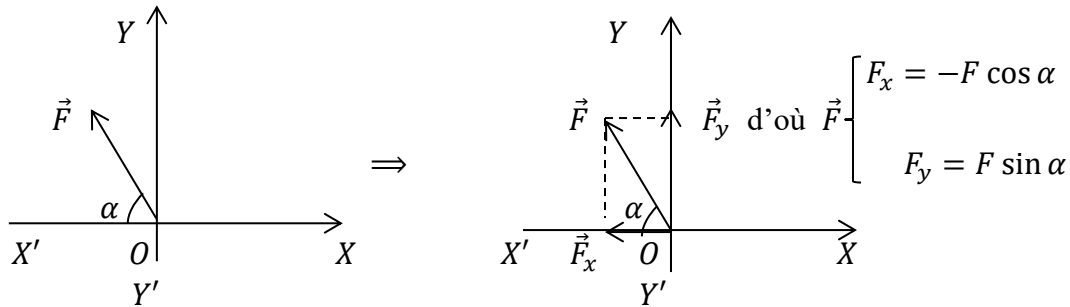
❖ Décomposition (composantes) d'un vecteur dans un repère orthogonal

Si le vecteur $\vec{F}$ fait un angle α avec l'horizontale (axe X', X) alors ses coordonnées sont :

$F_x = F \cos \alpha$ si $\vec{F}_x$ a le même sens que l'axe (X', X) et si $\vec{F}_x$ a le sens opposé à celui de l'axe (X', X) alors $F_x = -F \cos \alpha$;

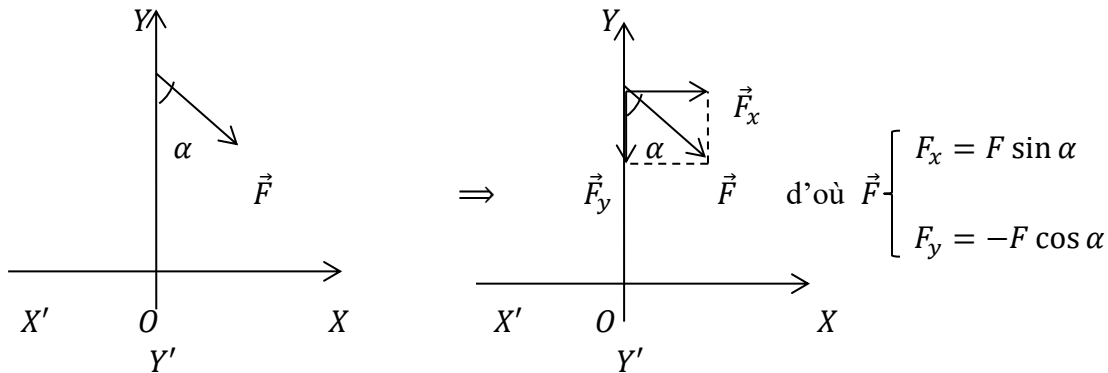
$F_y = F \sin \alpha$ si $\vec{F}_y$ a le même sens que l'axe (Y', Y) et si $\vec{F}_y$ a le sens opposé à celui de l'axe (Y', Y) alors $F_y = -F \sin \alpha$.

Exemple 1 :



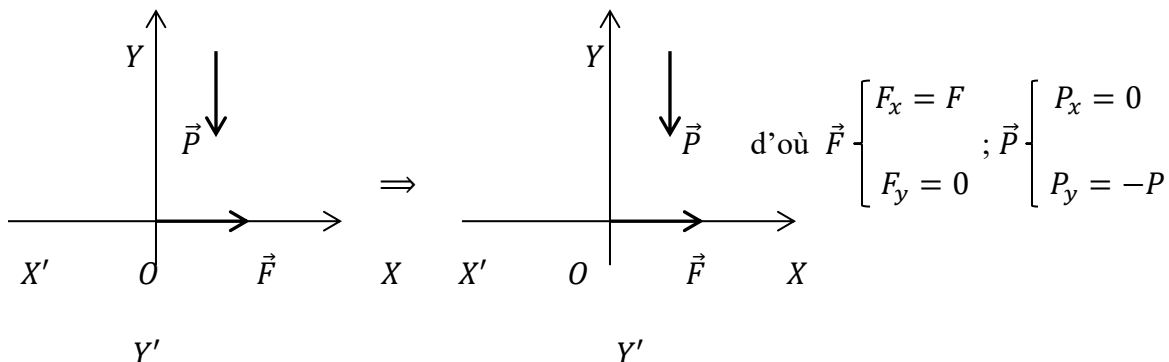
Si le vecteur $\vec{F}$ fait un angle α avec la verticale (axe Y', Y) alors $\cos \alpha$ est remplacé par $\sin \alpha$ dans F_x et $\sin \alpha$ est remplacé par $\cos \alpha$ dans F_y .

Exemple 2 :



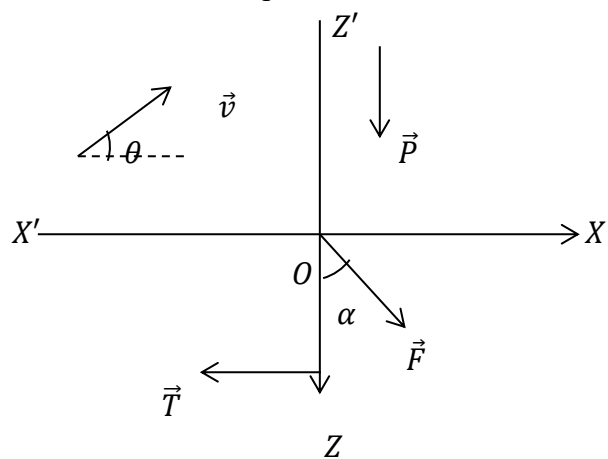
Si le vecteur $\vec{F}$ est suivant la verticale ou l'horizontale ($\vec{F}$ est parallèle à l'un des axes) alors sa composante suivant l'axe auquel il est parallèle est F en tenant compte du sens et l'autre composante est nulle.

Exemple 3 :



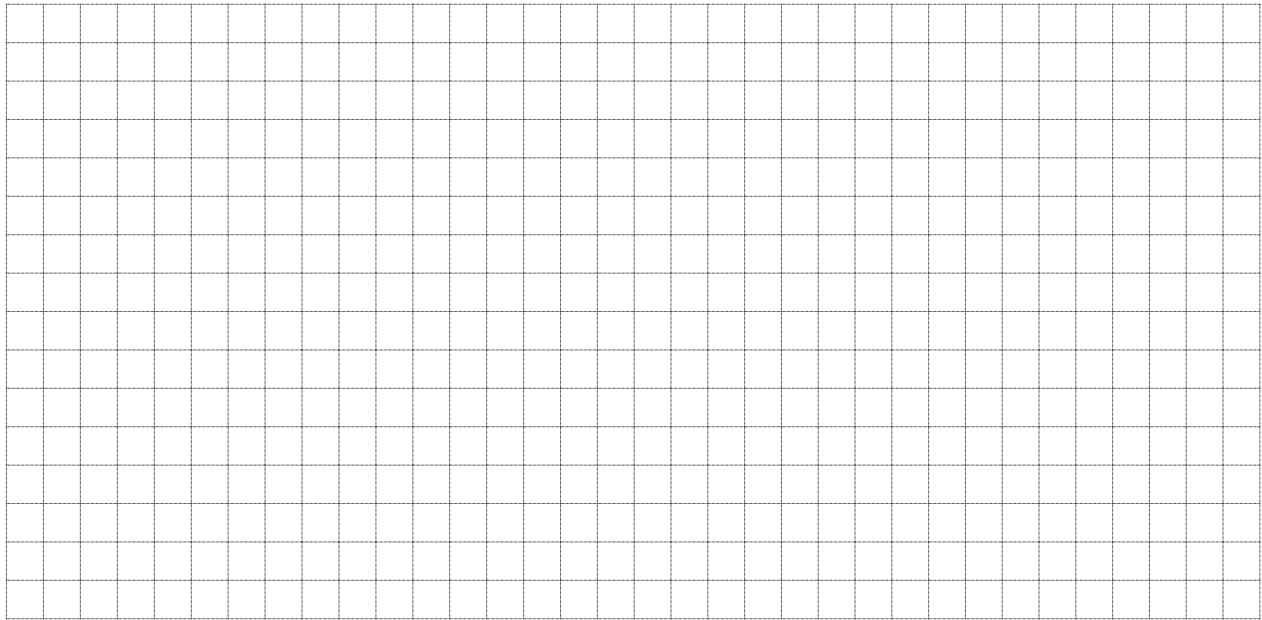
Exercice d'application

Projette les vecteurs $\vec{F}$, $\vec{P}$, $\vec{v}$ et $\vec{T}$ dans le repère ci-dessous et donne leurs coordonnées.



Corrigé





Notions sur la cinématique

❖ Définitions

- La **cinématique** est la partie de la physique qui étudie les mouvements des corps sans se préoccuper de leurs causes (forces).
- La **trajectoire** d'un mobile (corps en mouvement) est la figure géométrique décrite par le mouvement de ce mobile. Si la trajectoire est :
 - une **droite**, le mouvement est dit **rectiligne** ;
 - un **cercle**, le mouvement est dit **circulaire** ;
 - une **courbe**, le mouvement est dit **curviligne**.

- N.B : L'équation horaire du mouvement d'un mobile c'est-à-dire l'abscisse x (distance) en fonction du temps t se note $x(t)$ ou $x = f(t)$.

La dérivée (dérivée primaire) de $x(t)$ se note $x'(t)$ ou $\frac{dx}{dt}$.

La dérivée seconde de $x(t)$ se note $x''(t)$ ou $\frac{d^2x}{dt^2}$.

En physique nous préférons la notation $\frac{dx}{dt}$

- La **vitesse** (vitesse instantanée) d'un mobile est la dérivée de son abscisse par rapport au temps. Son expression est : $v = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$, v en $m.s^{-1}$.
- La **vitesse moyenne** d'un mobile est le rapport de la distance parcourue entre deux instants par la durée correspondante. Son expression est : $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$.
- L'**accélération** (accélération instantanée) d'un mobile est la dérivée de sa vitesse par rapport au temps. Son expression est : $a = \frac{dv}{dt} = \dot{v}$, a en $m.s^{-2}$. C'est la dérivée seconde de l'abscisse par rapport au temps : $a = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$.

- L'**accélération moyenne** d'un mobile est le rapport de la différence de vitesses entre deux instants par la durée correspondante : $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$.

On remarque que la vitesse instantanée est la vitesse à un instant t précis et la vitesse moyenne est la vitesse entre deux instants t_1 et t_2 .

- Le mouvement est dit **uniforme** lorsque sa vitesse est constante. Son accélération est nulle.
- Le mouvement est dit **uniformément varié** lorsque sa vitesse n'est pas constante. Son accélération est une constante non nulle.

Pour le mouvement uniformément varié si :

- la vitesse ne fait qu'augmenter, le mouvement est dit **accéléré** ;
- la vitesse ne fait que diminuer, le mouvement est dit **décéléré ou retardé**.

N.B : Cas particulier, pour le mouvement circulaire uniforme la vitesse et l'accélérations sont toutes les deux constantes.

Exercices d'application

Exercice 1 :

1. Définis : le mouvement rectiligne uniforme, le mouvement rectiligne uniformément varié, le mouvement circulaire uniforme, le mouvement rectiligne accéléré, le mouvement curviligne uniformément varié.
2. Donne la nature de chacun des mouvements suivants (rectiligne ou circulaire ou curviligne et s'il est uniforme ou uniformément varié).
 - 2.1. Un caillou en chute libre.
 - 2.2. Un athlète en course de 100 m plat.
 - 2.3. La rotation de la Terre sur elle-même.
 - 2.4. Mouvement d'un ballon lors d'un coup franc qui survole le mur.
 - 2.5. Mouvement de la grande aiguille d'une montre.
 - 2.6. Une mouche qui se déplace le long d'une règle avec une vitesse $v = 0,01 \text{ m/s}$.
 - 2.7. Un mobile qui décrit un cercle avec une vitesse $v = 0,5t$ où t désigne le temps.

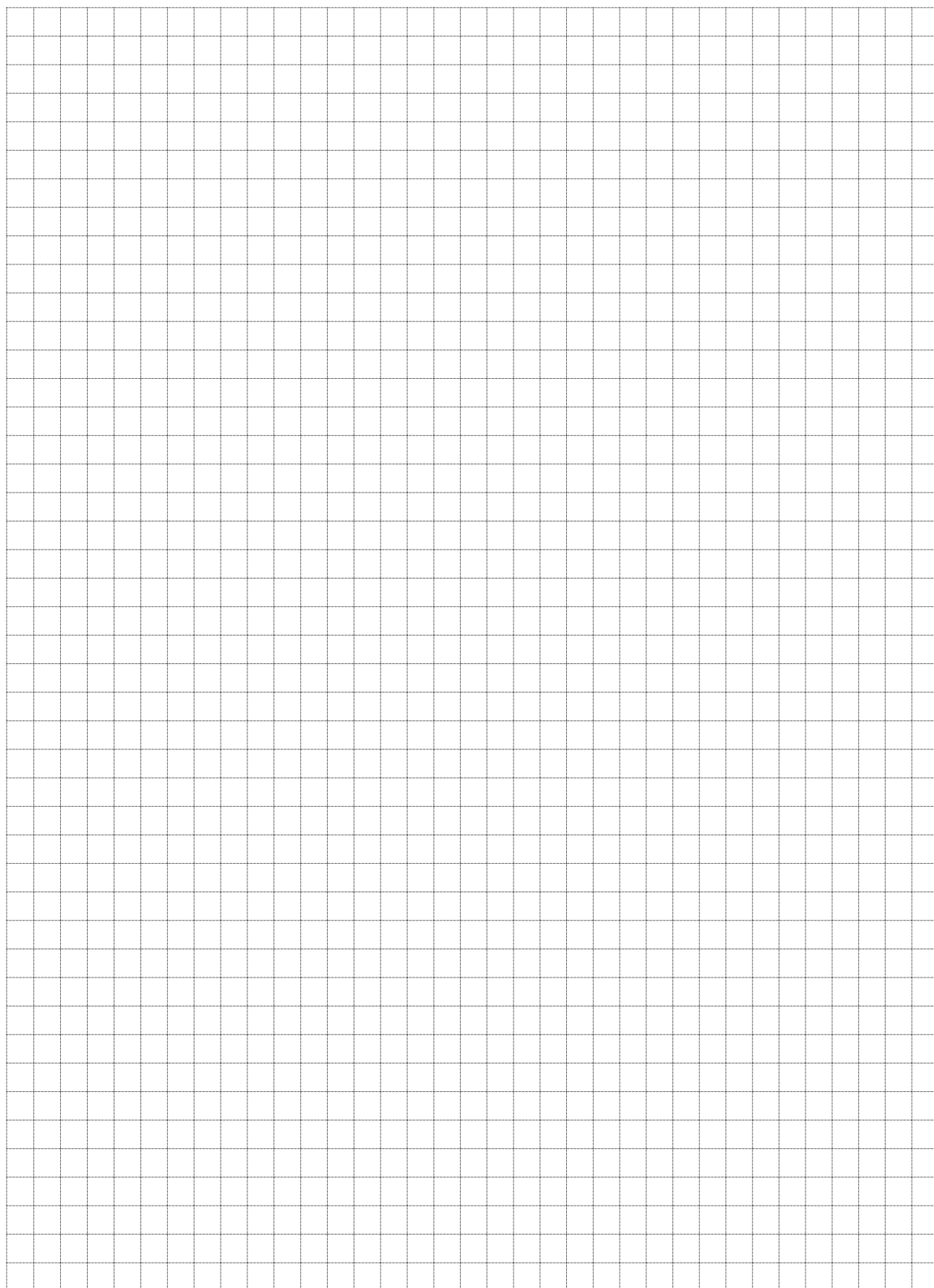
Exercice 2 :

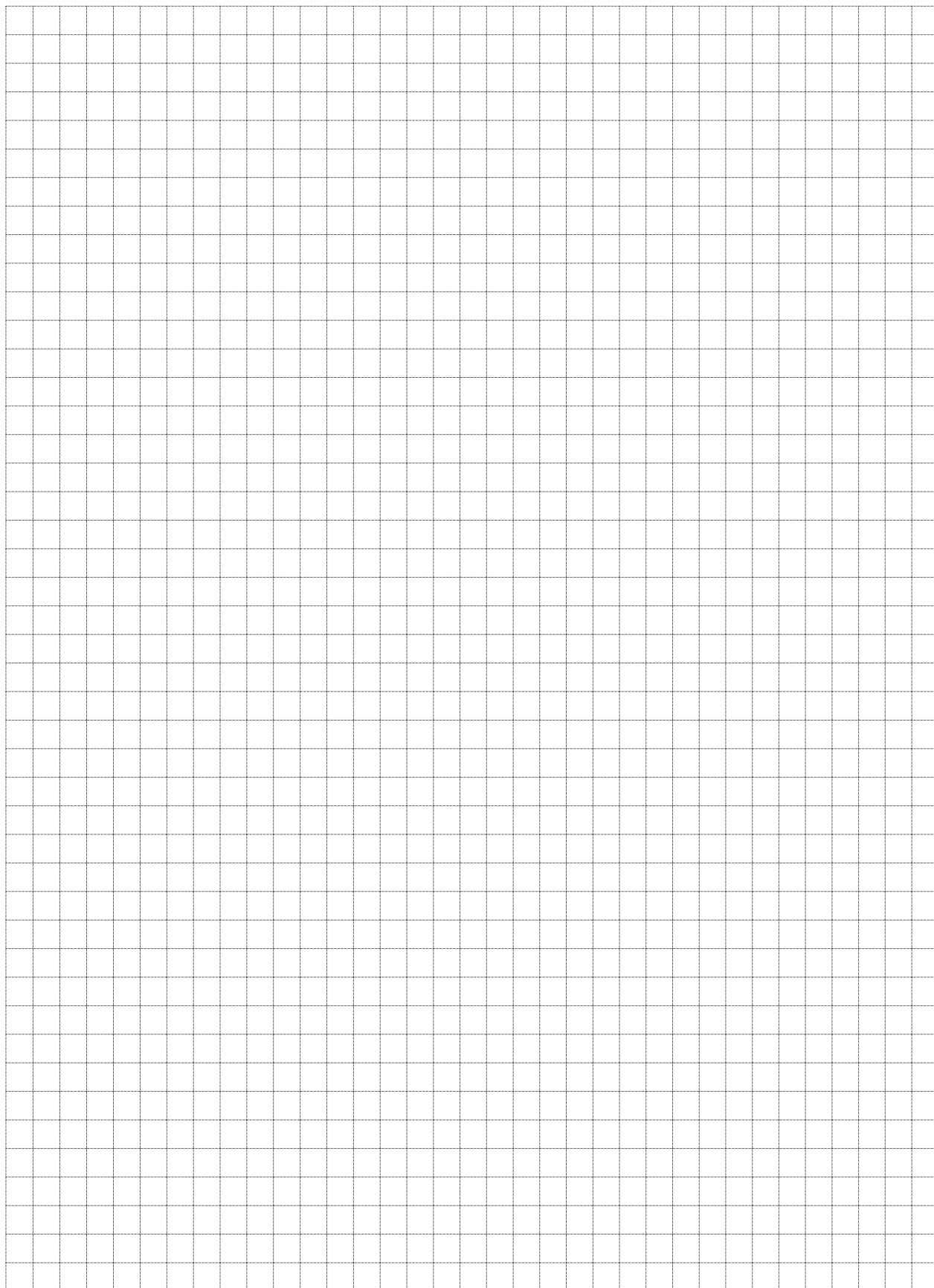
On considère l'équation horaire du mouvement d'un mobile : $x = 2t^2 + 5t + 1$, (x en mètre et t en seconde).

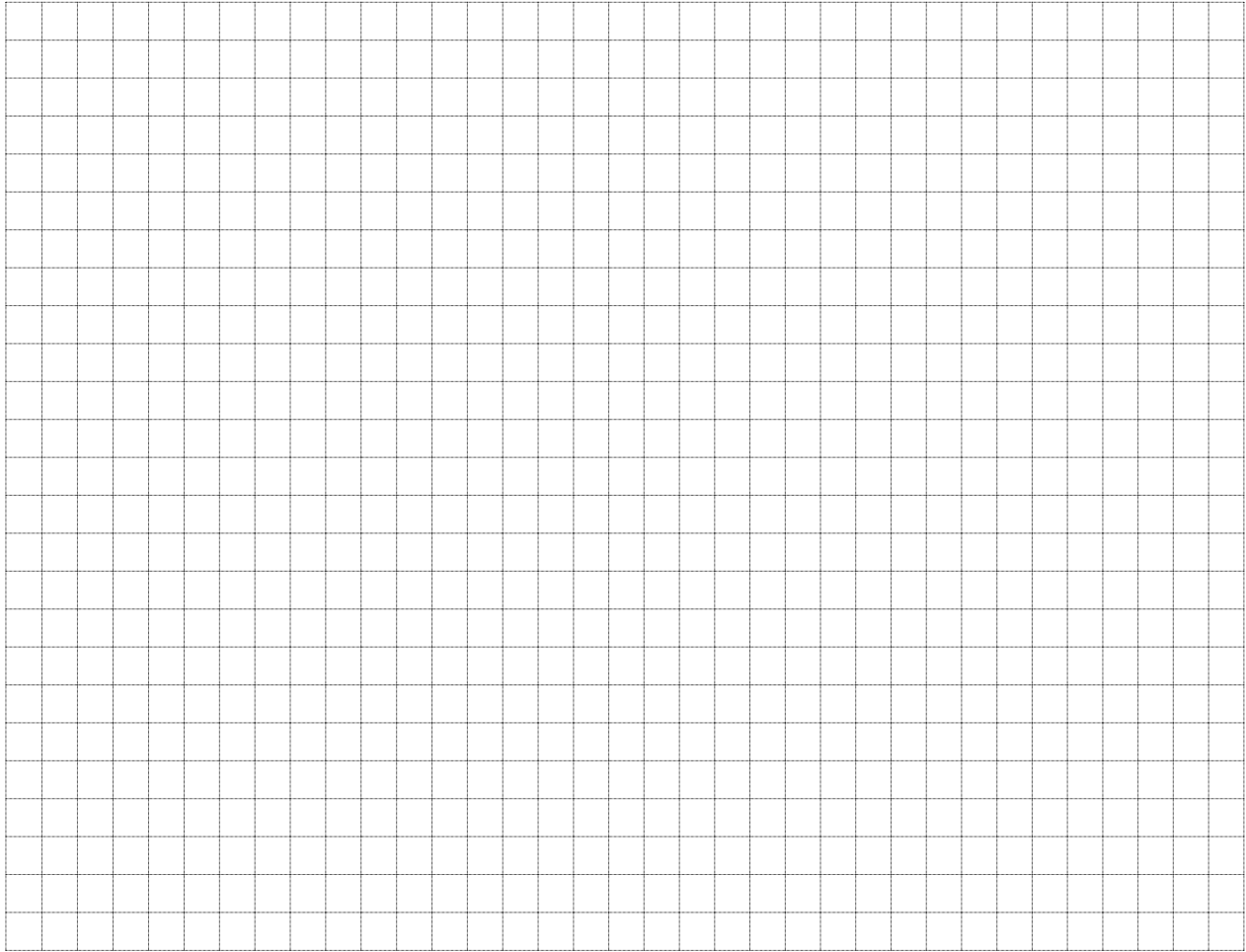
1. Détermine la position du mobile à la date $t = 3 \text{ s}$.
2. Détermine la date à laquelle le mobile se trouve à l'abscisse de 19 m .
3. Donne l'expression de la vitesse instantanée. En déduis les vitesses aux instants 3 s et 5 s , puis l'accélération moyenne entre 3 s et 5 s .
4. Détermine l'accélération instantanée.
5. Calcule la vitesse entre les instants 3 s et 5 s .

Correction

[illegible]



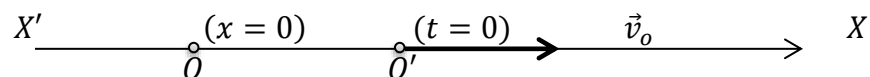




❖ Mouvements rectilignes

❖ Mouvement rectiligne uniformément varié

On considère la trajectoire rectiligne d'un mobile (M) dans le référentiel terrestre, on choisit deux repères (le repère espace et le repère temps) pour l'étudier :



O : Origine espace, $(x = 0)$.

O' : Origine date, $(t = 0)$.

$\vec{v}_0$: vitesse initiale (vitesse à l'origine des dates : $t = 0$) du mobile.

$OO' = x_0$: Abscisse initiale (abscisse ou position à la date origine : $t = 0$) du mobile.

L'équation horaire du mouvement s'écrit : $x = \frac{1}{2}a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0$ où x_0 , v_0 et a (accélération) sont les paramètres à déterminer.

Remarque :

L'abscisse x est un polynôme du second degré en t (temps), $a = \text{constante} \neq 0$.

Si les origines espace et date sont confondues ($O = O'$) alors l'abscisse initiale est nulle ($x_0 = 0$).

Si le mobile part du repos (démarré) à la date origine ($t = 0$) alors la vitesse initiale est nulle ($v_0 = 0$).

N.B : Pour le mouvement rectiligne uniformément varié :

- La relation entre l'abscisse, la vitesse et l'accélération est $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$. On aboutit à cette relation en éliminant le temps t entre l'équation horaire du mouvement $x = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0.t + x_0$ et l'équation horaire de la vitesse $v = \frac{dx}{dt} = a.t + v_0$.
- Si $a \times v > 0$ avec $v = a.t + v_0$, le mouvement est dit rectiligne accéléré.
- Si $a \times v < 0$, le mouvement est dit rectiligne décéléré ou retardé.
- Le mobile ne peut changer de sens que lorsque sa vitesse s'annule ($v = 0$ avec $v = a.t + v_0$)

❖ Mouvement rectiligne uniforme

L'équation horaire du mouvement rectiligne uniforme s'écrit : $x = v_0.t + x_0$ où x_0 et v_0 sont les paramètres à déterminer.

Remarque :

L'abscisse x est un polynôme du premier degré en t (temps), $v_0 = \text{constante} \neq 0$.

Exercices d'application

Exercice 1 :

Précise la nature du mouvement rectiligne (uniforme ou uniformément varié) en donnant les valeurs des paramètres dans chacun des cas suivants.

$$(1): x = 2t^2 ; (2): x = 3t + 2 ; (3): x = 2 + 3t ; (4): x = 1 - t^2 ; (5): x = t ;$$

$$(6): x = 0,5t^2 + 3t + 1$$

Exercice 2 :

Les coordonnées d'un mobile (M) dans un repère orthogonal $(0, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ sont

$$\begin{cases} x = 2t \\ y = 4t^2 + 8t + 2 \\ z = 0 \end{cases}$$

1. Précise la nature du mouvement de (M) suivant chaque axe.
2. Détermine l'équation cartésienne (équation de la trajectoire) en éliminant le temps t entre les équations horaires. En déduis la nature de la trajectoire.
3. Détermine la position (coordonnées) du mobile :
 - à la date origine ($t = 0$) ;
 - à la date $t = 2 \text{ s}$;
 - à l'abscisse de 2 m.
4. Détermine les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{v}$. En déduis sa norme (module ou intensité ou valeur) puis calcule sa vitesse à l'instant $t = 2 \text{ s}$.
5. Détermine l'accélération du mobile.
6. A partir de l'équation de la trajectoire et de la norme de la vitesse, donne la nature du mouvement du mobile (M).

Exercice 3 :

Le vecteur position d'un mobile (M) dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$ est :

$$\overrightarrow{OM} = (2t + 3)\vec{i} + (t + 1)\vec{j}.$$

1. Donne les équations horaires ou paramétriques du mobile (M).
2. Détermine la nature du mouvement du mobile (M)

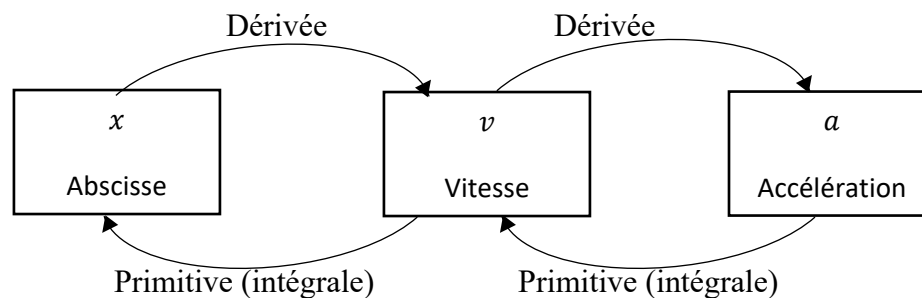
Exercice 4 :

Un point mobile M décrit sur un axe $O\vec{i}$ un mouvement rectiligne uniformément varié d'accélération $\vec{a} = -2\vec{i}$.

A l'instant $t = 0$, le vecteur vitesse est $\vec{v}_0 = 8\vec{i}$ et le vecteur position de M est $\overrightarrow{OM}_0 = 2\vec{i}$.

1. Etablis l'équation horaire du mouvement $x(t)$ et l'équation horaire de la vitesse $v(t)$ de deux méthodes différentes (à partir de l'équation horaire du mouvement écrite et à partir de l'intégration de l'accélération).

N.B :



2. Détermine la date et la position pour lesquelles le mobile change de sens.
3. Détermine l'intervalle de temps dans lequel le mouvement est accéléré.
4. Détermine l'intervalle de temps dans lequel le mouvement est retardé.

Exercice 5 :

Par rapport à un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ une particule M est soumise à l'accélération constante $\vec{a} = -10\vec{j}$.

Cette particule se trouve à la date $t = 0$ en

$$\overrightarrow{OM}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0,5 \\ z_0 = 0 \end{cases} \quad \text{et le vecteur vitesse est } \vec{v}_0 = 2\vec{i} + 6\vec{j}$$

(les unités sont celles du système international).

Détermine les équations paramétriques du mouvement : $x(t), y(t), z(t)$. En déduis que le mouvement est plan.

N.B : Un mouvement est dit plan (trajectoire plane) s'il s'effectue dans un plan (surface plane). Tout mouvement qui s'effectue suivant deux axes (deux droites) est un mouvement plan.

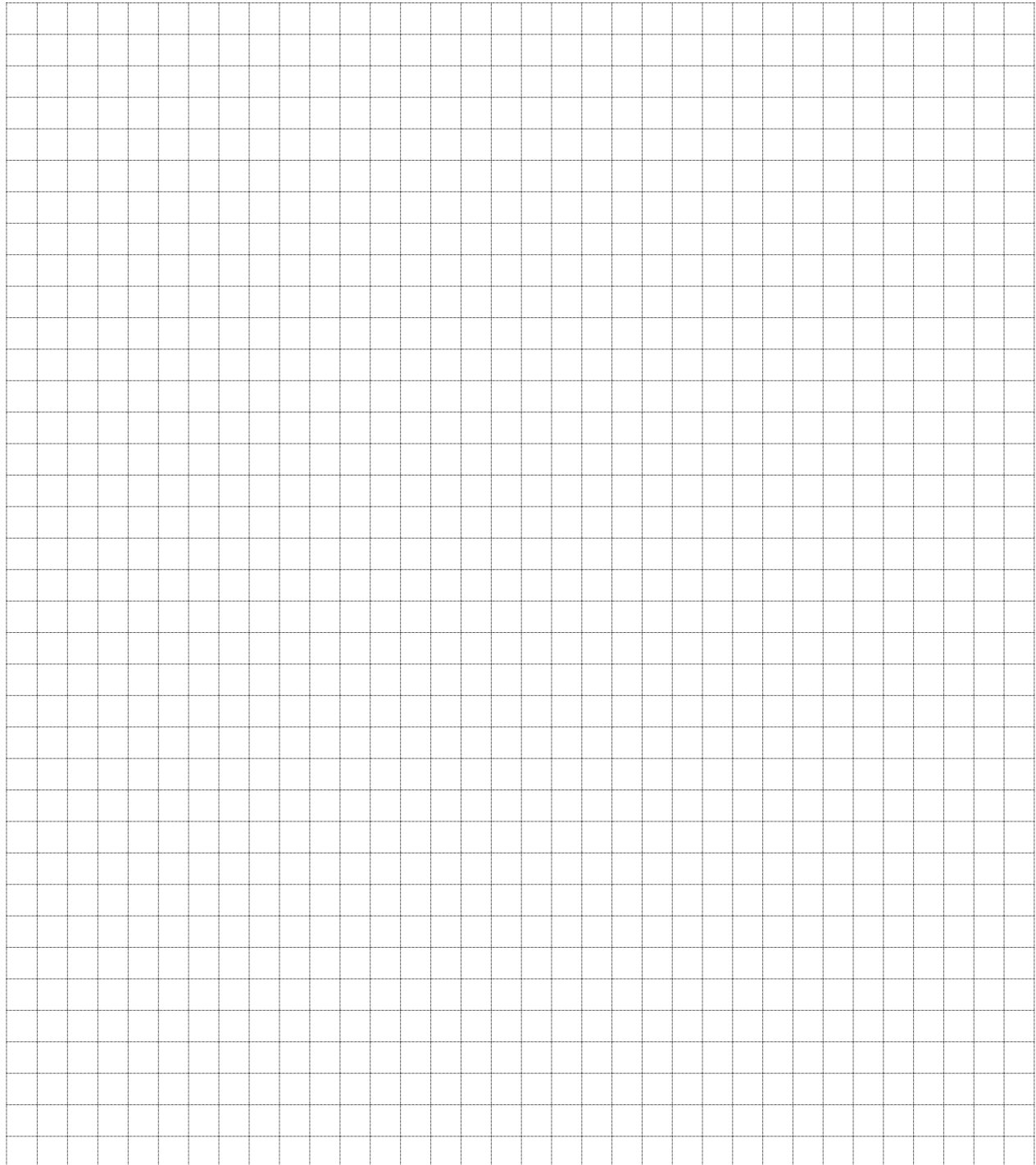
Exercice 6 :

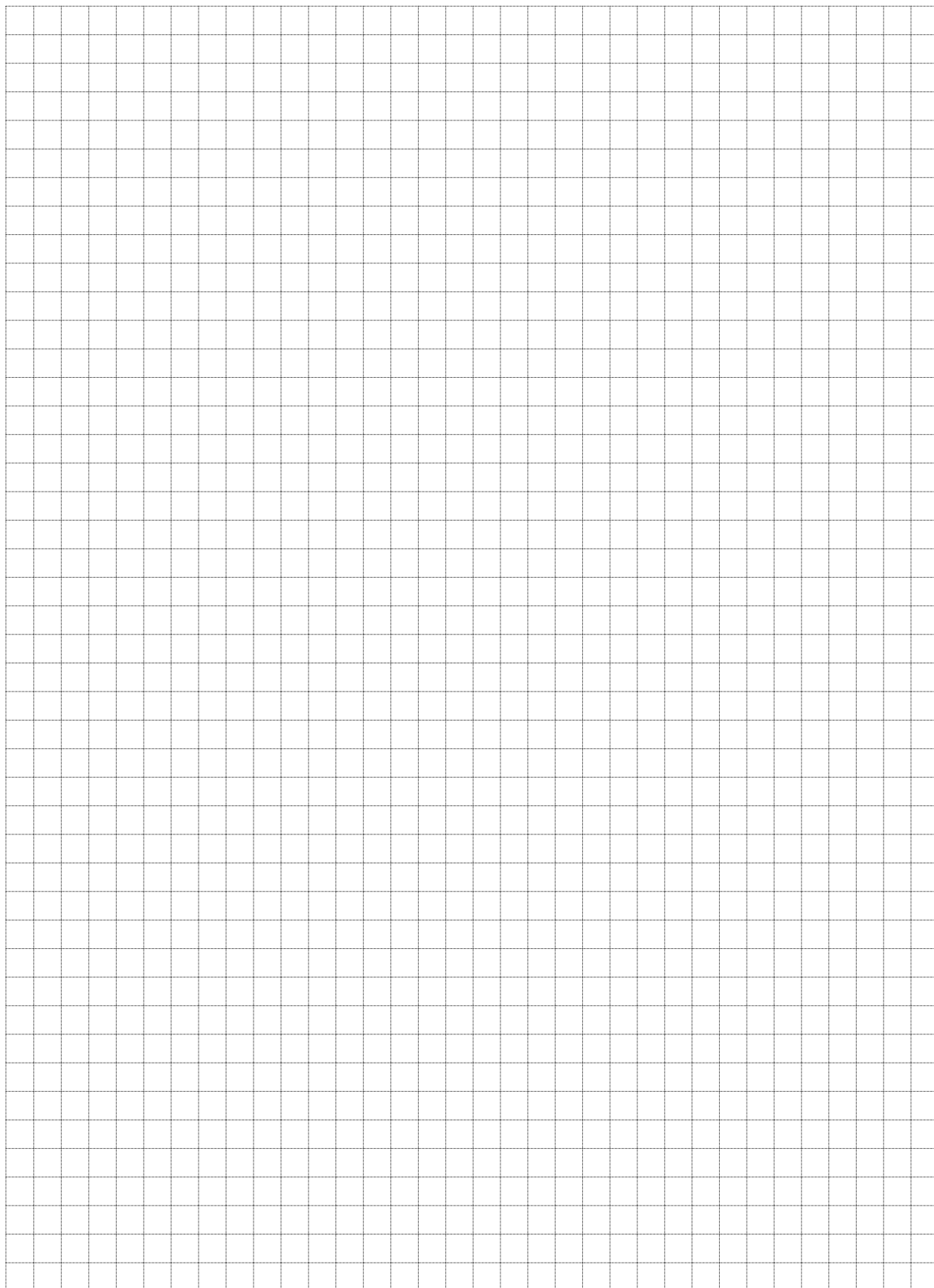
Le record du monde du 100 m plat est de 9,58 s, établi par le Jamaïcain Usain Bolt le 16 août 2009 aux championnats du monde de Berlin.

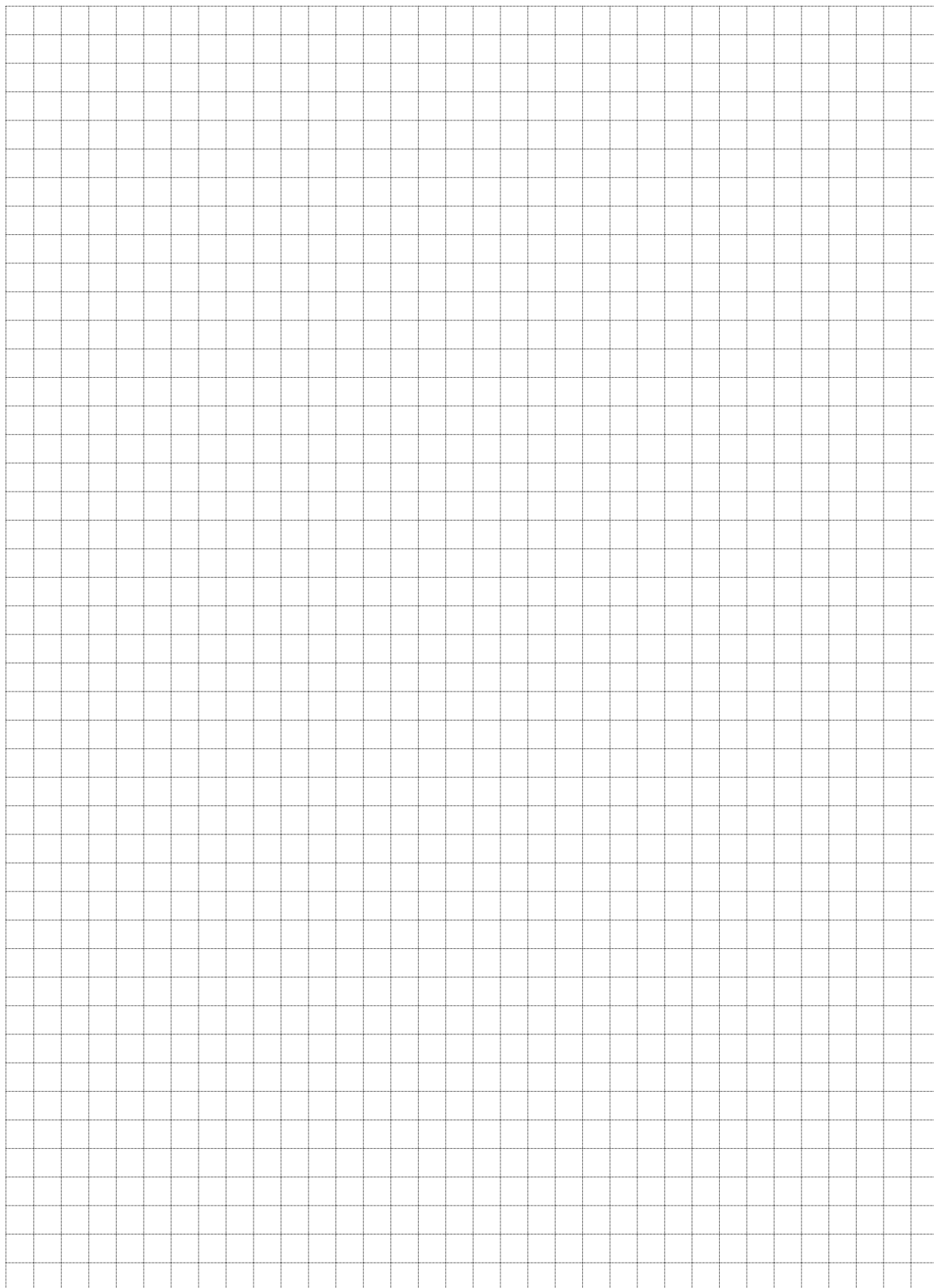
1. Donne la nature du mouvement de Usain Bolt.

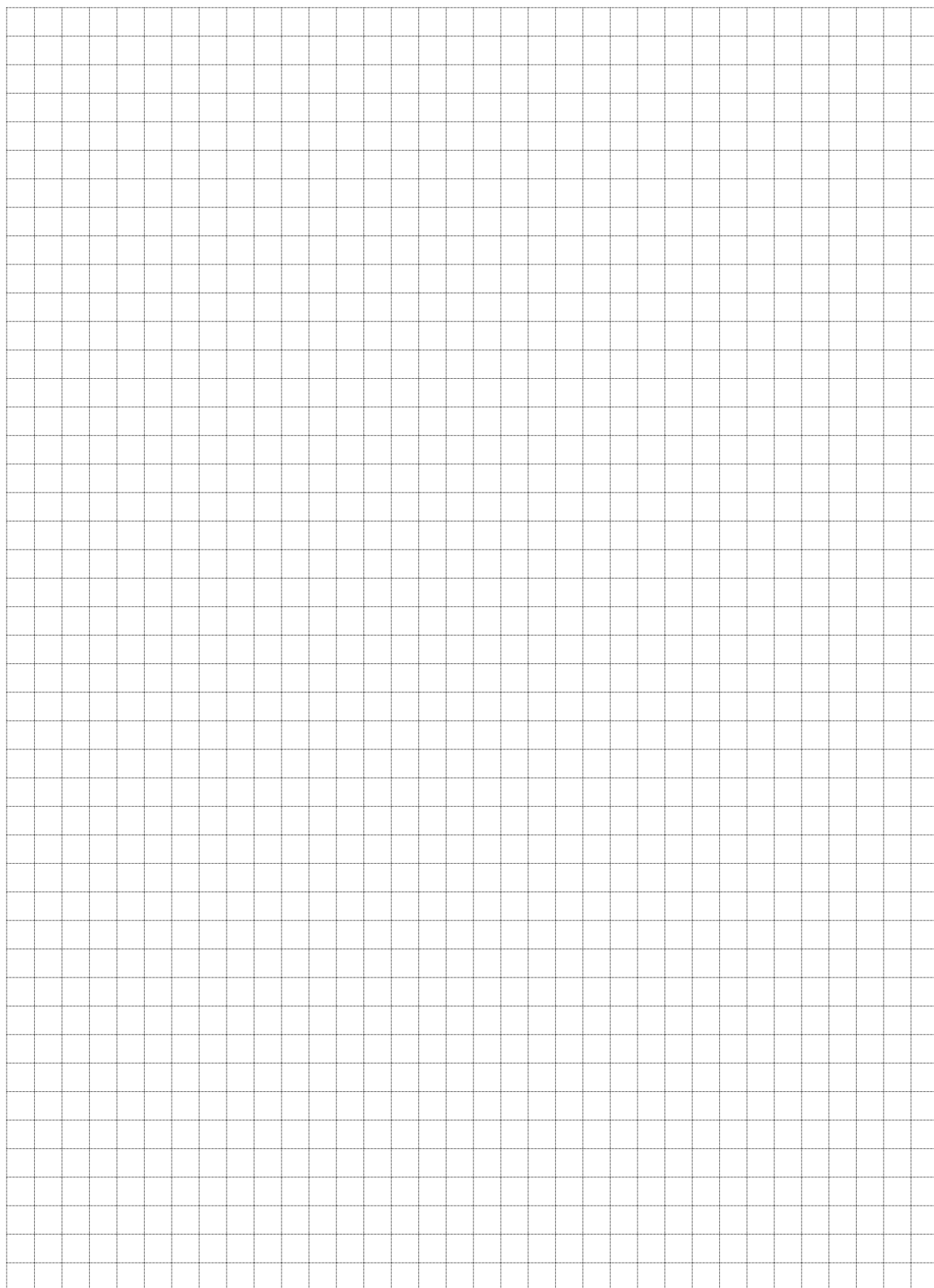
2. Détermine l'accélération du mouvement puis écris l'équation horaire du mouvement.
3. Détermine la distance parcourue par Usain Bolt juste en une seconde de son départ.
4. Calcule la vitesse de Usain Bolt à la date $t = 1 \text{ s}$ et sa vitesse à son arrivée.
5. Calcule la vitesse moyenne en m/s et en km/h de Usain Bolt entre les instants de son départ et de son arrivée.

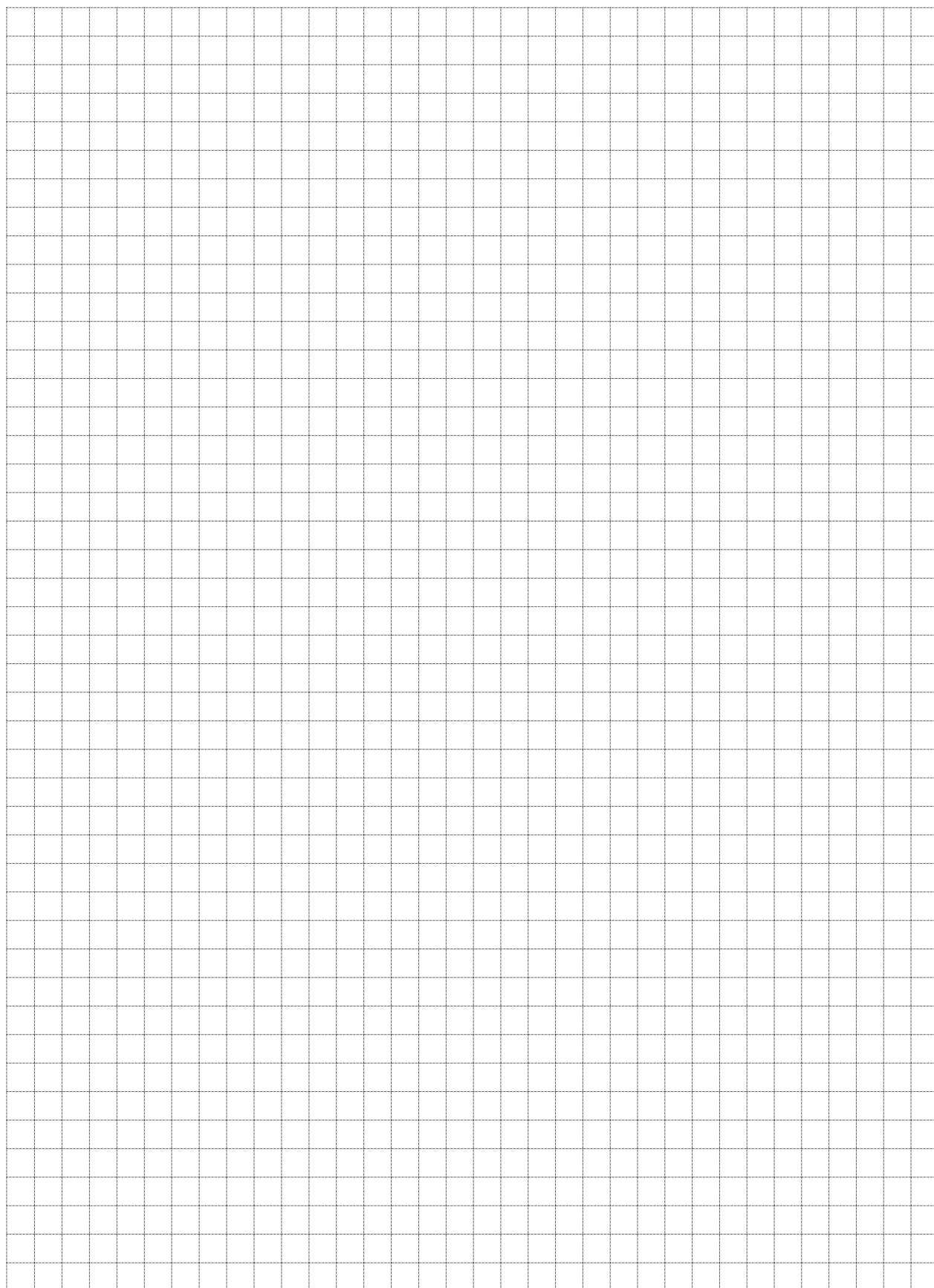
Correction

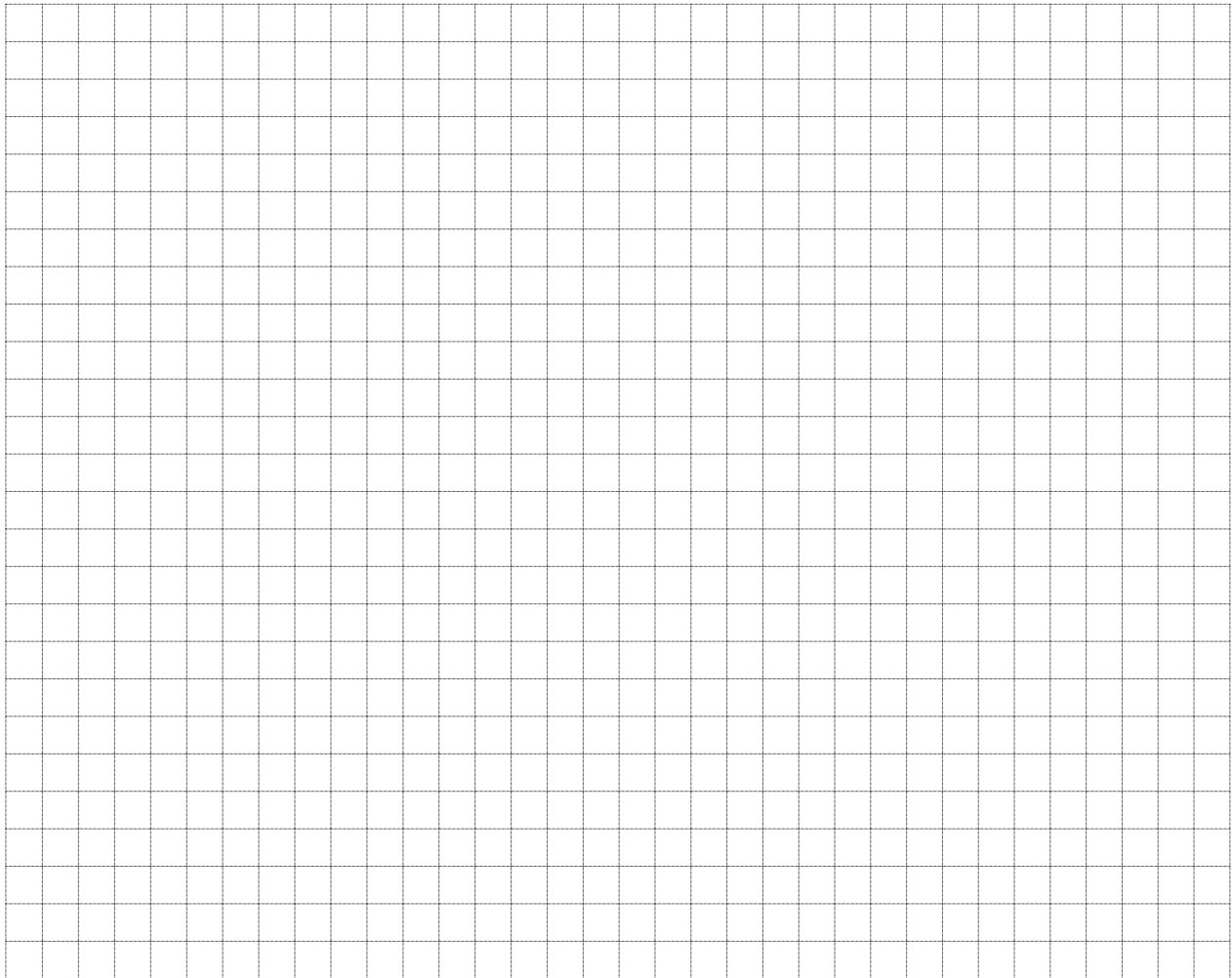










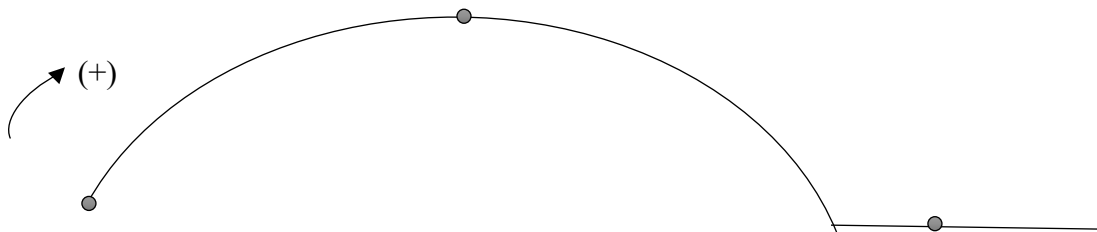


❖ Représentation du vecteur vitesse

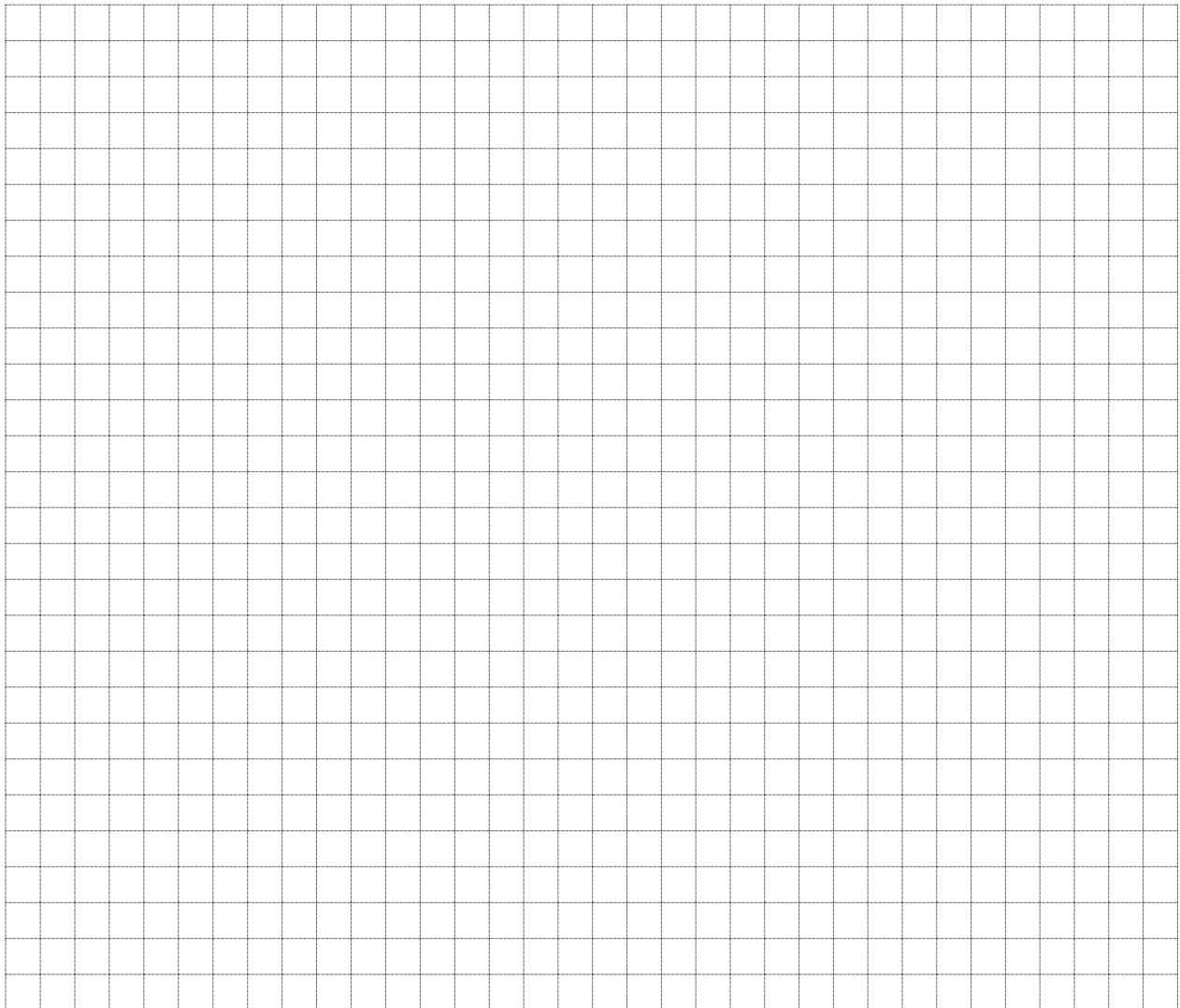
Le vecteur vitesse $\vec{v}$ en tout point de la trajectoire est tangent à la courbe de la trajectoire et dirigé dans le sens du mouvement. Pour la trajectoire rectiligne (droite), le vecteur vitesse $\vec{v}$ est suivant la droite et dirigé dans le sens du mouvement.

Exercice d'application

On considère la trajectoire curviligne ci-dessous. Représente les vecteurs vitesses $\vec{v}_M$, $\vec{v}_N$ et $\vec{v}_P$ respectivement aux points M , N et P .



Correction



Notions sur la dynamique

❖ La dynamique est la partie de la physique qui étudie les mouvements des corps en tenant compte de leurs causes (forces).

❖ Théorème du centre d'inertie ou 2^{ème} loi de Newton

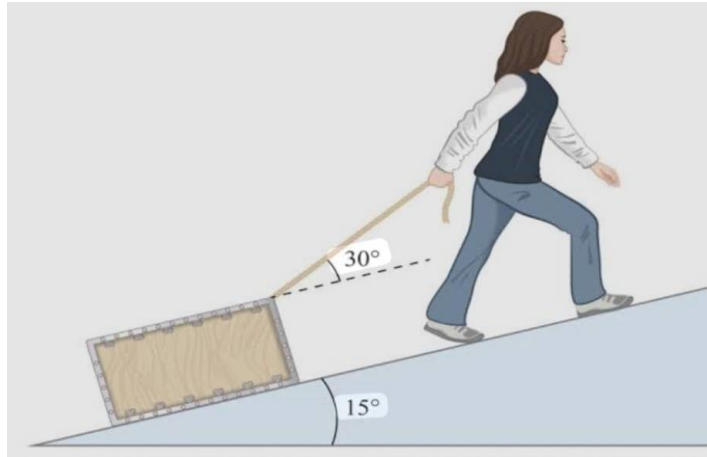
La somme vectorielle de toutes les forces extérieures (forces appliquées) à système (un corps ou un ensemble de corps considérés comme un seul corps) est égale au produit de la masse de ce système par son vecteur accélération : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$.

Remarque : On applique généralement la 2^{ème} loi de Newton pour déterminer l'accélération ou l'intensité d'une force.

N.B : Chaque corps en contact avec le système à étudier exerce une force sur ce système. Chaque système est soumis à un son poids.

Le nombre total de forces exercées sur un système est égal au nombre total des forces exercées par les corps en contact avec ce système plus le poids du système.

Considérons Oumou en train de tirer un solide avec un fil sur un plan incliné comme l'indique la figure ci-dessous.



Le système (solide) est en contact avec trois corps : le support incliné, le fil et l'air.

Le système est donc soumis à 4 forces : la réaction du plan $\vec{R}$, la tension du fil $\vec{T}$, la réaction de l'air $\vec{R}_{air}$ et le poids du solide $\vec{P}$. La réaction de l'air $\vec{R}_{air}$ est négligeable par rapport aux autres forces appliquées donc la 2^{ème} loi de Newton pour ce système s'écrit : $\vec{R} + \vec{T} + \vec{P} = m \cdot \vec{a}$.

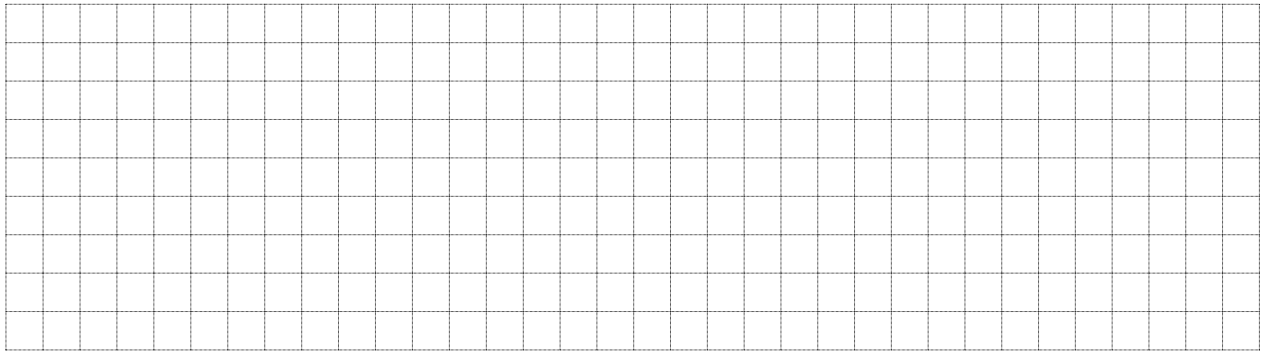
Exercice d'application

Ecris l'expression de la 2^{ème} loi de Newton dans chacun des cas suivants.

1. Le professeur entrain de marcher.
2. Un caillou abandonné à une altitude h du sol.
3. Un morceau de papier abandonné à une altitude h du sol.

Correction

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, equal-sized squares formed by thin, light gray lines. There are 20 columns and 20 rows of these squares, creating a total of 400 square units. The margins are consistent on all sides, and there are no markings, text, or drawings on the paper.



Situation problème : Un soldat a pour mission de détruire une cible à l'aide de son canon. Quelles sont les précautions que ce soldat doit prendre pour atteindre la cible ?

Activité 1 : Définition du projectile

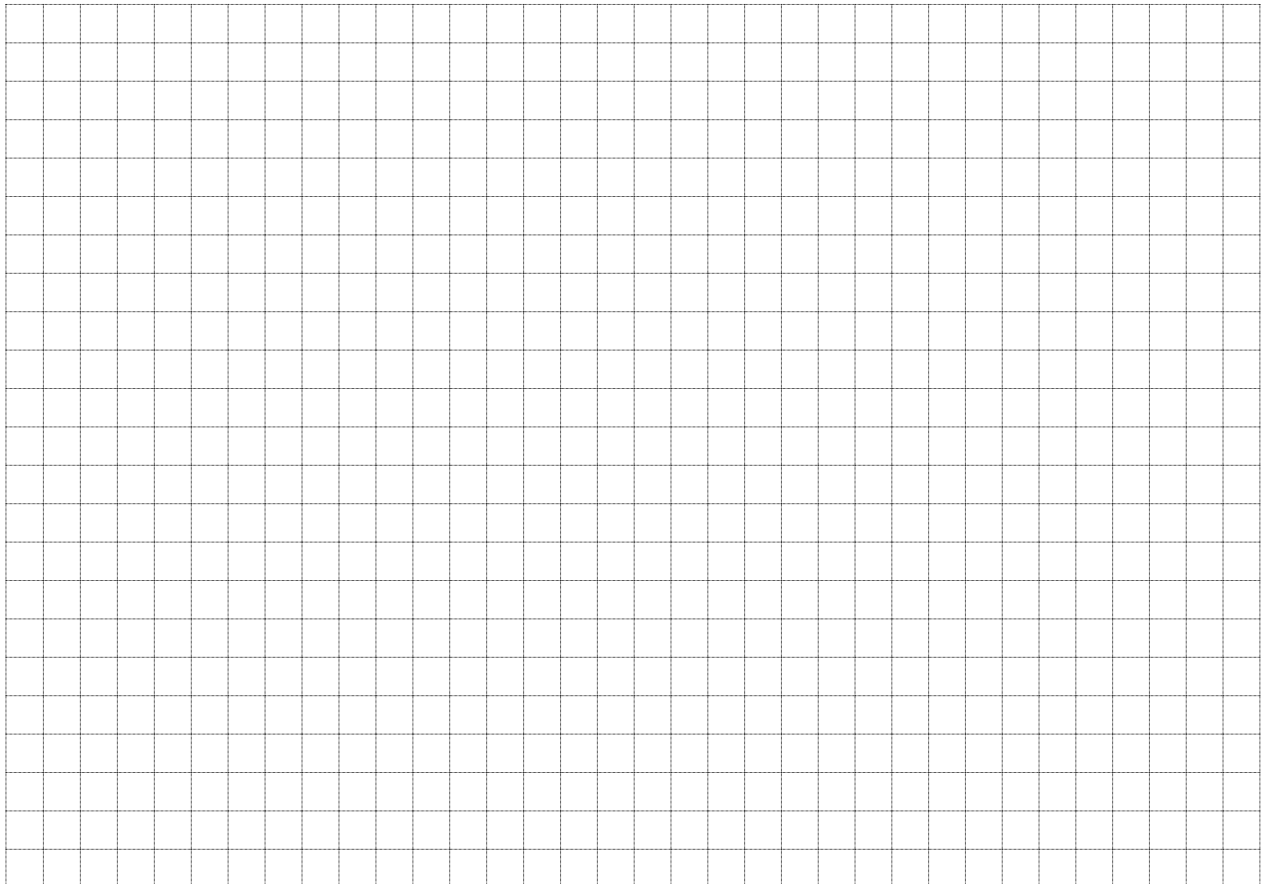
Un caillou projeté par le pneu d'un camion vers l'arrière ; une fléchette sortant de l'extrémité du canon d'un pistolet ; une balle frappée avec une raquette ; une boule métallique lancée par un athlète...

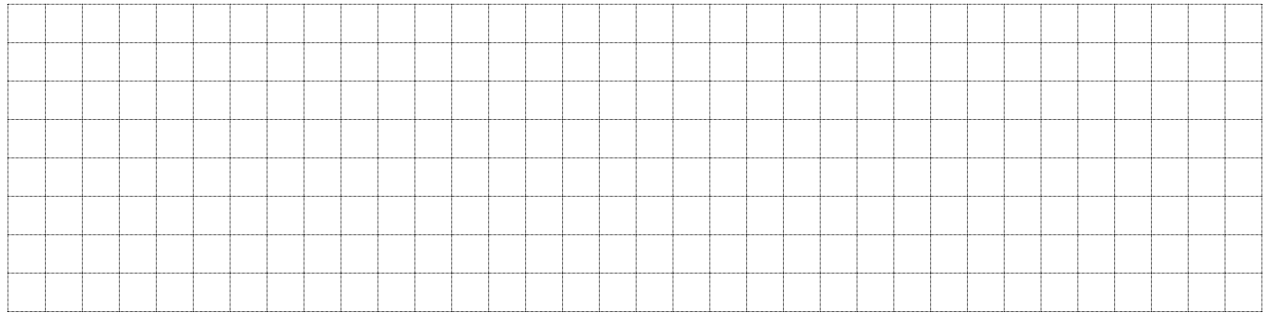
Au cours de leur mouvement, ces objets sont soumis pratiquement à la seule action de leurs poids ; ils sont en chute libre.

➤ Consigne : (2 min)

Définis un projectile et donne trois exemples de projectiles.

➤ Synthèse partielle :





Activité 2 : Etude du mouvement

Activité 2-1 : Schéma

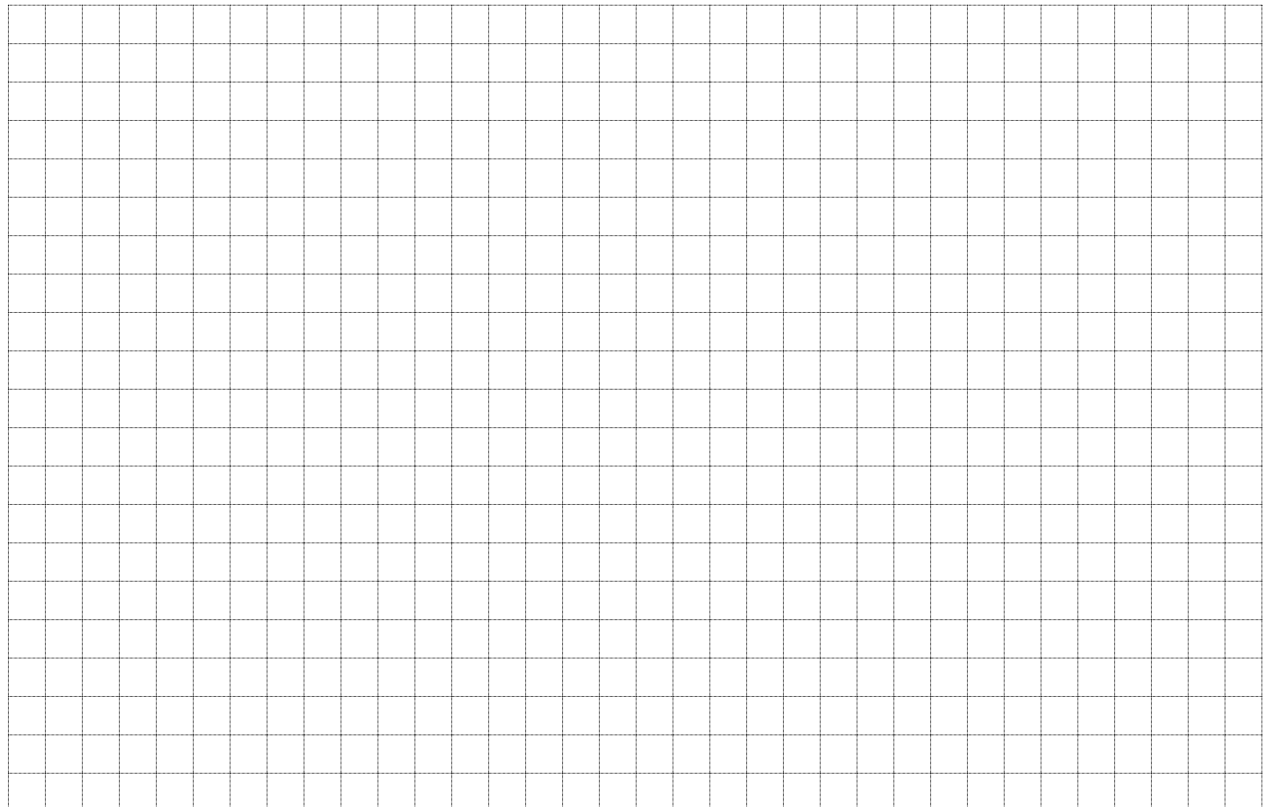
On considère le mouvement du centre d'inertie G d'un projectile (un caillou) dans le champ de pesanteur supposé uniforme, par rapport au référentiel terrestre supposé galiléen.

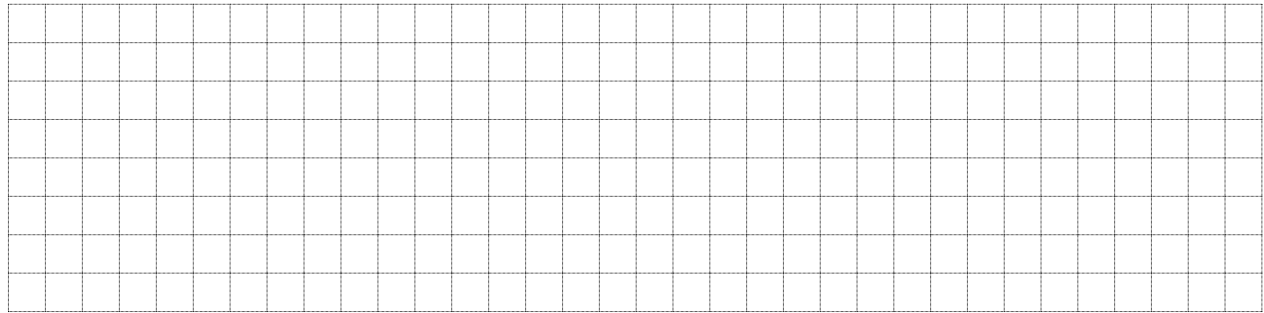
➤ Consigne : (6 min)

Lance le caillou suivant une direction inclinée vers le haut à partir du sol. Sur une feuille trace l'allure de la trajectoire.

Marque O , le point de départ du caillou puis les axes OX (horizontal) et OY (vertical) dirigés suivant le mouvement du caillou. Complète le schéma en traçant le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ au point O , l'angle α formé entre l'axe OX et $\vec{v}_0$, le vecteur champ de pesanteur $\vec{g}$ et le poids $\vec{P}$ du projectile en un point de la trajectoire. Place le point P où le projectile tombe au sol suivant l'axe OX et le point S sommet de la trajectoire.

➤ Synthèse partielle :





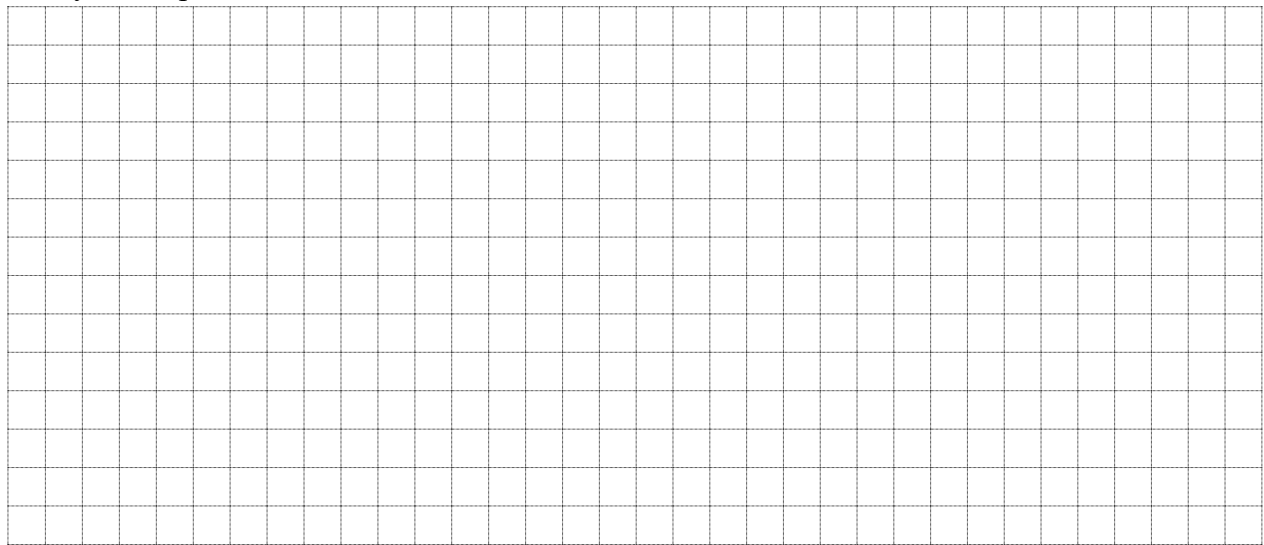
Activité 2-2 : Etude dynamique (détermination de l'accélération)

La résistance de l'air est négligeable.

➤ Consigne :

Détermine l'accélération du mouvement en appliquant la 2^{ème} loi de Newton.

➤ Synthèse partielle :



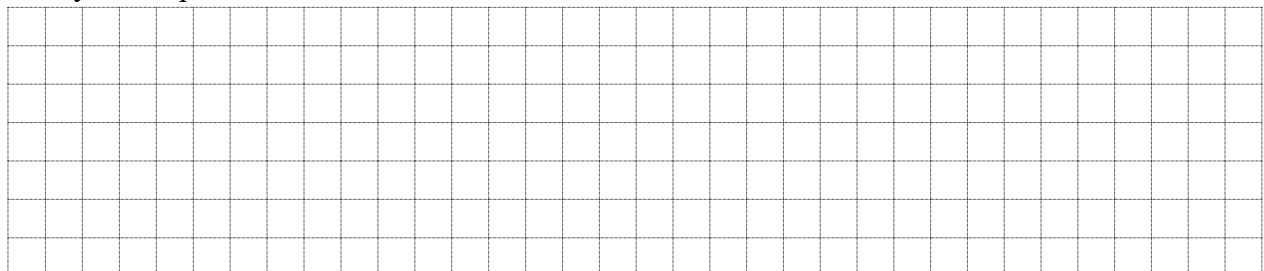
Activité 2-3 : Etude cinématique (équations horaires et équation cartésienne du mouvement)

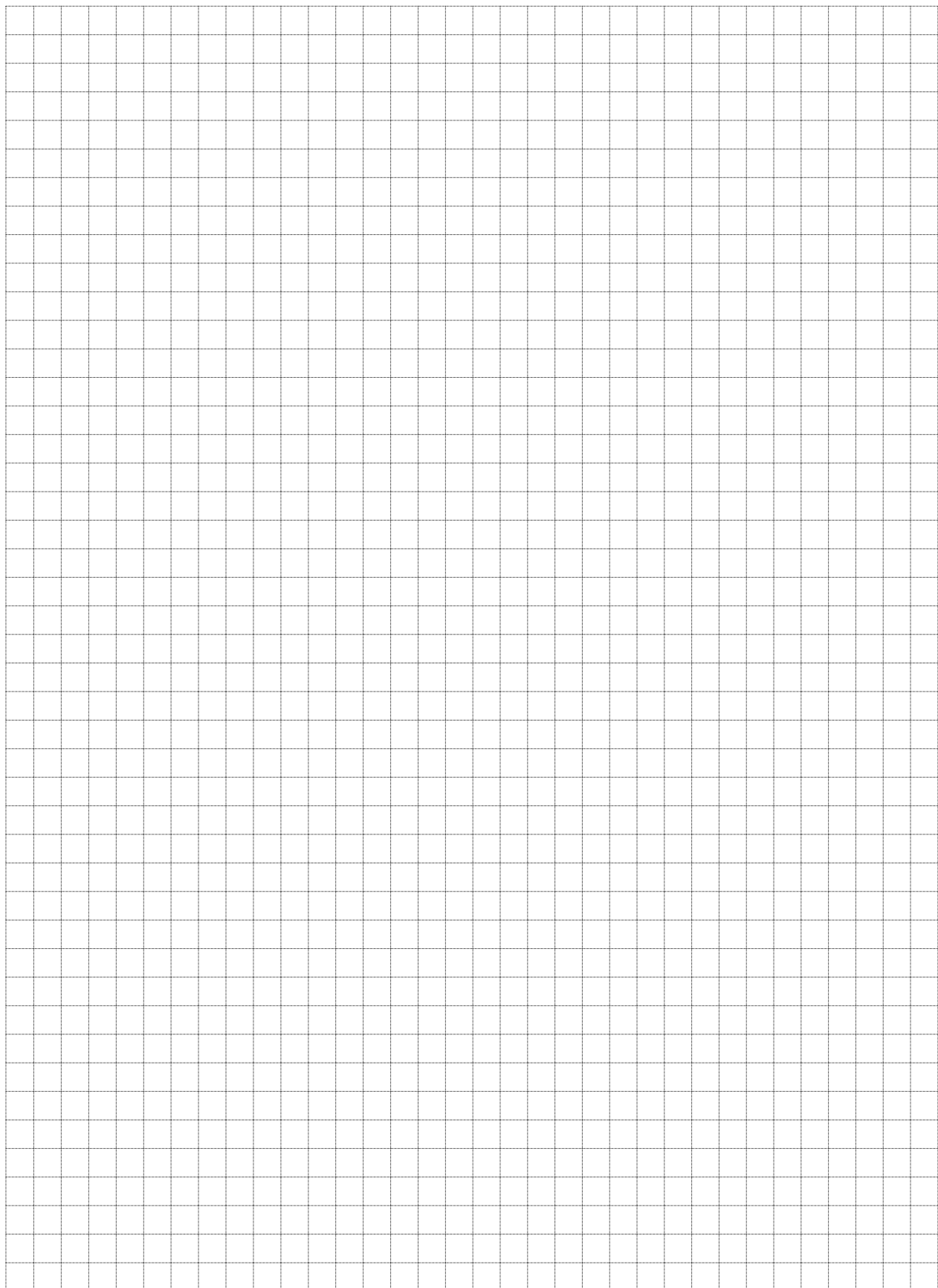
L'origine des dates ($t = 0$) est le moment de lancement du projectile.

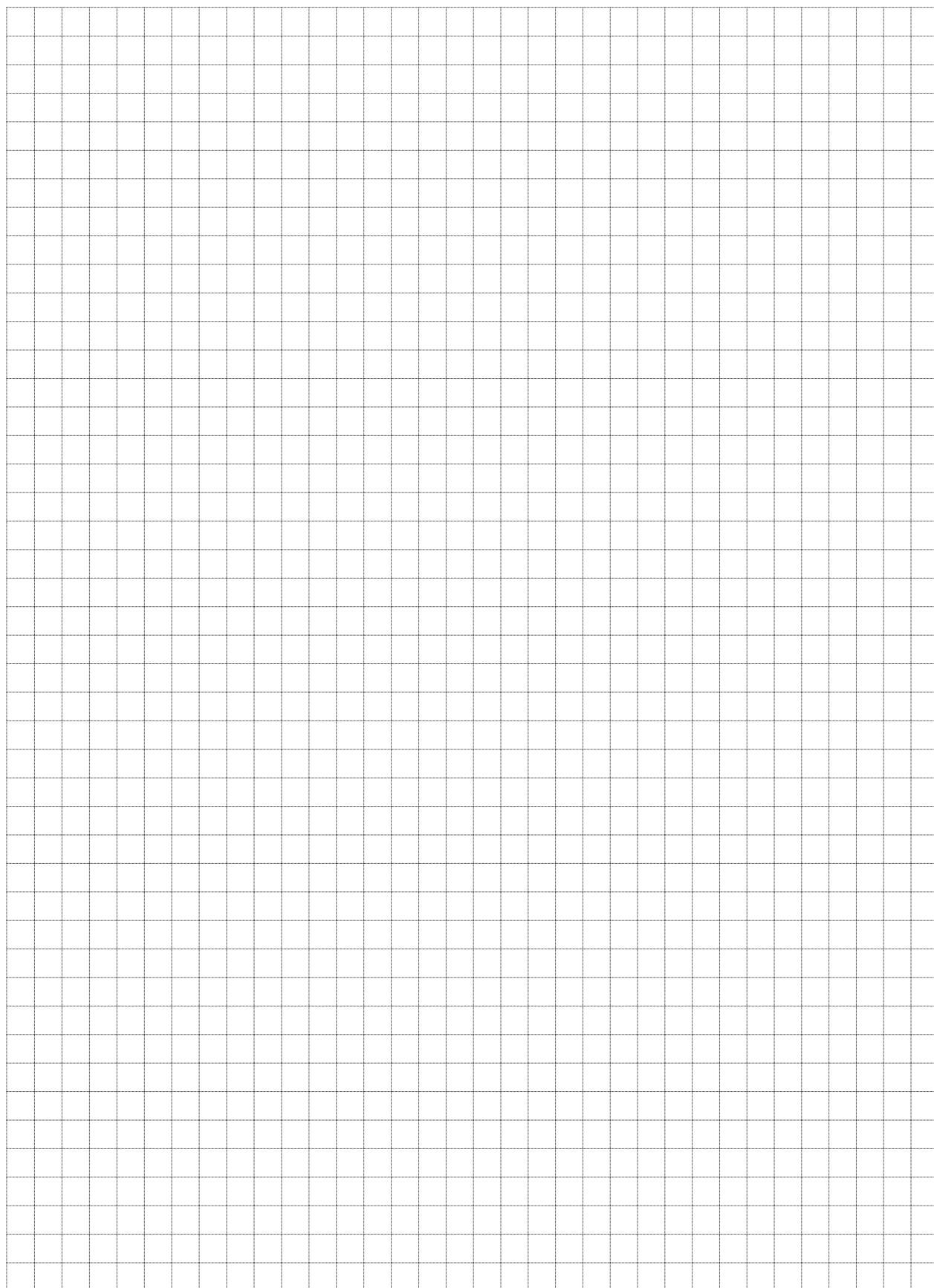
➤ Consigne : (10 min)

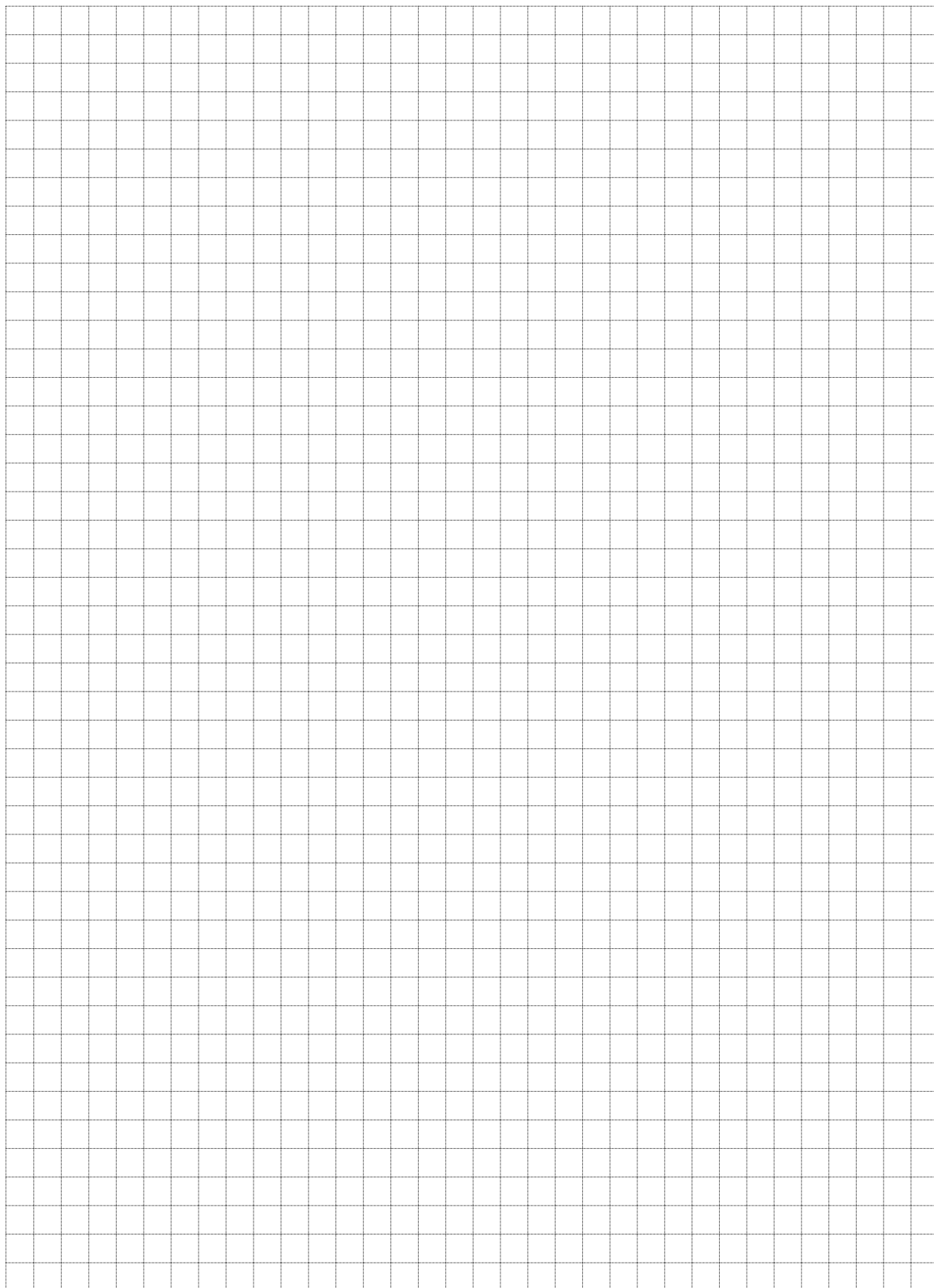
1. Donne les coordonnées : du point O de lancement du projectile ; de la vitesse de lancement $\vec{v}_0$ en fonction de α ; du vecteur accélération $\vec{a}$. En déduis les équations horaires (paramétriques) du mouvement.
2. Etablis l'équation cartésienne du mouvement en éliminant le temps t entre les équations horaires. En déduis sa nature.

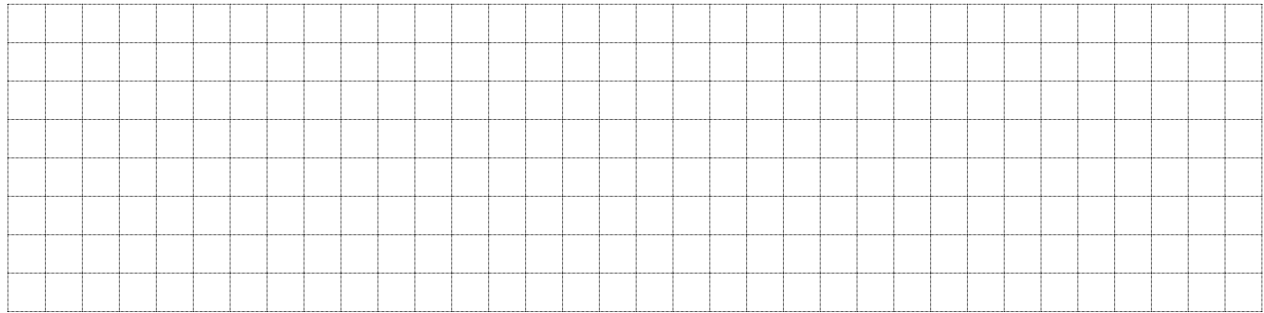
➤ Synthèse partielle :











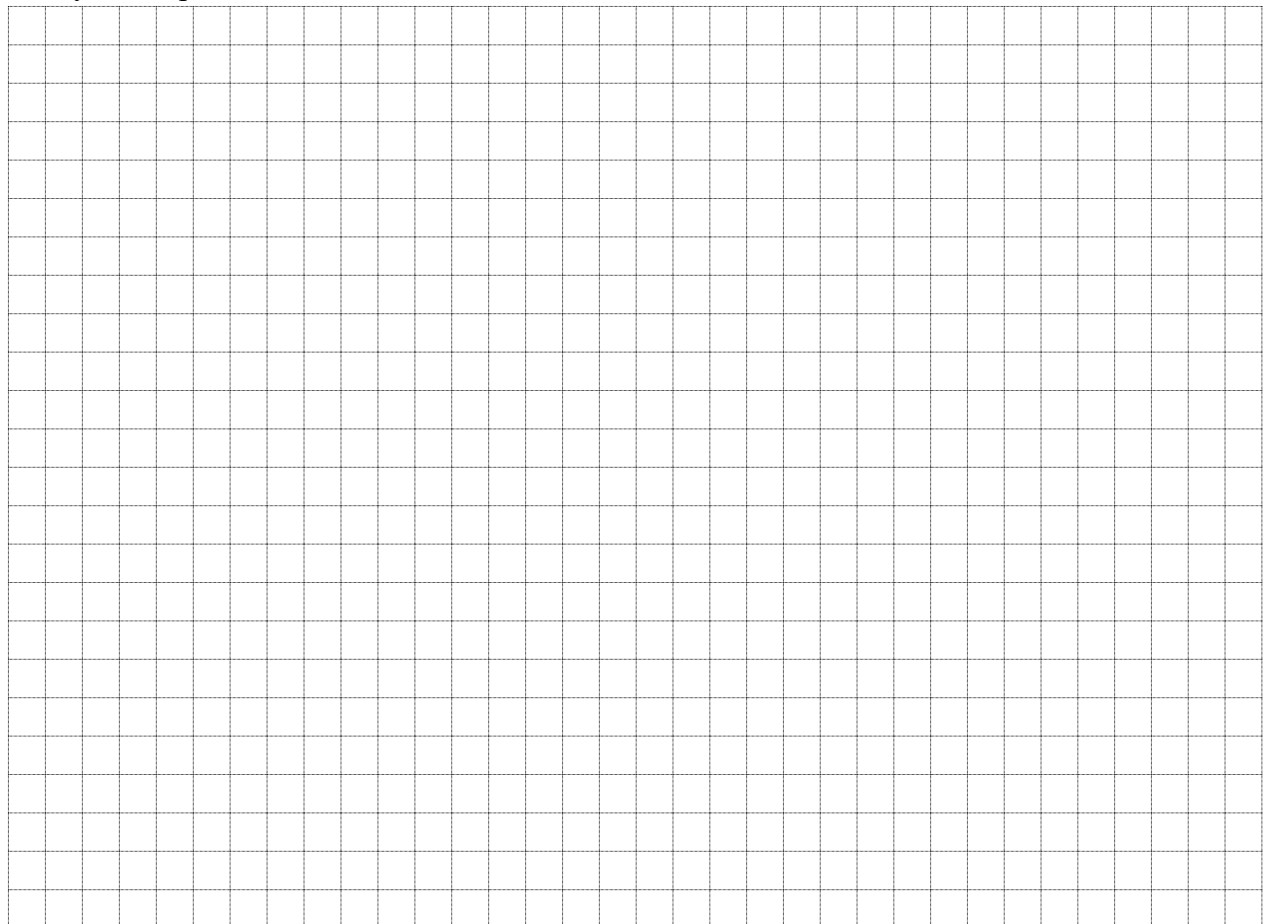
Activité 3 : Caractéristiques de la trajectoire (portée et flèche de tir)

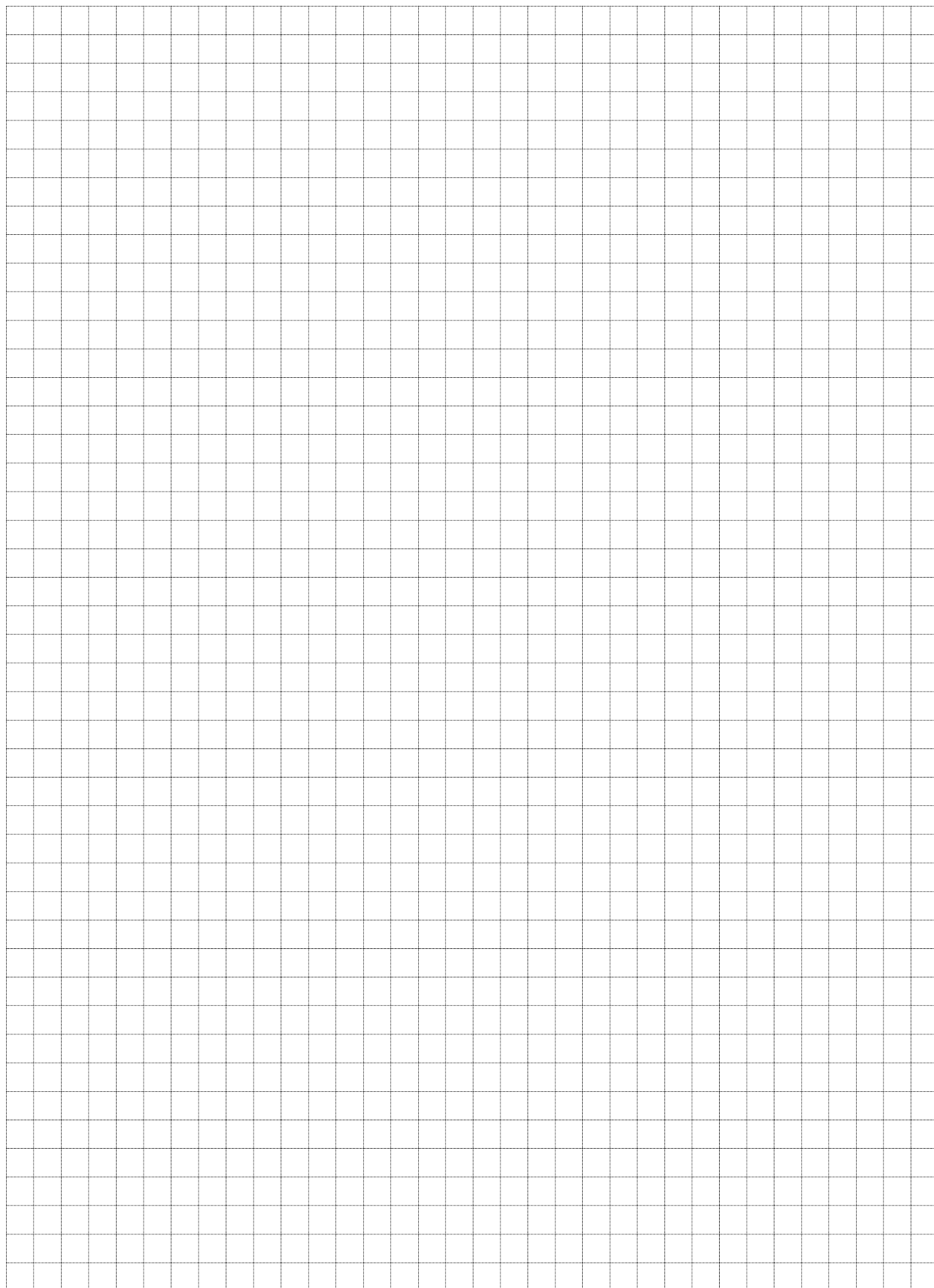
L'abscisse du point P est la portée de tir et l'ordonnée du point S est la flèche de tir.

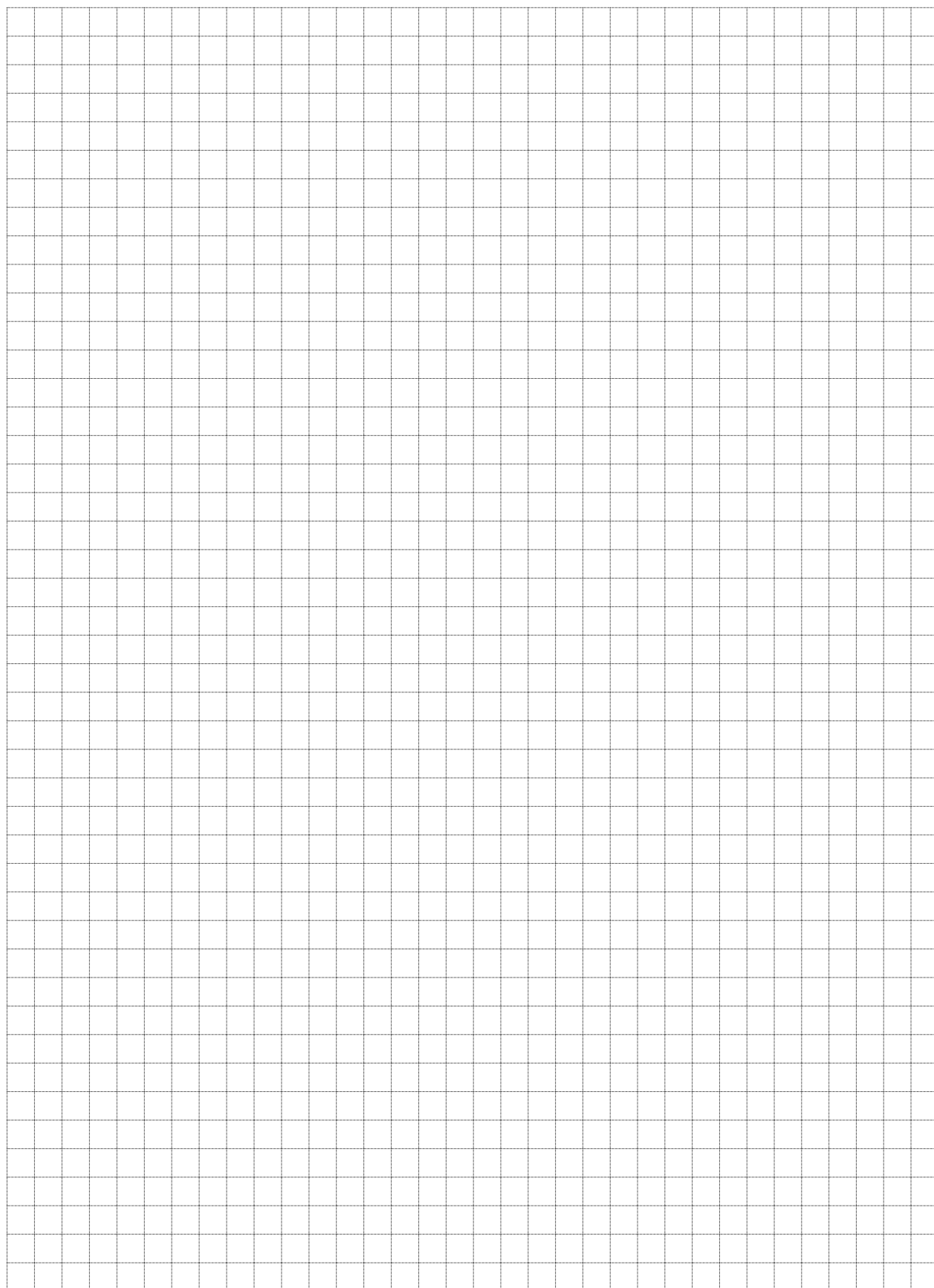
➤ Consigne : (15 min)

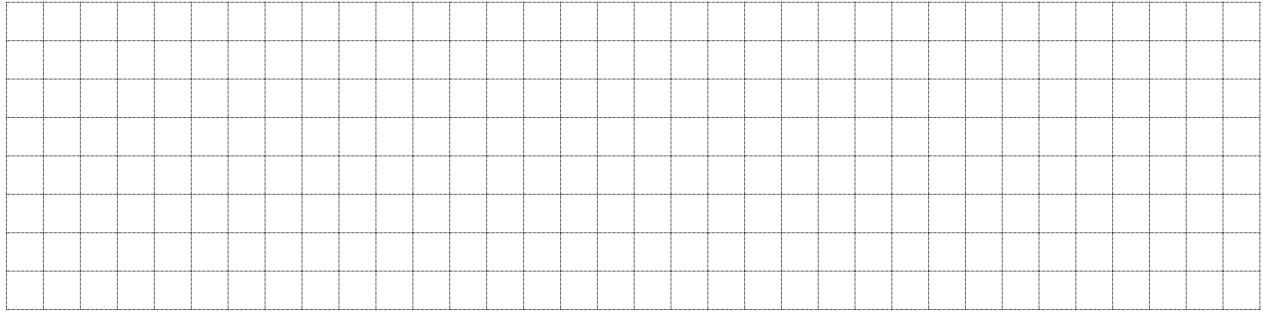
1. Définis la portée de tir. Donne l'ordonnée du point P , en déduis l'expression de la portée en utilisant soit les équations horaires soit l'équation cartésienne. Détermine la valeur de α pour laquelle la portée est maximale (v_o et g étant constantes).
2. Définis la flèche de tir. Au sommet S , on remarque que le projectile change de sens suivant l'axe OY . Donne la composante de la vitesse suivant l'axe OY , en déduis l'expression de la flèche en utilisant les équations horaires. Détermine la valeur de α pour laquelle la flèche est maximale (v_o et g étant constantes).

➤ Synthèse partielle :









Activité 4 : Angles de tir, parabole de sûreté

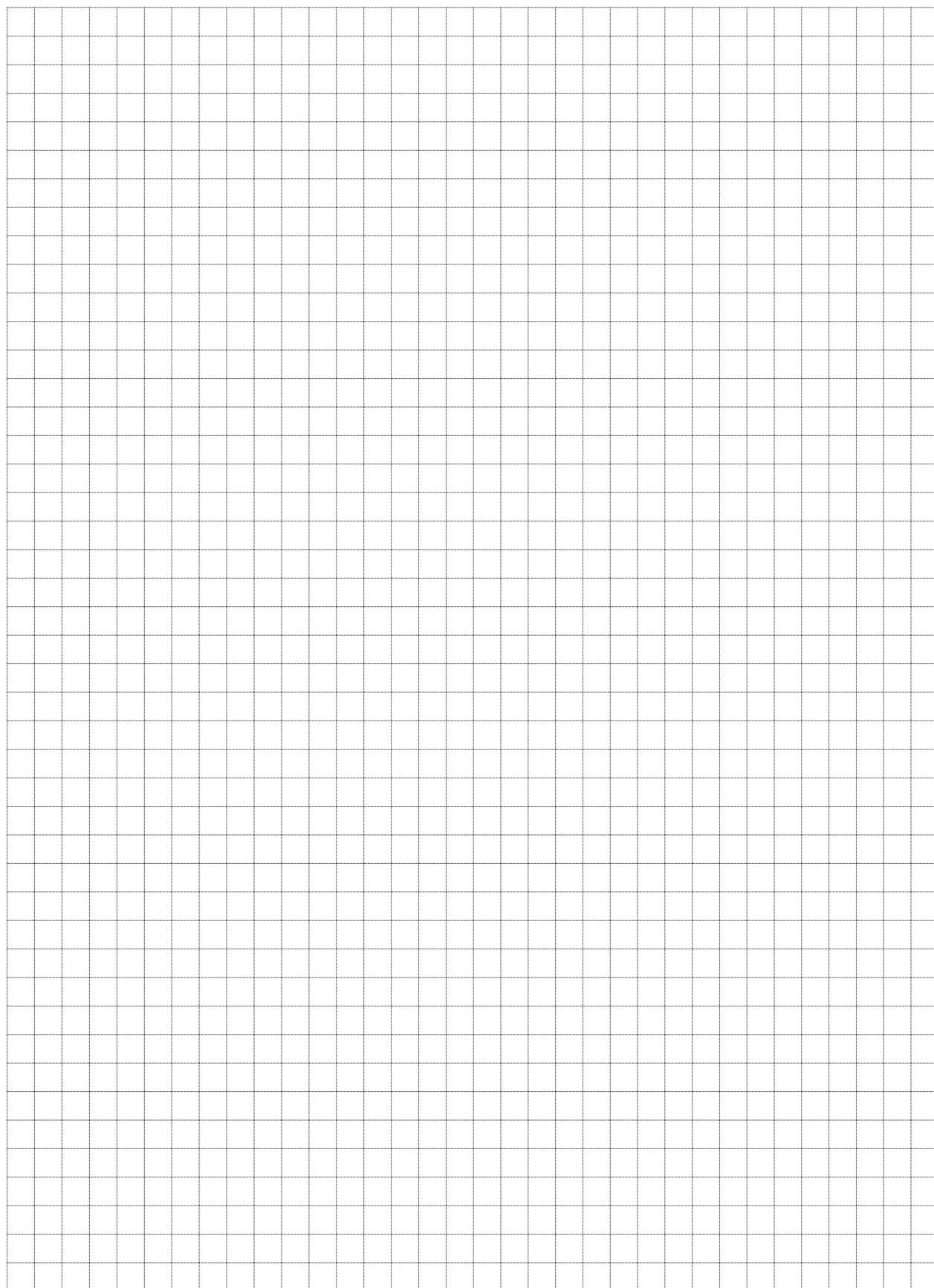
On place un objet à la verticale du point S de hauteur plus grande que l'ordonnée de S .

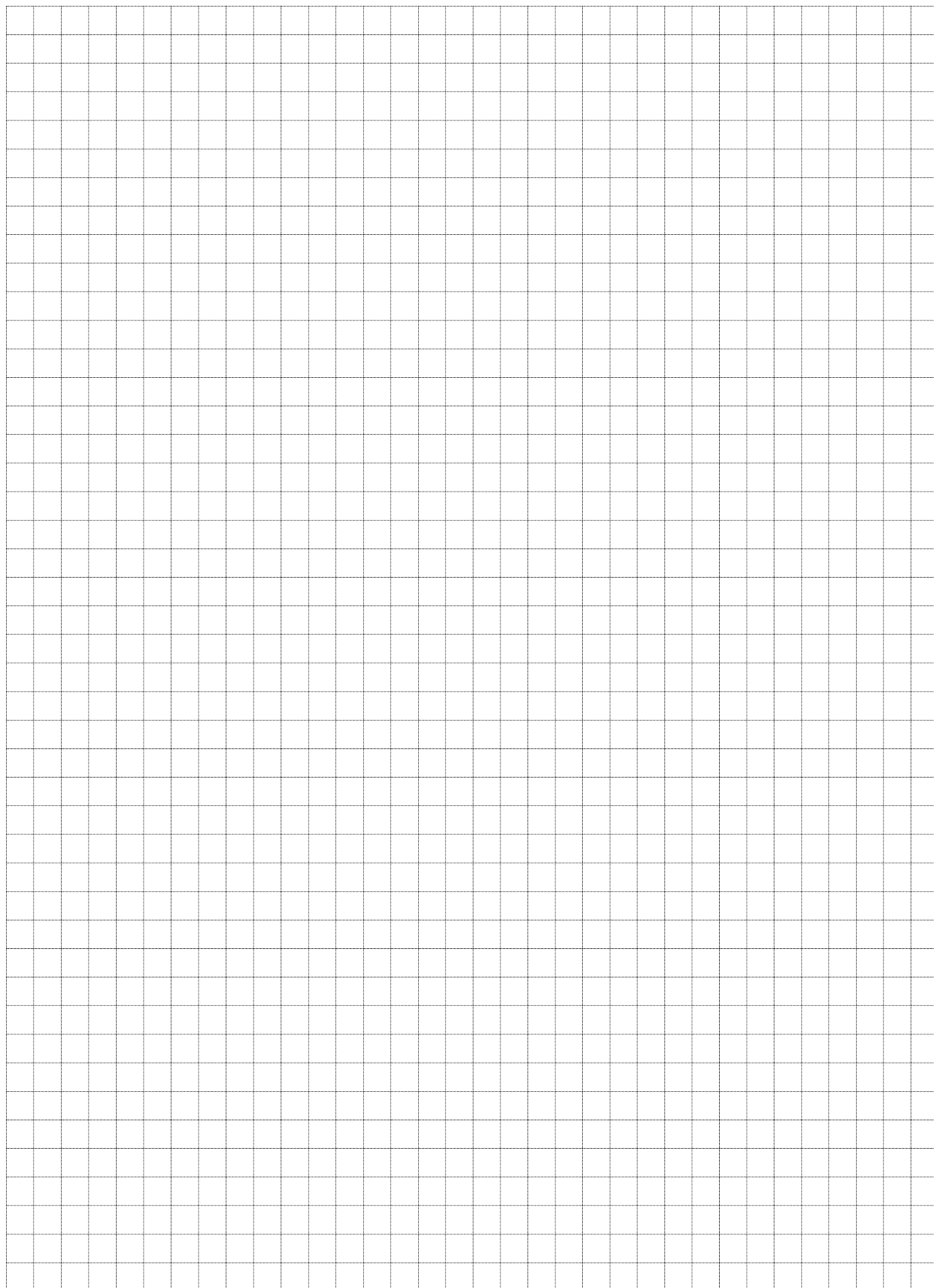
➤ Consigne : (3 min)

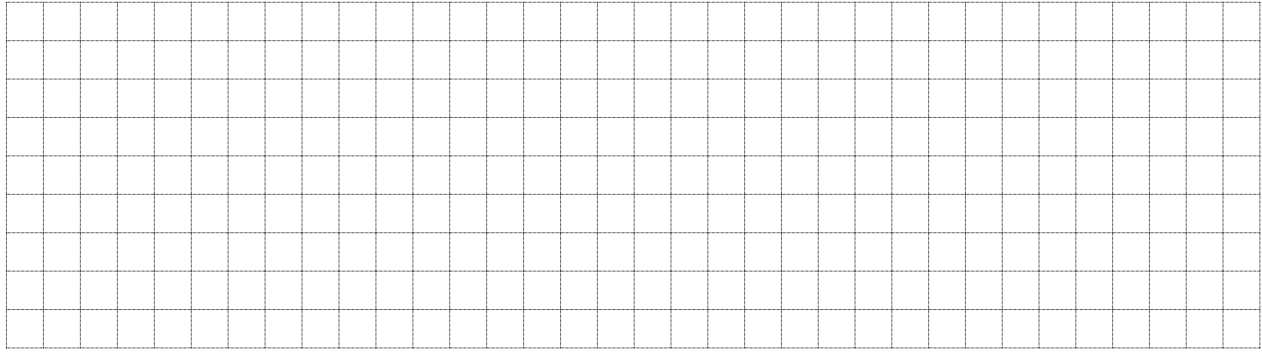
Peut-on atteindre le point P avec les mêmes valeurs de v_o et α ? Si non comment doit-on choisir la nouvelle valeur α' pour la même valeur de v_o ?

➤ Synthèse partielle :









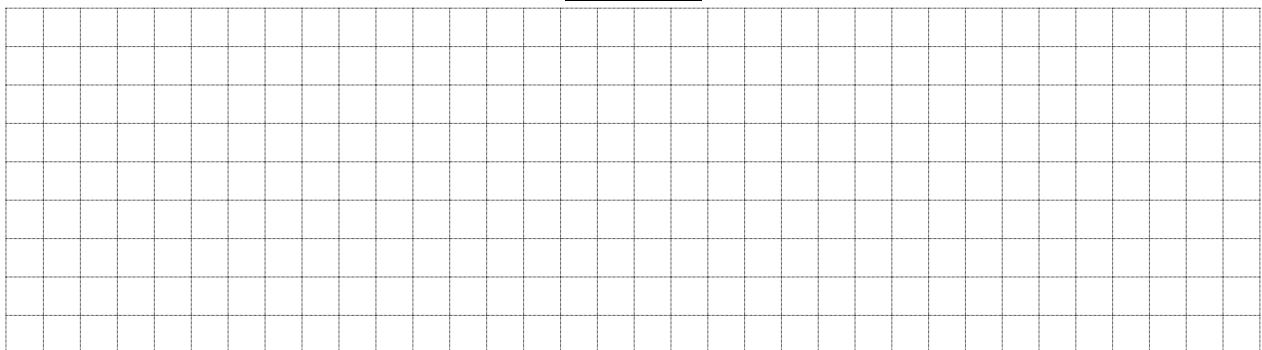
Evaluation formative 2

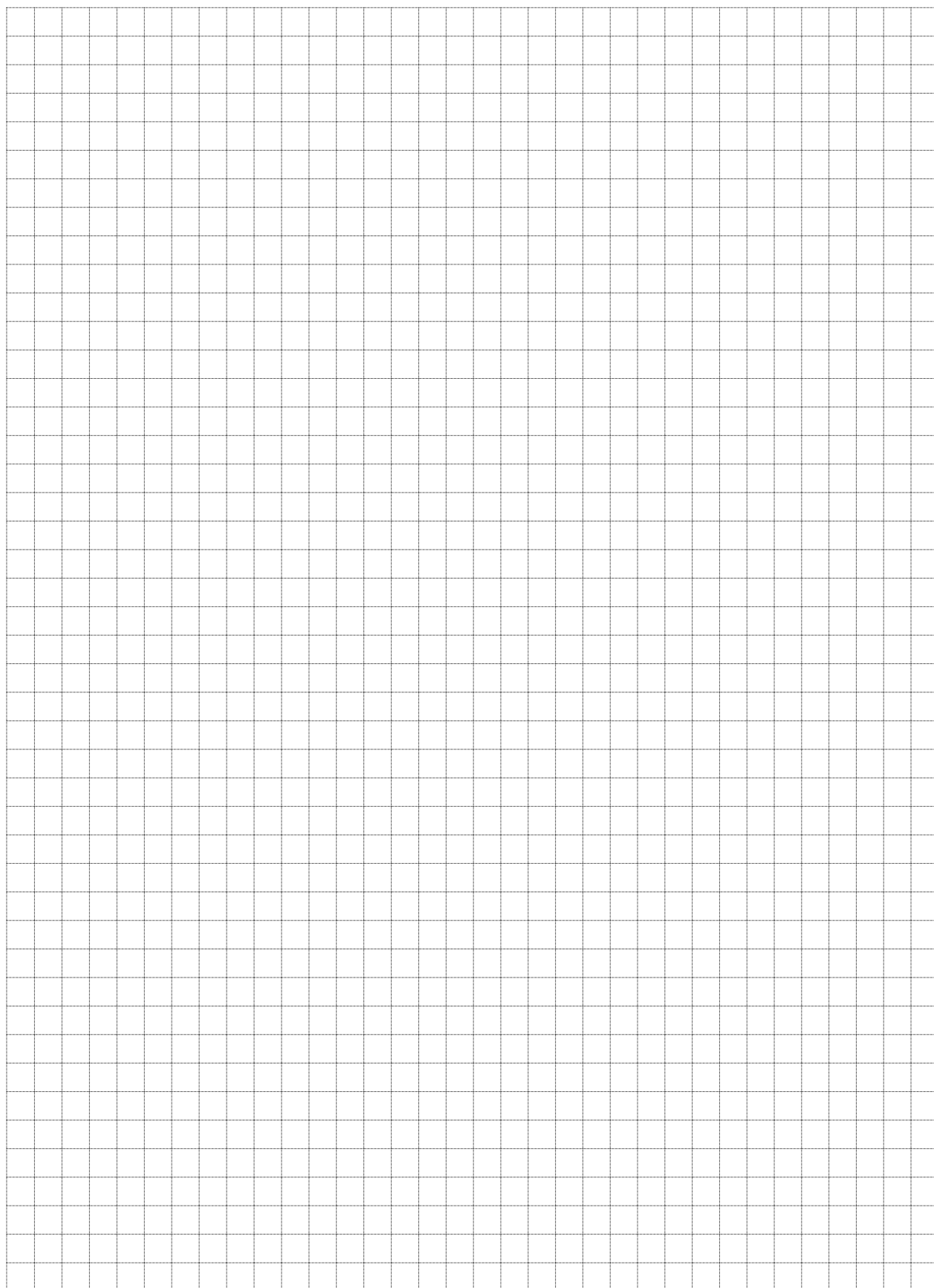
Un dispositif permet de lancer une bille à la vitesse $v_o = 16 \text{ m.s}^{-1}$. La bille part d'un point O, vers le haut, suivant une direction faisant l'angle α avec la verticale. $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

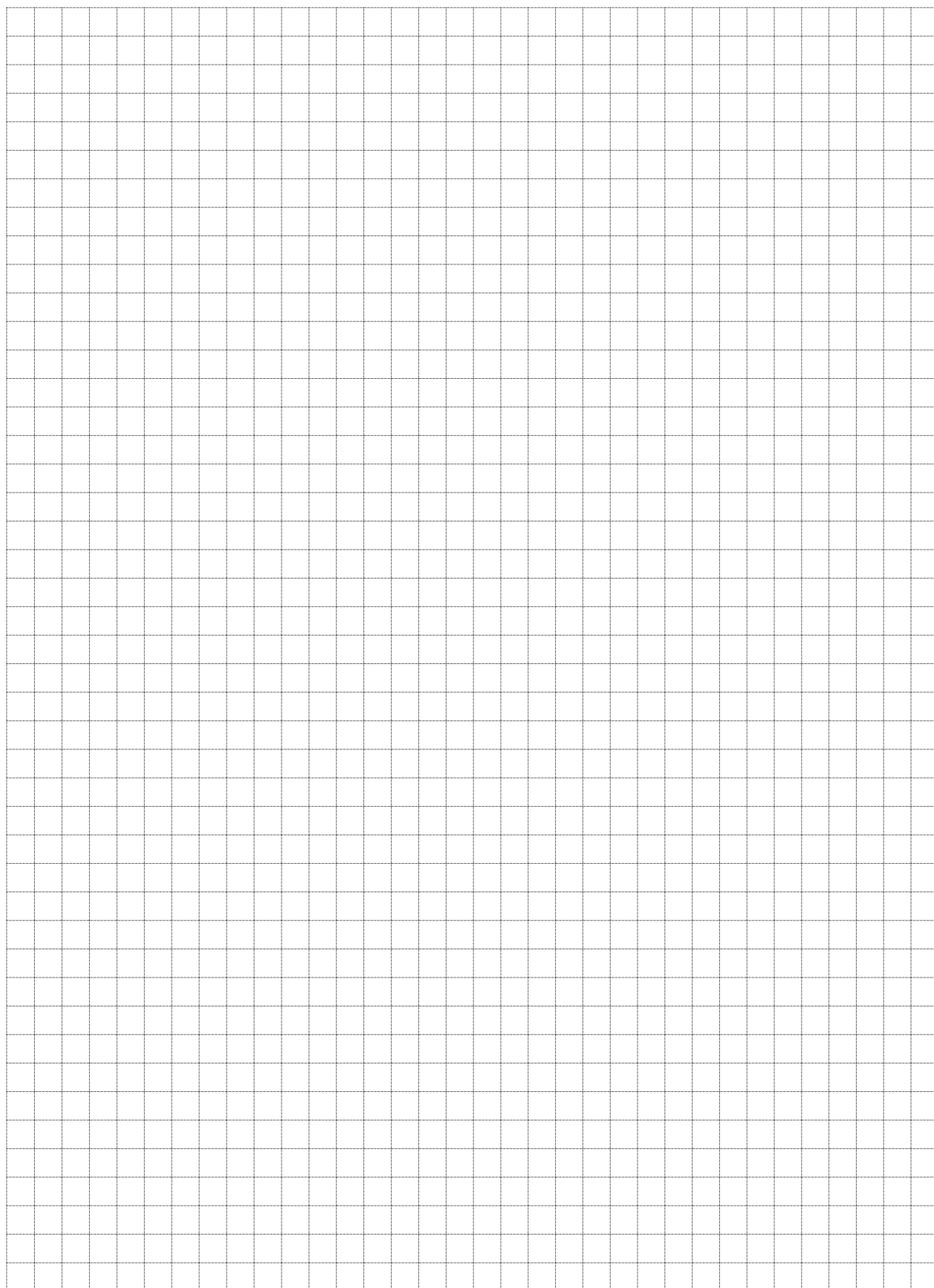


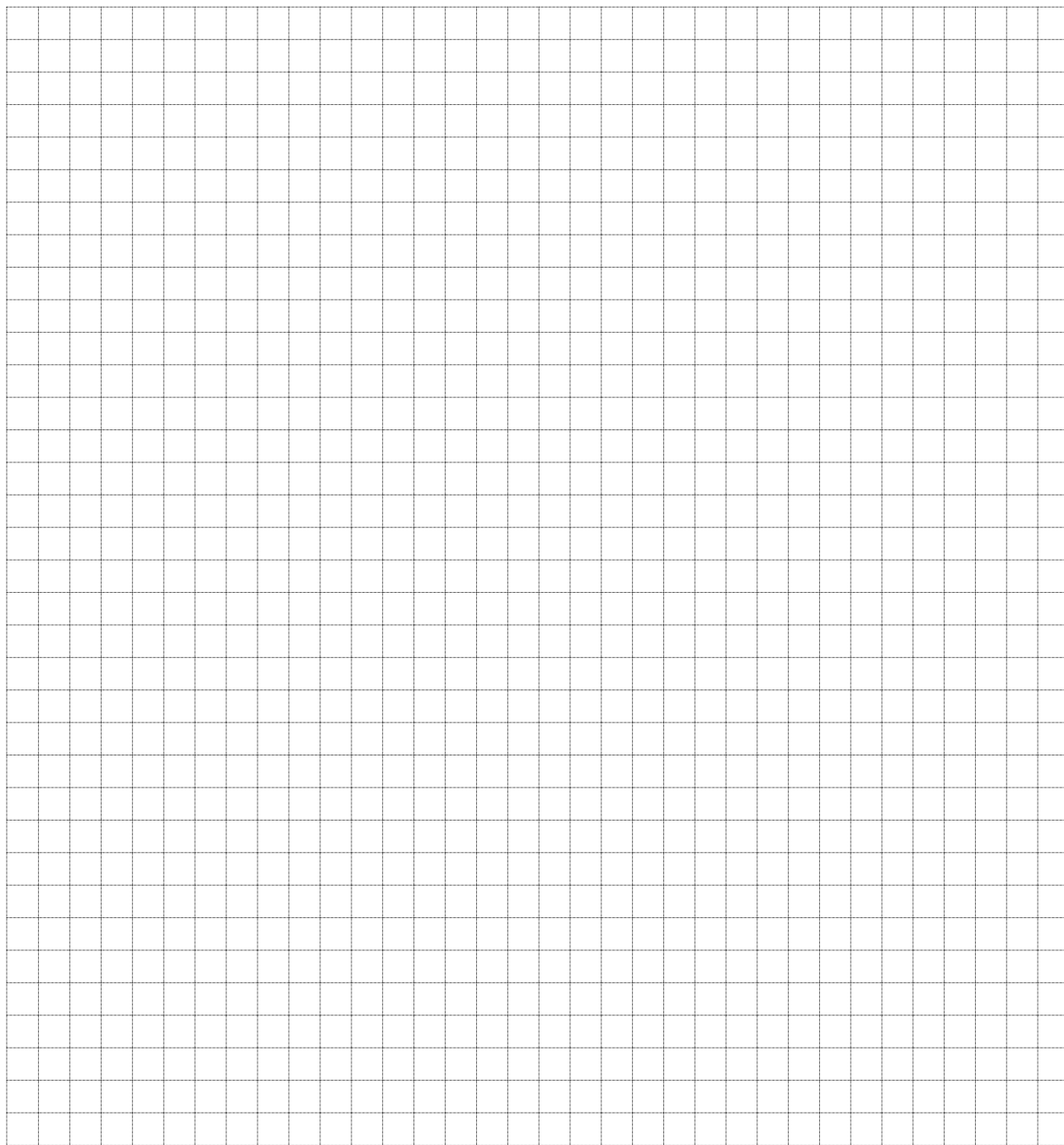
1. Montre que la trajectoire de la bille est plane.
2. Établis l'équation de la trajectoire et donne sa nature.
3. Pendant combien de temps la bille s'élève-t-elle avant de descendre ? Détermine sa vitesse à la fin de cette phase ascendante. Application numérique : $\alpha = 50^\circ$.
4. Détermine l'altitude maximale atteinte par la bille, comptée à partir de son point de départ.
5. La bille tombe sur l'axe OX en P . Détermine la distance OP et la vitesse au point P . Pour quelle valeur de α , OP est-elle maximale ? Donne alors sa valeur numérique.
6. Calcule la vitesse de la bille au point P .
7. Soit Q un point de l'axe OX d'abscisse $x_Q = 10 \text{ m}$. Détermine les angles de tir permettant d'atteindre Q .

Correction

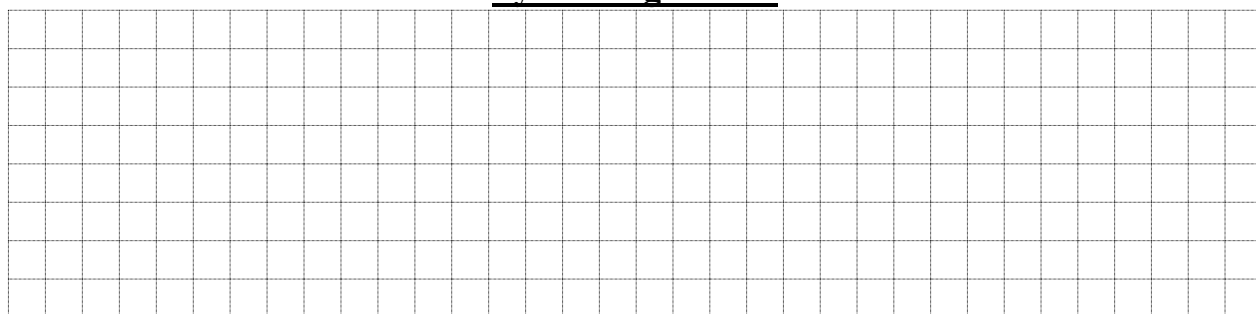


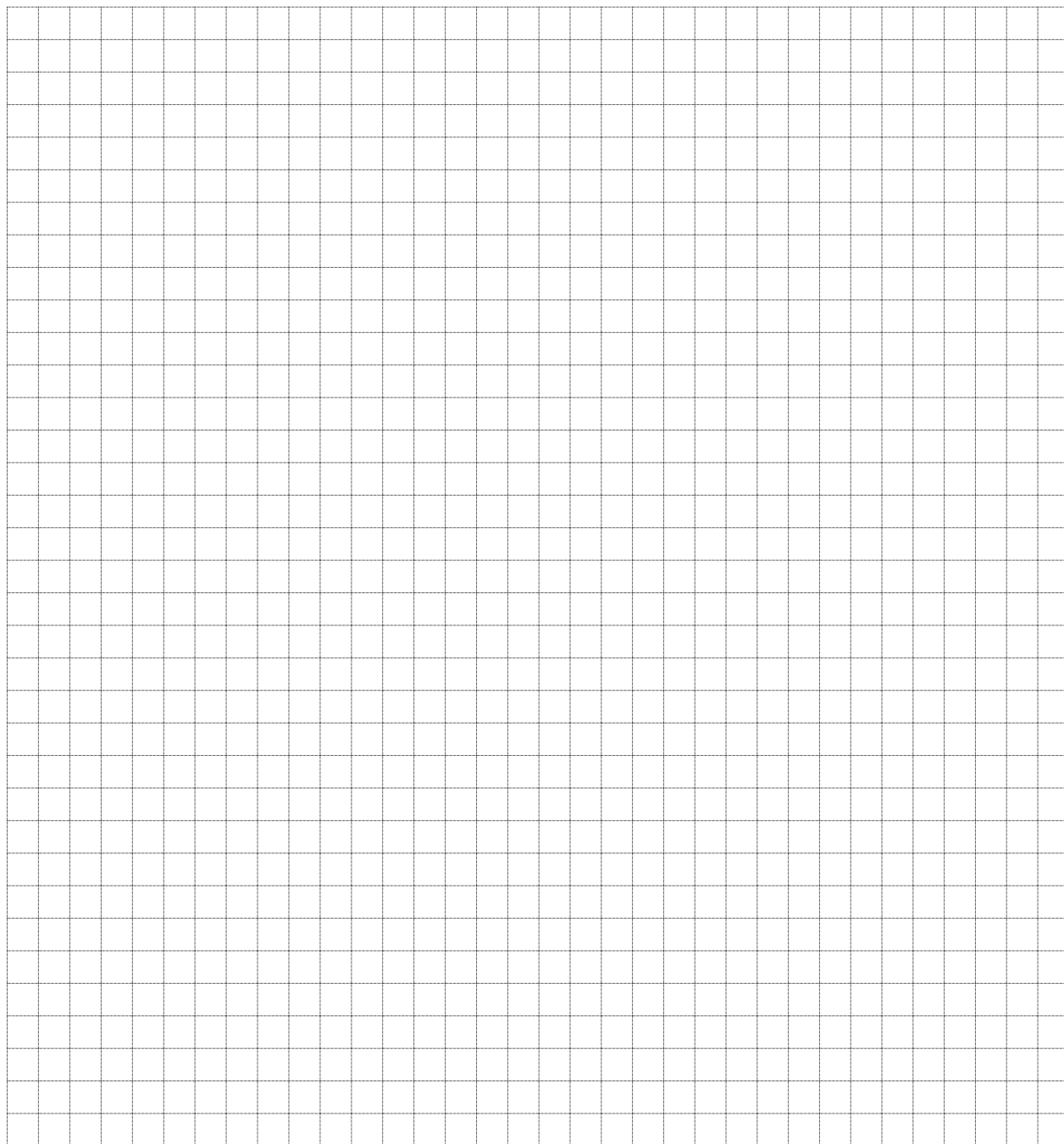






Synthèse générale





SÉQUENCE 2 : APPLICATION DU PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE AU MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP ÉLECTRIQUE UNIFORME

Notions indispensables

Notions électriques

- On obtient un champ électrostatique uniforme entre deux plaques métalliques planes, parallèles et séparées par un isolant.

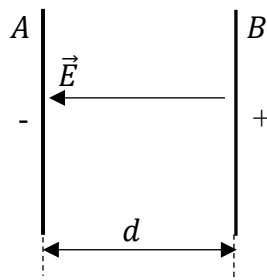
Le vecteur champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ est caractérisé par :

- son point d'application : tout point entre les deux plaques ;
- sa direction : perpendiculaire aux plaques ;
- son sens : dirigé de la plaque positive (potentiel positif) vers la plaque négative (potentiel négatif) ;
- son intensité : $E = \frac{U}{d}$

U est la valeur absolue de la tension qui règne entre les deux plaques (entre les deux potentiels), elle s'exprime en volt (V).

d est la distance entre les deux plaques, elle s'exprime en mètre (m).

E s'exprime en volt par mètre (V.m⁻¹) ou en Newton par coulomb (N.C⁻¹).



$$U = |U_{AB}|$$

$U_{AB} = V_A - V_B$; V_A et V_B ont des signes contraires. Le signe de U_{AB} est celui de V_A .

V_A et V_B sont les potentiels électriques respectivement aux points A et B

$V_A - V_B$ est la différence de potentiels entre A et B

U_{AB} est la tension électrique entre A et B.

- La force électrique qui s'exerce sur un corps de charge q dans un champ électrostatique est $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ en intensité $F = |q| \cdot E$.

Remarque : Si $q > 0$, $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont colinéaires (parallèles) et même sens.

Si $q < 0$, $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont colinéaires et opposés. Donc le vecteur $\vec{F}$ est dirigé vers la plaque qui porte le signe contraire de sa charge (plaque attractive).

- Caractéristiques (charge et masse) des particules.

Pour un cation (ion positif : ${}_Z^A X^{n+}$), la charge est $q = +n \cdot e$ et la masse est $m = A \cdot m_n$.

Pour un anion (ion négatif : ${}_Z^A X^{n-}$), la charge est $q = -n \cdot e$ et la masse est $m = A \cdot m_n$.

Pour l'électron, la charge est $q = -e$ et la masse est $m = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \approx 9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Pour le proton, la charge est $q = +e$ et la masse est $m = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Pour le neutron, la charge est $q = 0$ et la masse est $m = 1,674 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \approx 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

A est le nombre de masse.

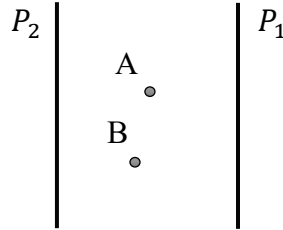
$m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ est la masse du nucléon (proton ou neutron).

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ est la charge élémentaire.

Exercice d'application

Entre deux plaques métalliques P_1 et P_2 règne un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$.

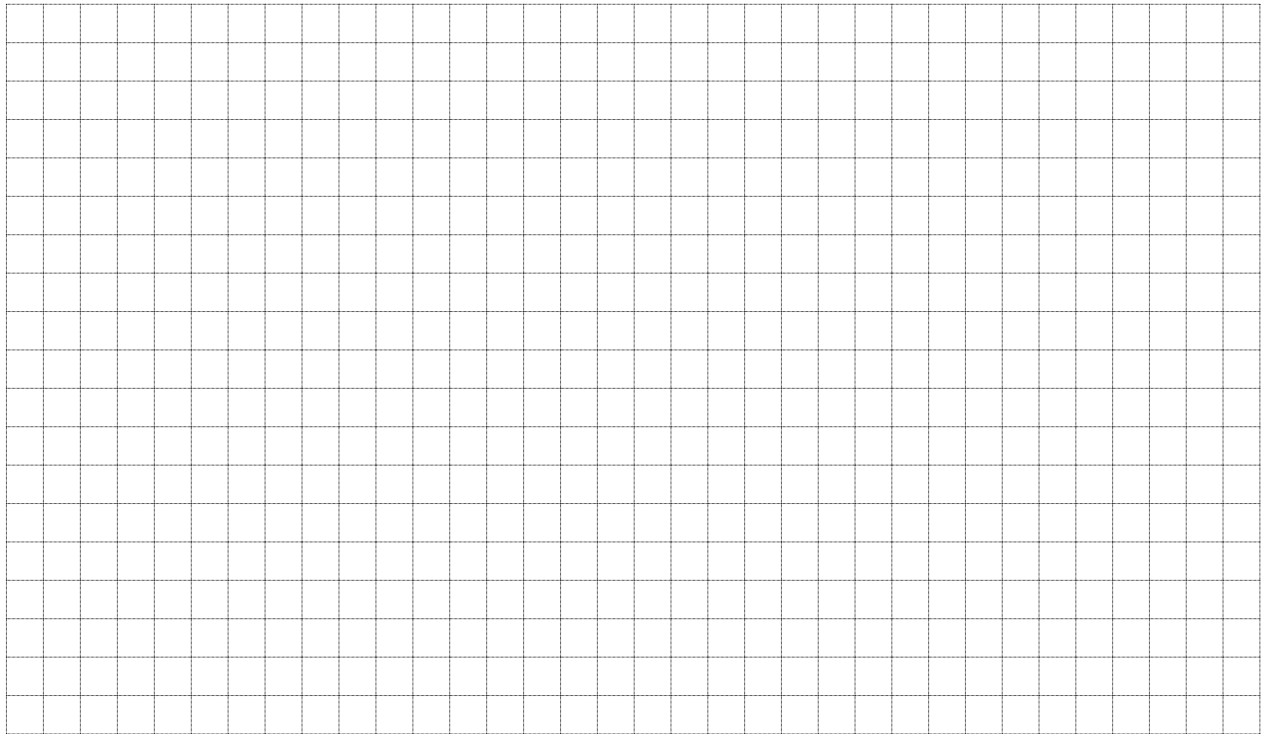
La distance entre les deux plaques est $d = 10 \text{ cm}$ et $U_{P_1 P_2} = -1 \text{ kV}$.



1. Donne le signe de chacune des plaques P_1 et P_2 puis représente $\vec{E}$ et calcule son module.
2. Calcule et représente la force électrique $\vec{F}_1$ qui s'exerce sur un électron au point A.
3. Représente la force électrique $\vec{F}_2$ qui s'exerce sur la particule α (${}^4_2\text{He}^{2+}$) et son poids $\vec{P}$ au point B.
4. Calcule les valeurs de $\vec{F}_2$ et $\vec{P}$ puis compare le poids de la particule α à la force électrique qui s'exerce sur elle.

Correction





Notions sur l'énergie

- L'énergie cinétique ou énergie de vitesse d'un corps est l'énergie acquise par ce corps du fait de son mouvement.

L'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation est :

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

E_c s'exprime en Joule (J) ; m en (kg) et v en ($m \cdot s^{-1}$)

- Théorème de l'énergie cinétique : Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un système matériel indéformable, entre deux instants t_i et t_f quelconques, est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures au système entre ces deux instants.

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{appli}) \quad \text{avec} \quad \Delta E_c = E_{cf} - E_{ci} = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_i^2$$

- L'énergie potentielle est la forme d'énergie que possède un système du fait de sa position par rapport au système avec lequel il est en interaction.

L'expression de l'énergie potentielle électrique est :

$$E_p = q \cdot V$$

q (charge électrique) s'exprime en Coulomb (C) et V (potentiel électrique) en Volt (V).

- Relation entre le travail et la variation de l'énergie potentielle.

$W_{AB}(\vec{F}) = -\Delta E_{pAB}$; le travail effectué est égal à l'opposé de la variation de l'énergie potentielle.

N.B : La force électrique $\vec{F}_e$ est la seule force utile qui s'exerce sur une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme alors le théorème de l'énergie cinétique sur une particule qui se déplace d'un point A à un point B s'écrit : $\Delta E_{cAB} = W_{AB}(\vec{F}_e)$ avec

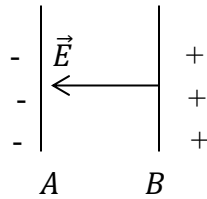
$$W_{AB}(\vec{F}) = -\Delta E_{pAB} \text{ on a : } \Delta E_{cAB} = -\Delta E_{pAB} \Leftrightarrow \frac{1}{2}m.v_B^2 - \frac{1}{2}m.v_A^2 = q(V_A - V_B) \text{ donc}$$

$$\Delta E_{cAB} = q \cdot U_{AB}$$

Exercice d'application :

Calcule le travail effectué en joules puis en électron volt par application de la variation de l'énergie potentielle électrique par chacune des particules suivantes pour un déplacement de l'armature négative A à l'armature positive B d'un condensateur plan de tension $U_{AB} = -1\,000\text{ V}$:

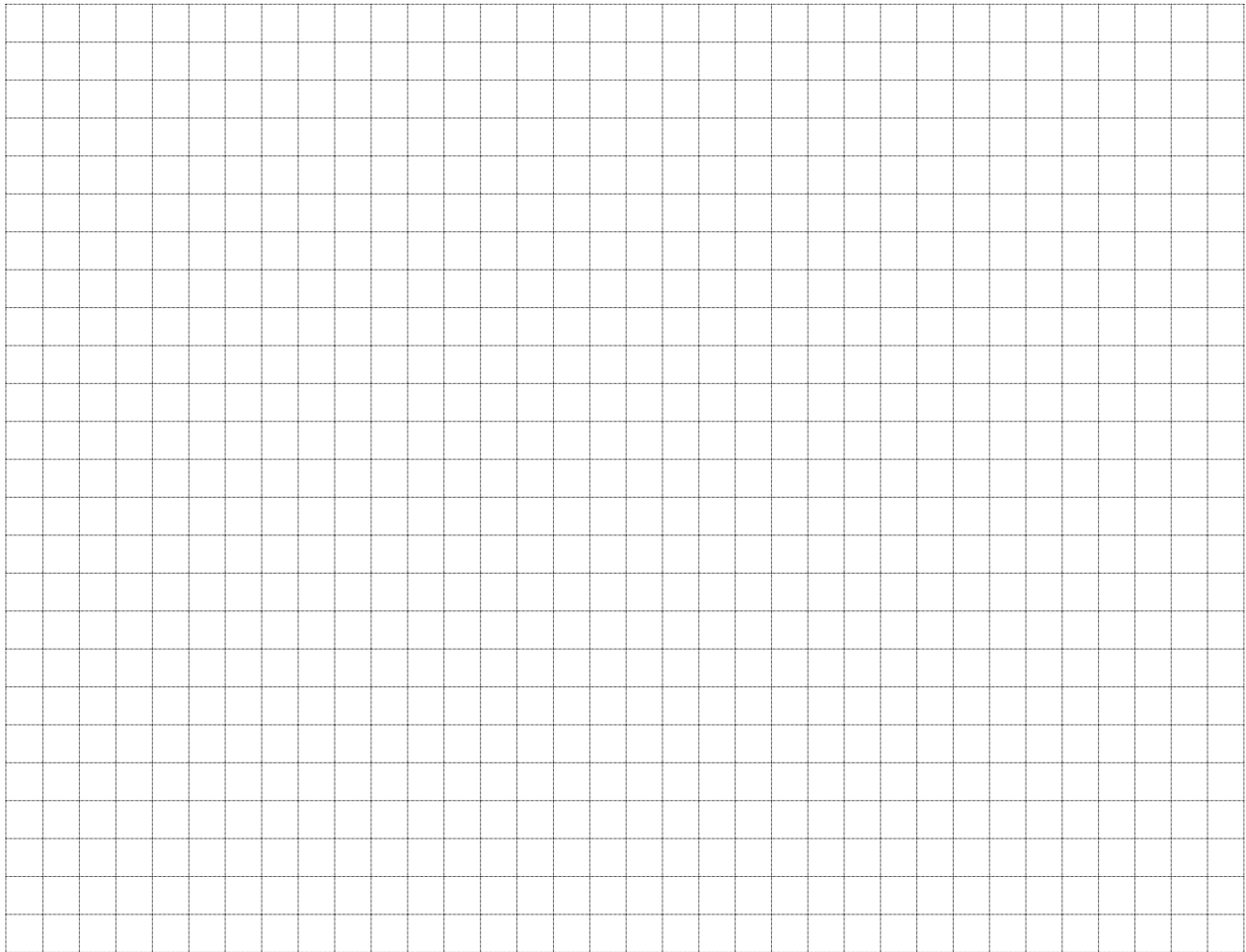
- un électron ;
- la particule α (H^{2+}).



On donne : la charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ e.V} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Correction





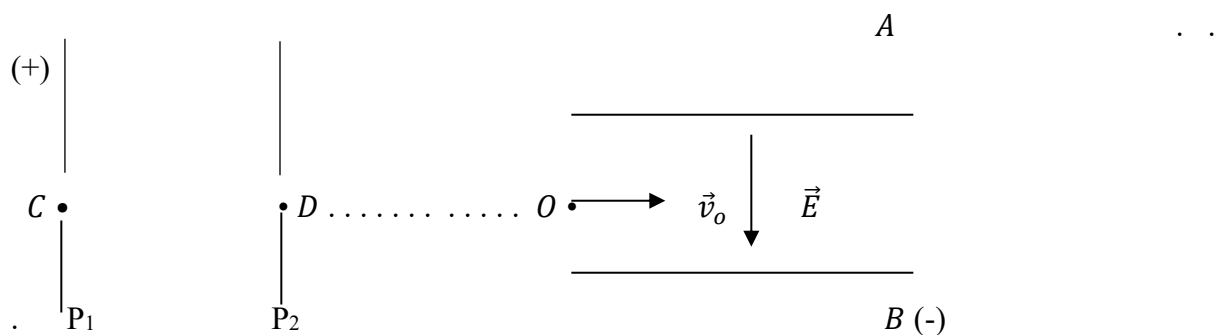
Situation problème :

A l'hôpital, l'activité cardiaque des malades est souvent surveillée grâce à un appareil appelé familièrement «scope». Son véritable nom est oscilloscope.

Bintou demande à son médecin comment cet appareil permet de mesurer les tensions électriques auxquelles le cœur est soumis constamment ?

Activité 1 : Calcul de la vitesse d'entrée

Une particule éjectée au point C avec une vitesse nulle est accélérée entre les plaques P₁ et P₂ d'un condensateur plan, elle sort par le point D puis pénètre dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ en O avec une vitesse $\vec{v}_0$.



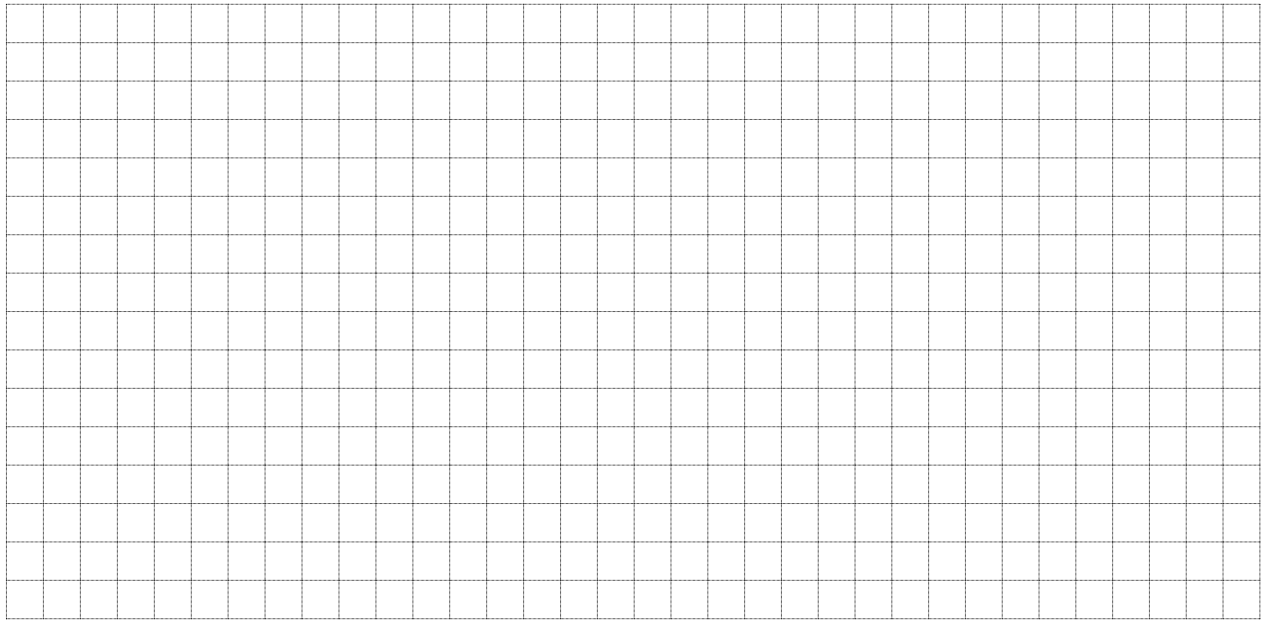
➤ Consigne : (6 min)

1. Détermine la nature du mouvement de la particule entre P_1 et P_2 puis entre P_2 et l'entrée O du champ électrique $\vec{E}$ (le poids d'une particule est négligeable devant la force électrique qui s'exerce sur elle).
2. Précise les signes des potentiels V_{P_1} et V_{P_2} puis représente le champ $\vec{E}_o$ qui règne entre P_1 et P_2 si la particule est chargée négativement ($q < 0$).
3. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre C et D , établis l'expression de la vitesse v_o en fonction de q , m et u_o (m : masse de la particule ; $U_o = |V_{P_1} - V_{P_2}|$).
4. Calcule numériquement la vitesse d'entrée v_o lorsque $U_{P_1 P_2} = -500$ V :
 - 4.1. Pour l'électron de charge $q = -e$ et de masse $m = 9,10 \cdot 10^{-31}$ Kg.
 - 4.2. Pour la particule $^{16}_8O^{2-}$

On donne : la charge élémentaire $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C et la masse d'un nucléon : $m_n = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg.

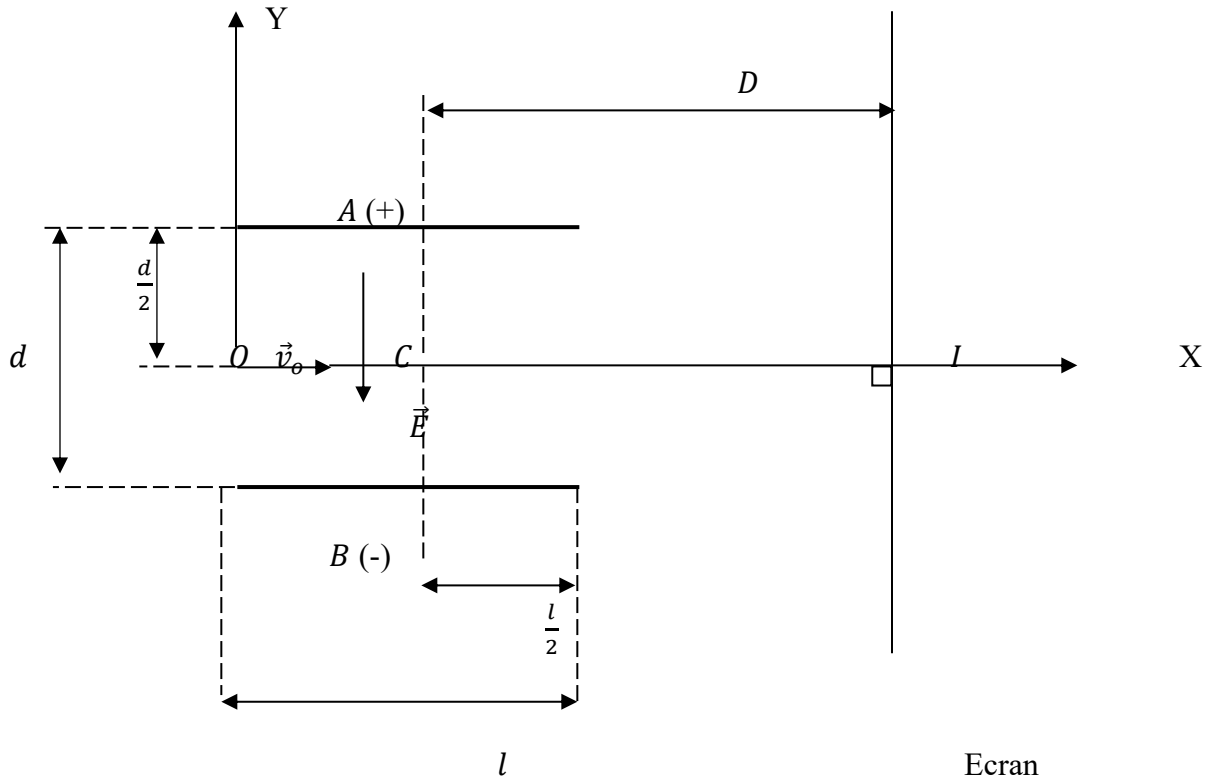
➤ Synthèse partielle :





Activité 2 : Etude du mouvement (cas où le vecteur vitesse initiale est orthogonal au vecteur champ)

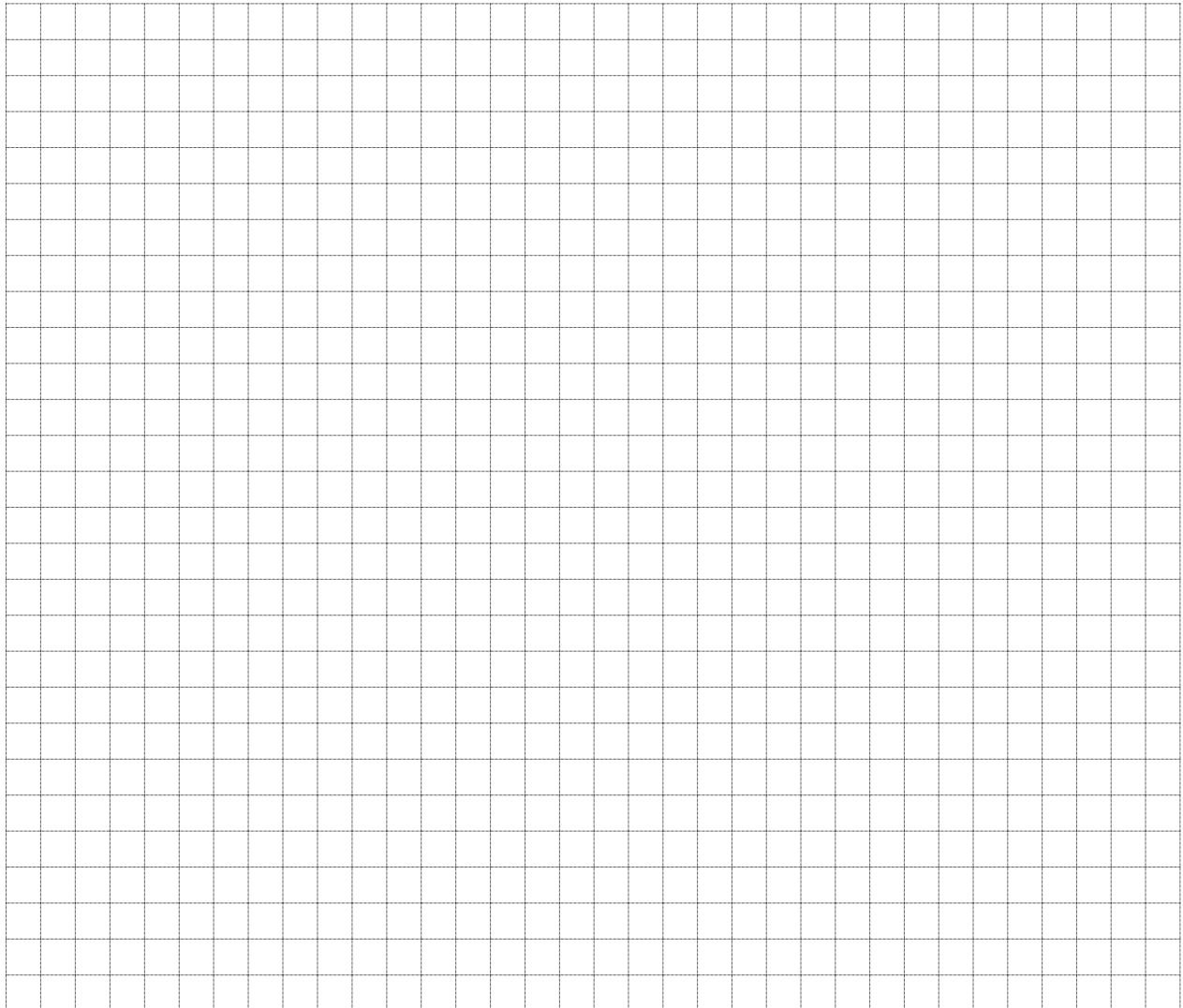
La particule de charge ($q < 0$) pénètre dans le champ électrique uniforme $\vec{E}$ avec une vitesse $\vec{v}_o$ ($\vec{v}_o$ orthogonale à $\vec{E}$ c'est à dire $\vec{v}_o$ parallèle aux plaques) et sort par le point S puis frappe un écran fluorescent en un point P.

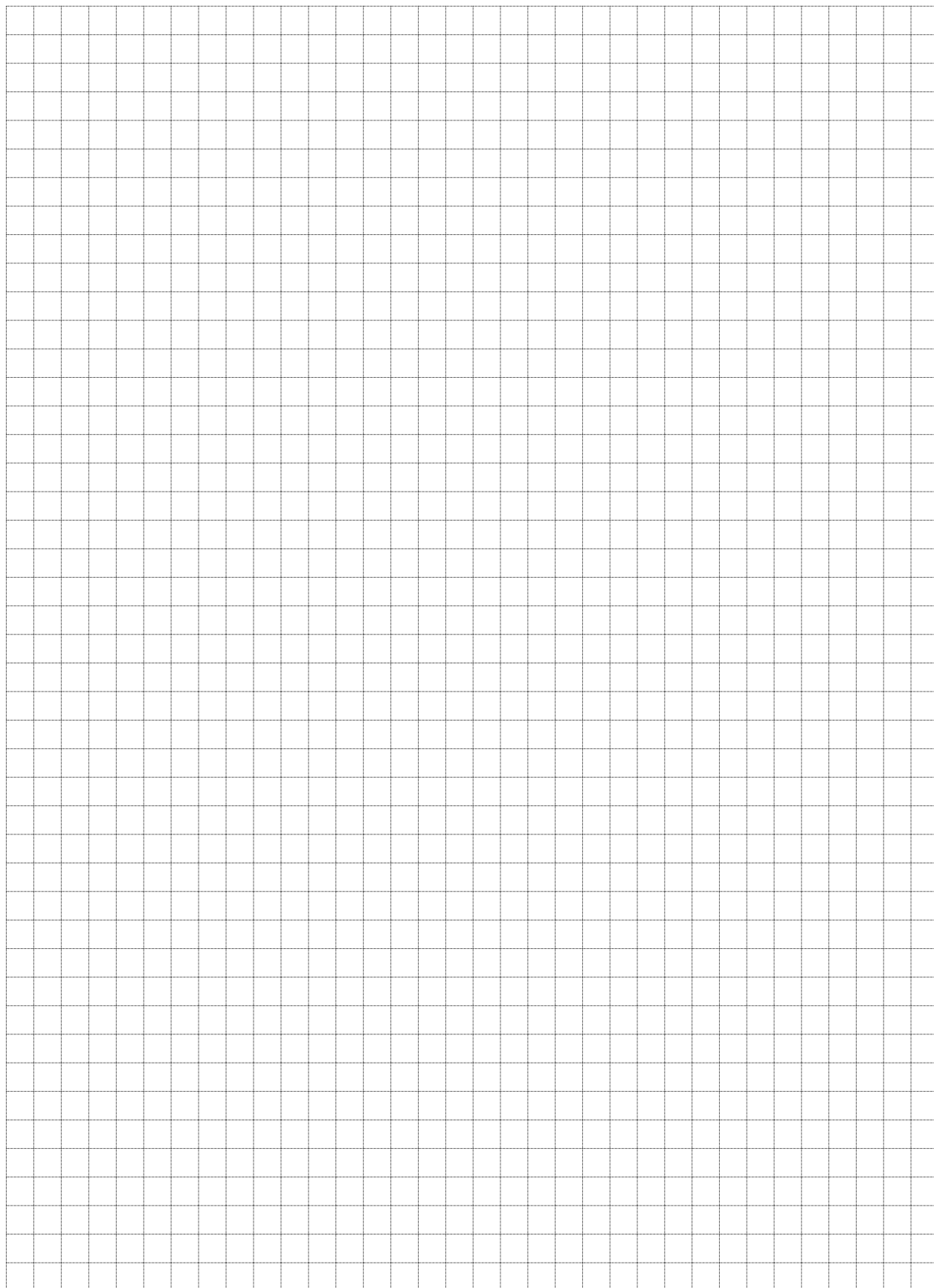


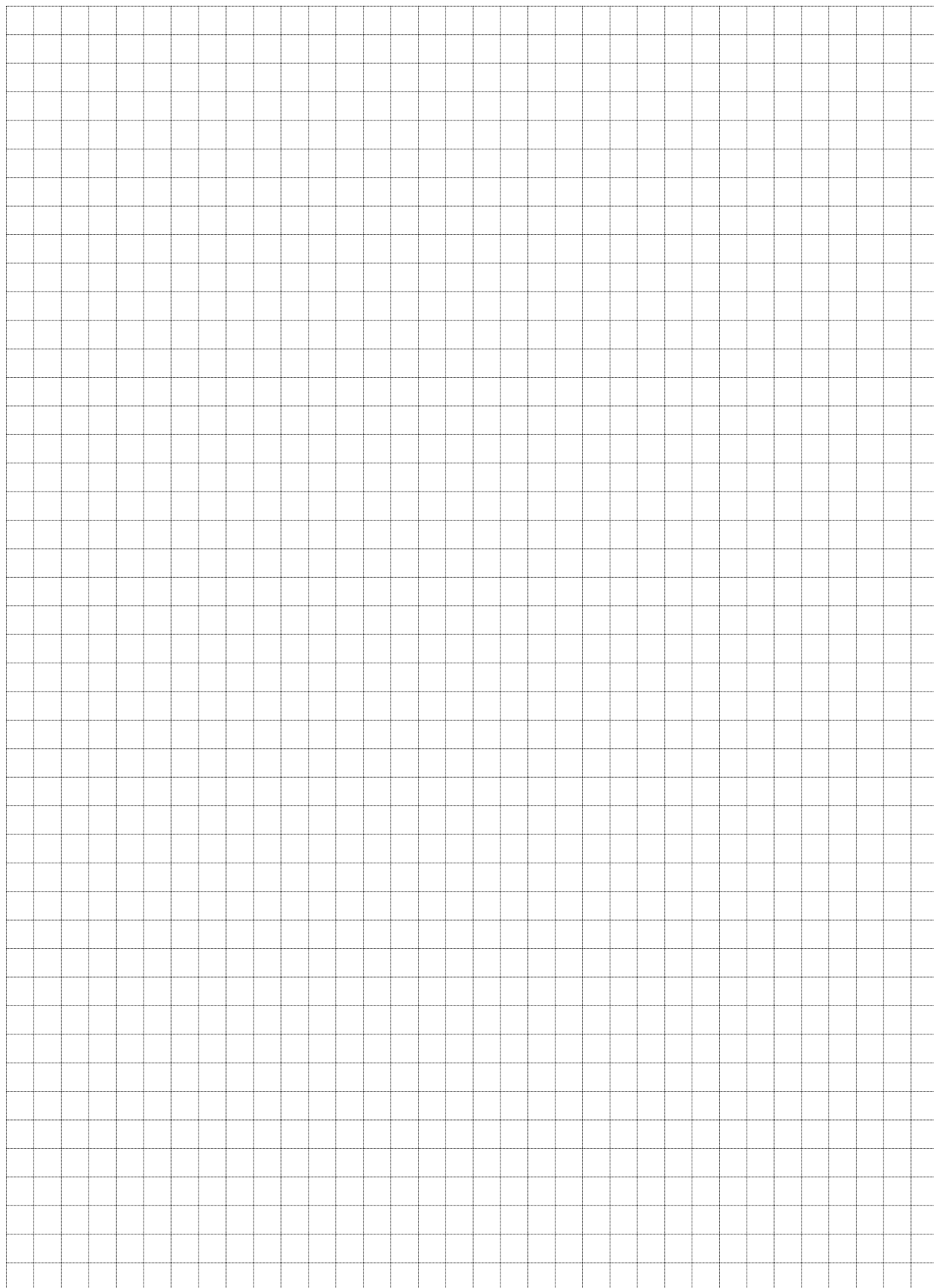
➤ Consigne : (15 min)

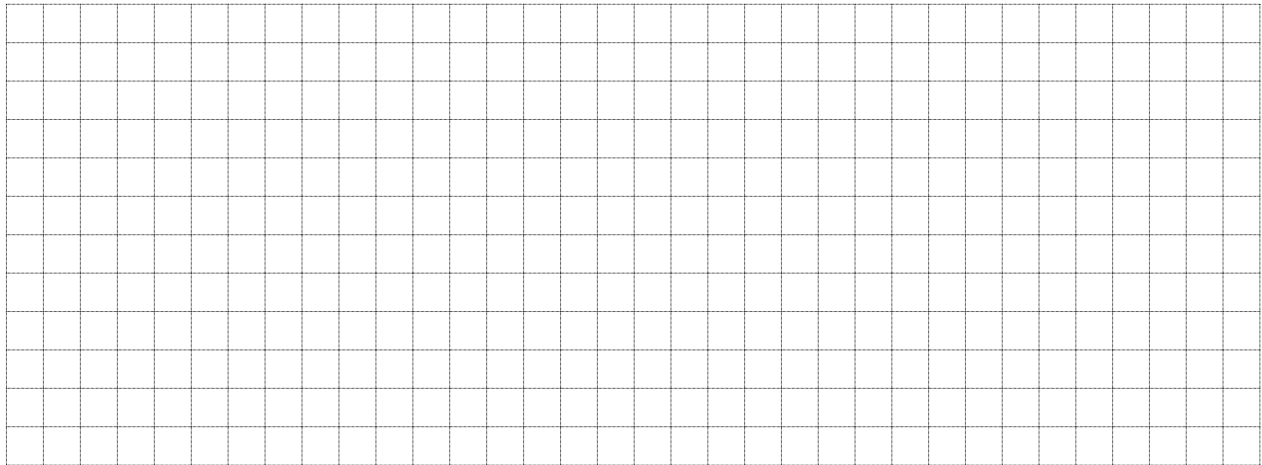
1. Schéma : Trace l'allure de la trajectoire jusqu'au point P sur l'écran, puis représente le vecteur force électrique $\vec{F}_e$.
2. Etude dynamique : Sachant que la force électrique $\vec{F}_e$ est la seule force utile à l'intérieur du champ, applique la RFD au mouvement de la particule pour déterminer :
 - le sens du vecteur accélération $\vec{a}$ et représente le ;
 - l'intensité de $\vec{a}$ en fonction de q , d , m et U ($U = |U_{AB}|$, m : masse de la particule).
3. Etude cinématique :
 - 3.1. En te référant de l'établissement des équations horaires du mouvement d'un projectile, établis les équations horaires du mouvement de la particule à l'intérieur du champ $\vec{E}$.
 - 3.2. En déduis l'équation de la trajectoire et donne sa nature.
 - 3.3. Donne la nature du mouvement de la particule à sa sortie du champ jusqu'à l'écran.

➤ Synthèse partielle :









Activité 3 : Condition de sortie et vitesse de sortie

➤ Consigne : (12 min)

1. Condition de sortie

1.1. Compare sur le schéma l'ordonnée (y_S) du point S à la distance $\frac{d}{2}$ et son abscisse (x_S) à la longueur l des plaques. Le résultat de ces deux comparaisons est la condition pour que la particule puisse sortir du champ sans être captée par la plaque attractive.

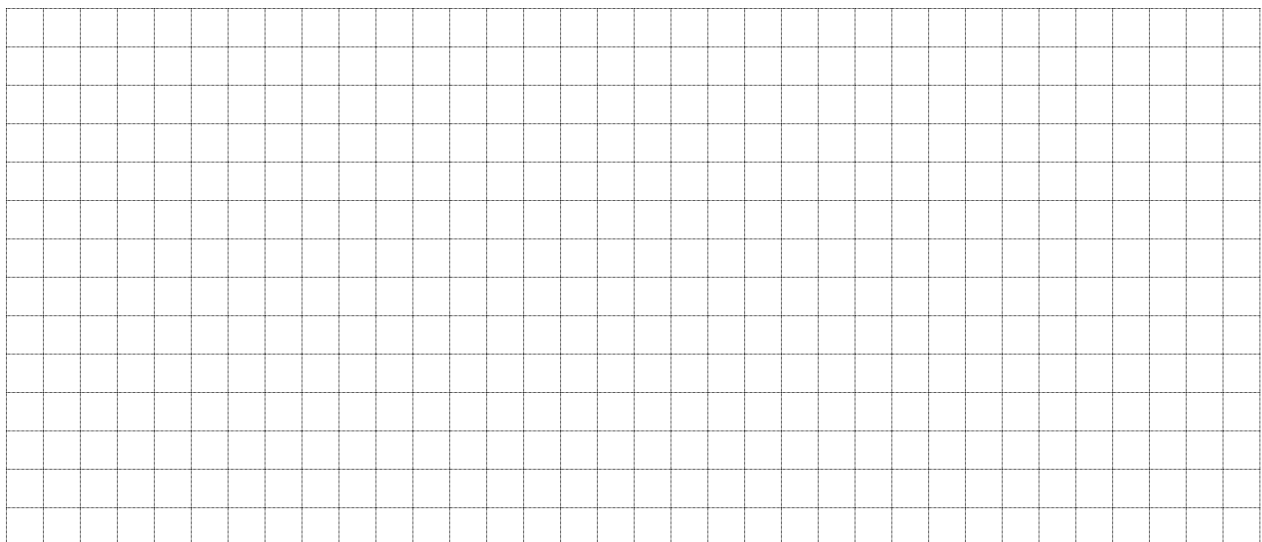
1.2. A partir de la comparaison de l'abscisse (x_S) du point S à la longueur l des plaques détermine les coordonnées du point S de sortie.

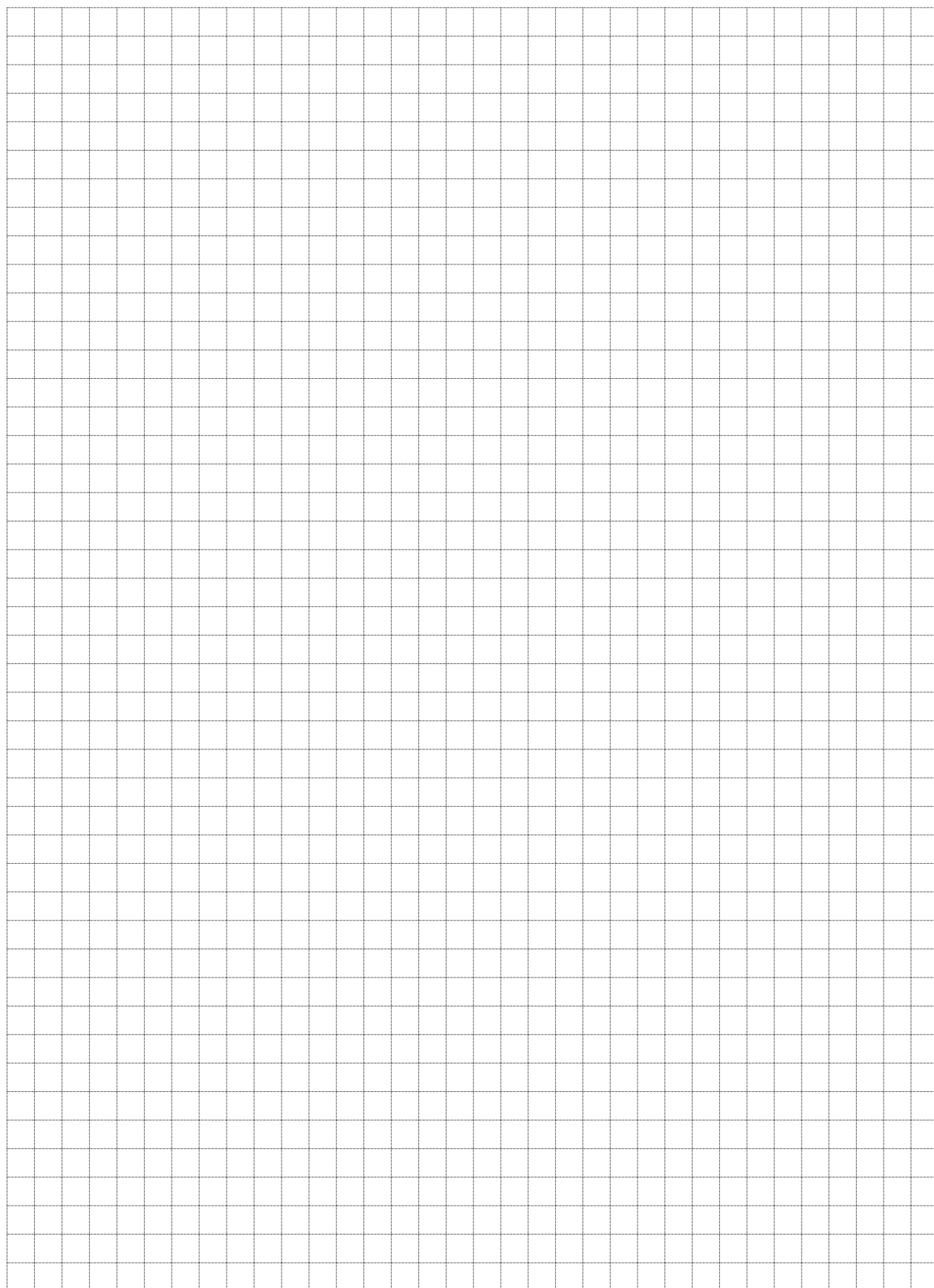
1.3. Remplace l'ordonnée (y_S) du point S par l'expression obtenue de la question 1.2. dans la condition de sortie de la question 1.1. . En déduis la condition de la tension (U) de sortie et la condition de la charge massique ($\frac{|q|}{m}$) de sortie.

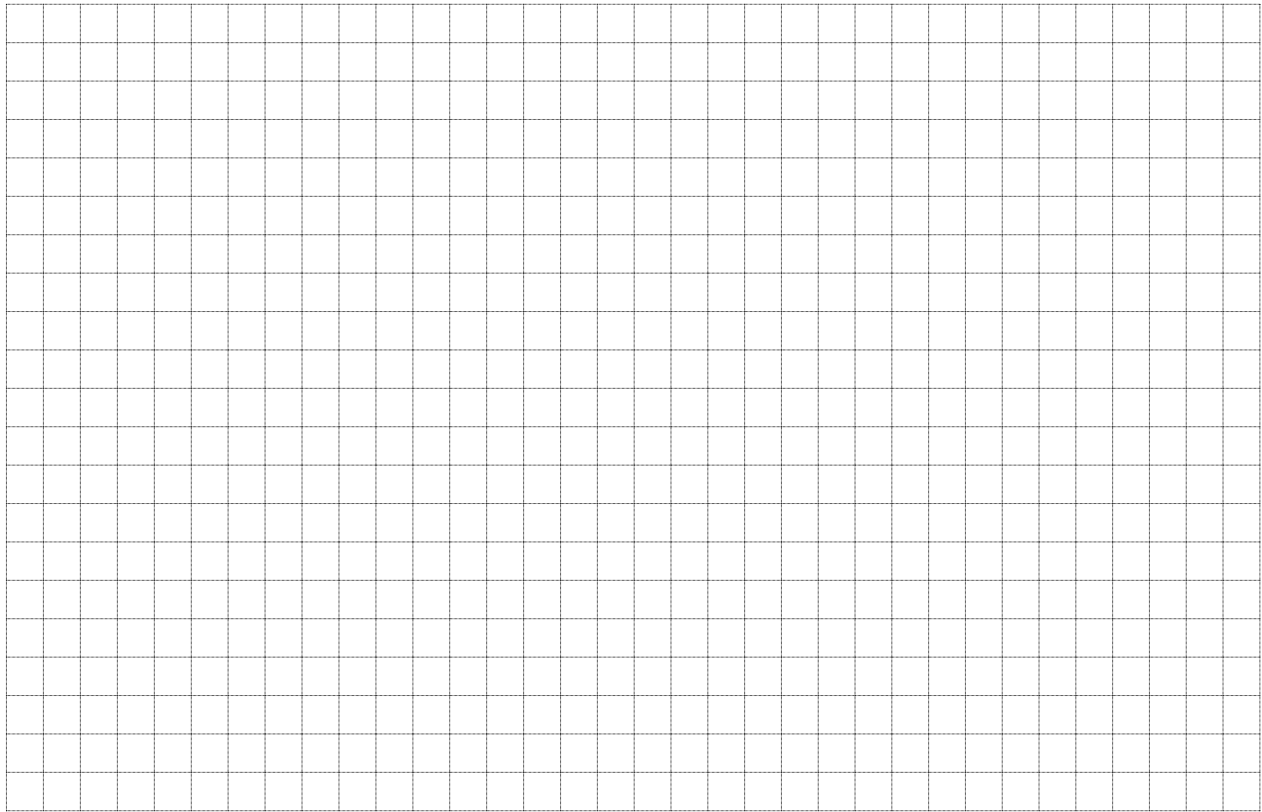
2. Vitesse de sortie

Représente le vecteur vitesse $\vec{v}_S$ au point de sortie S et détermine la durée t_S de sortie. En déduis les coordonnées et l'intensité du vecteur vitesse de sortie ($\vec{v}_S$).

➤ Synthèse partielle :







Activité 4 : Déviation et déflexion électriques

➤ Consigne : (10 min)

1. Déviation électrique

1.1. Définition :

Trace l'angle α (angle formé au point C par les directions de $\vec{v}_o$ et $\vec{v}_s$). Cet angle est la déviation électrique, définis alors la déviation électrique.

1.2. Expression :

Soit le point k tel que $x_s = Ok$, place k et détermine $\tan \alpha$ dans le triangle CKS en fonction de q, U, d, m, v_o et l .

2. Déflexion électrique :

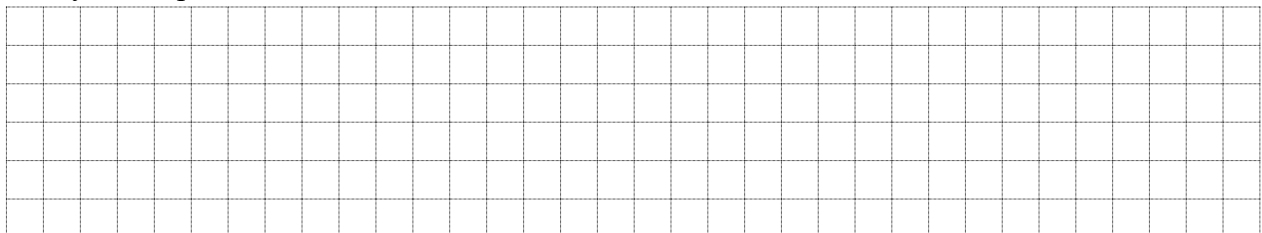
2.1. Définition :

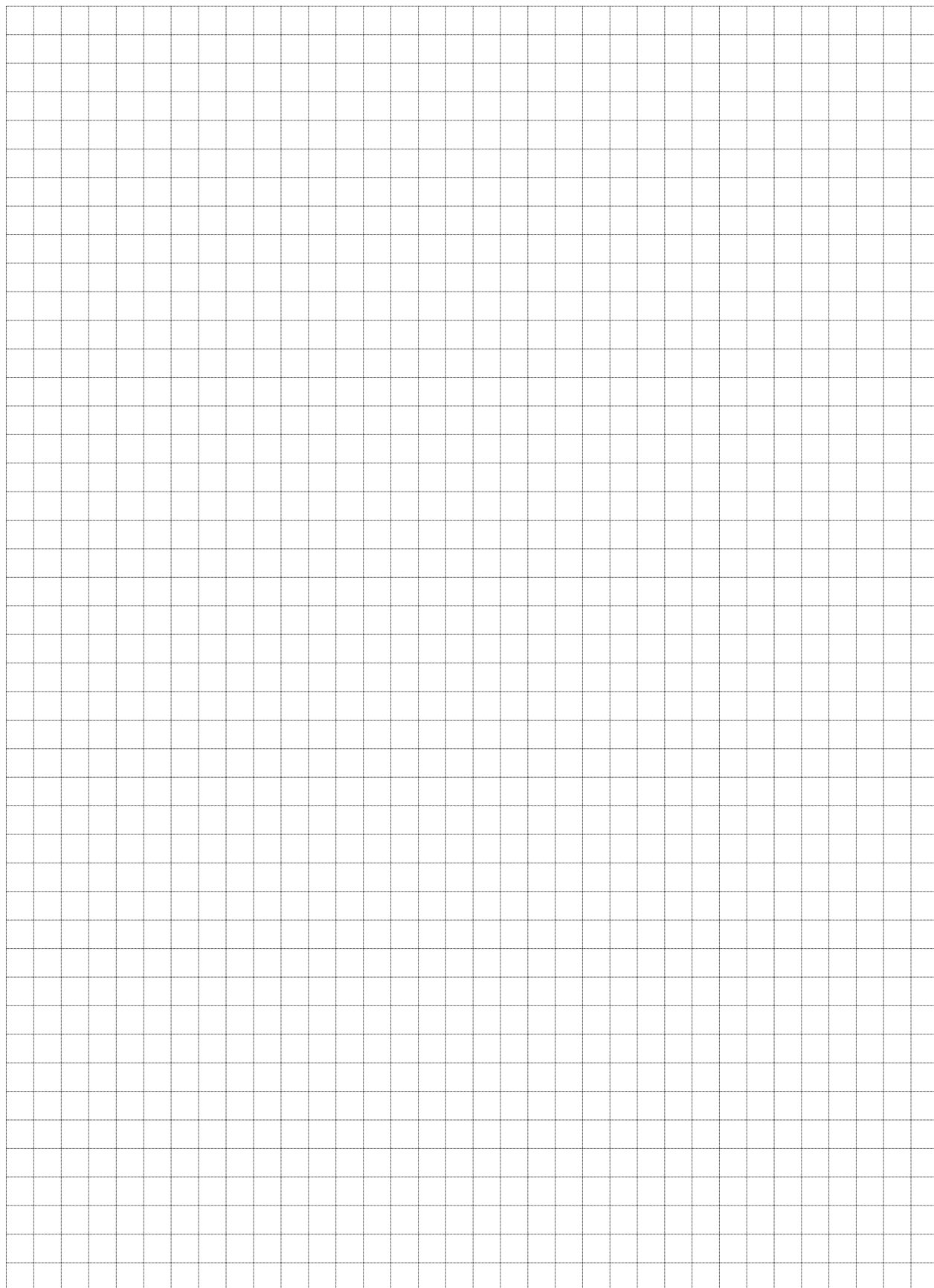
Définis la déflexion électrique sachant qu'elle représente l'ordonnée du point d'impact (y_p) sur l'écran.

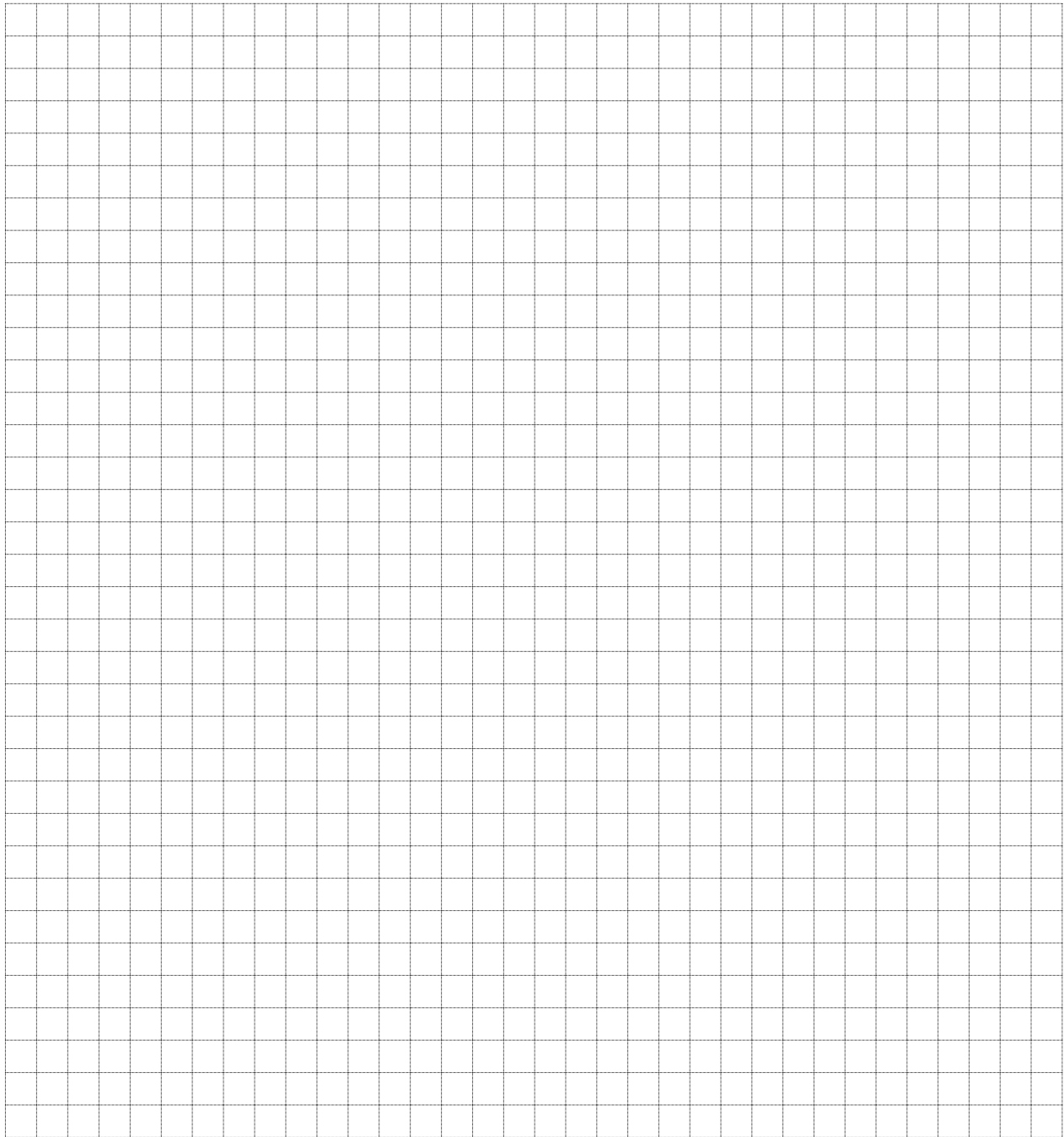
2.2. Expression :

Détermine $\tan \alpha$ dans le triangle CPI et en déduis y_p en fonction de q, U, d, m, v_o et l .

➤ Synthèse partielle :





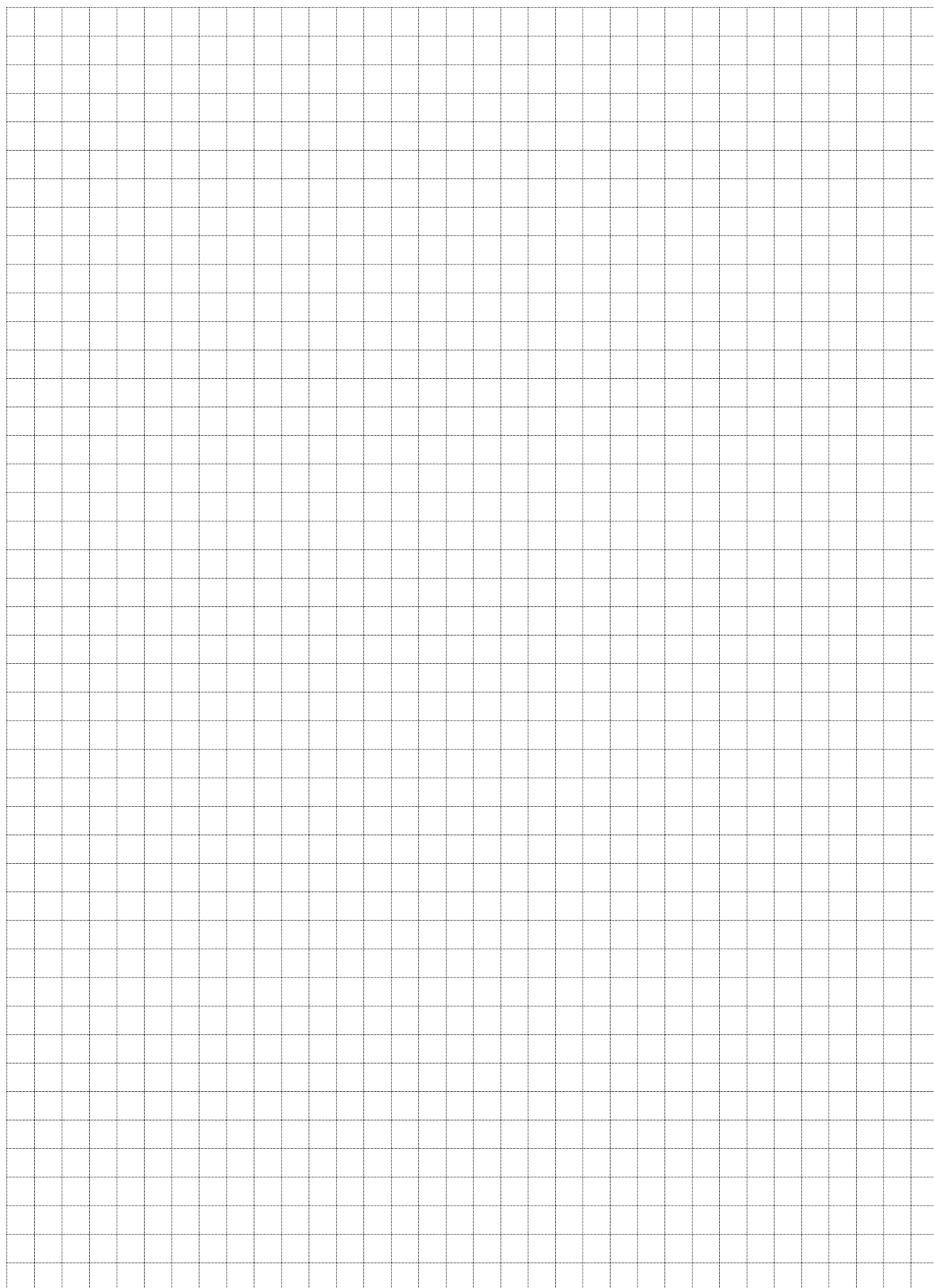


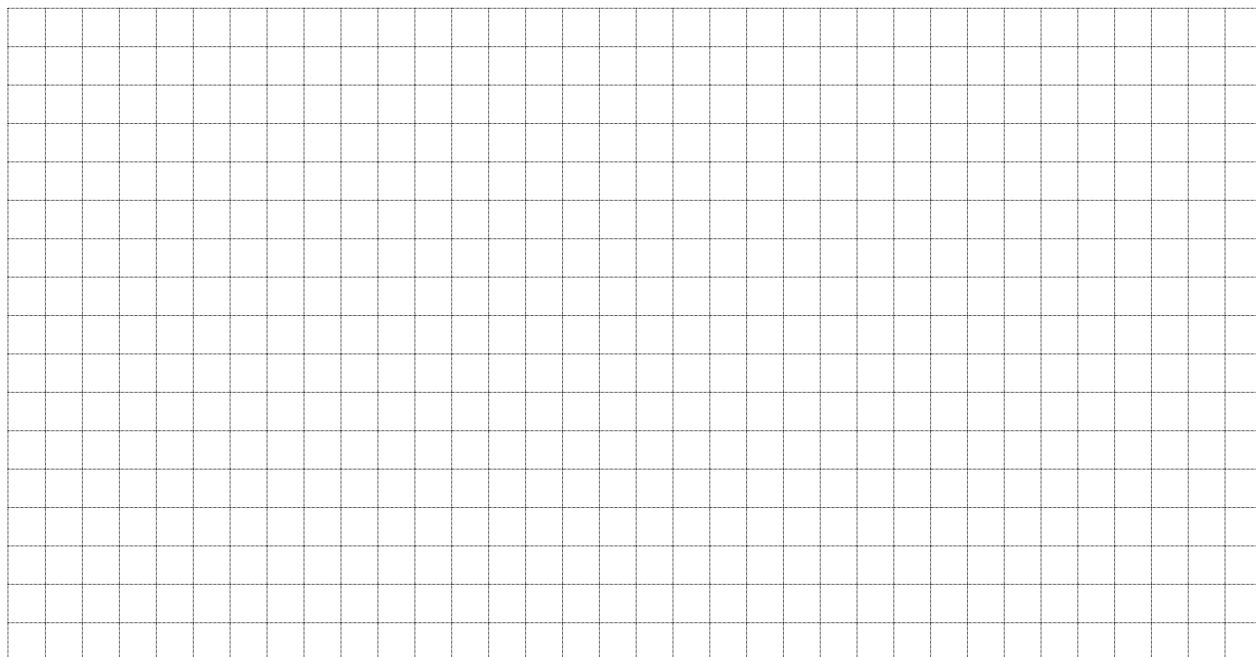
Activité 5 : Applications

➤ Consigne : (4 min)

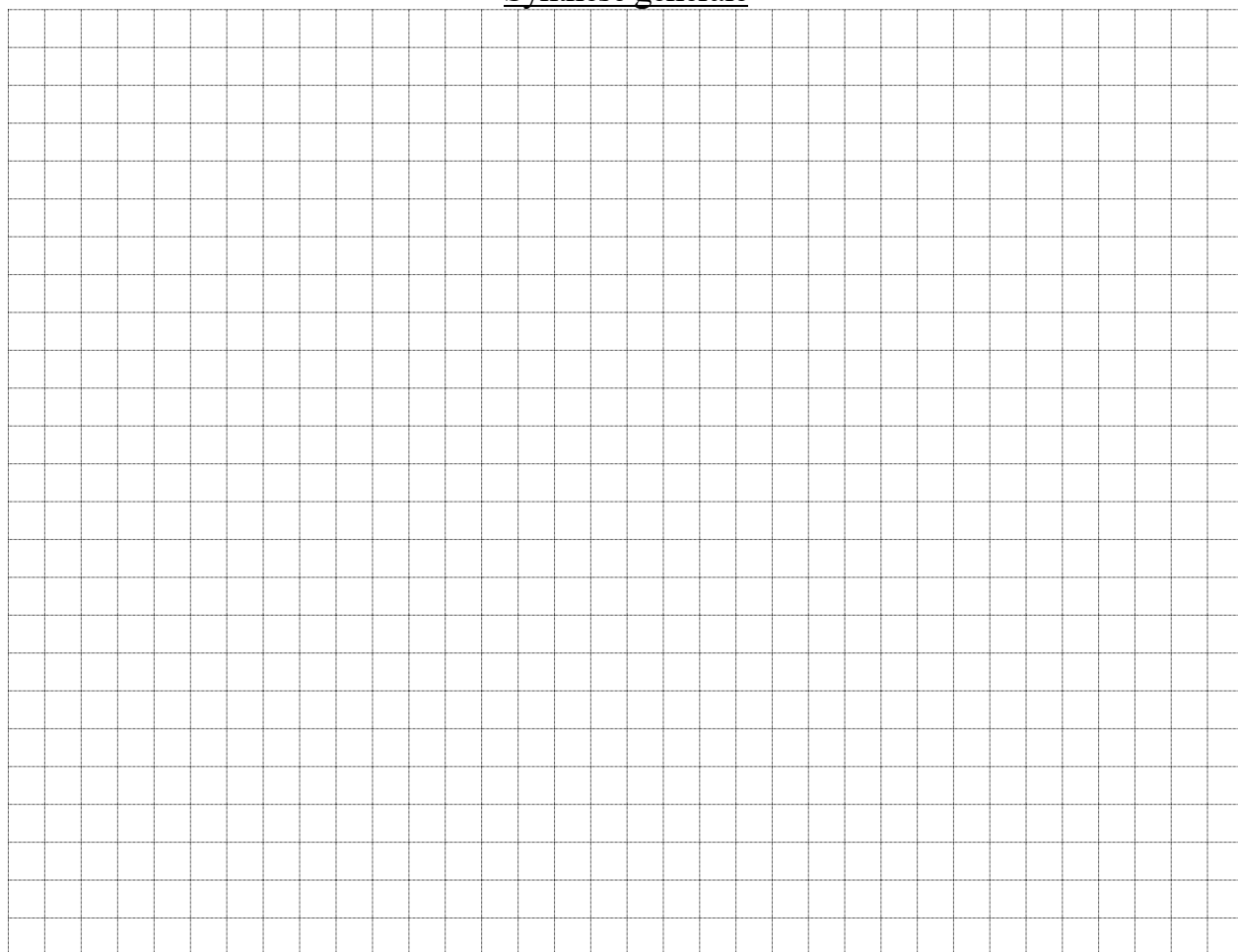
En maintenant la tension U constante, la déflexion $y_P = \frac{D|q|.U.l}{d.m.v_o^2}$ est proportionnelle à la charge massique ($y_P = Cste. \frac{|q|}{m}$). Ce principe est appliqué au spectromètre de masse.

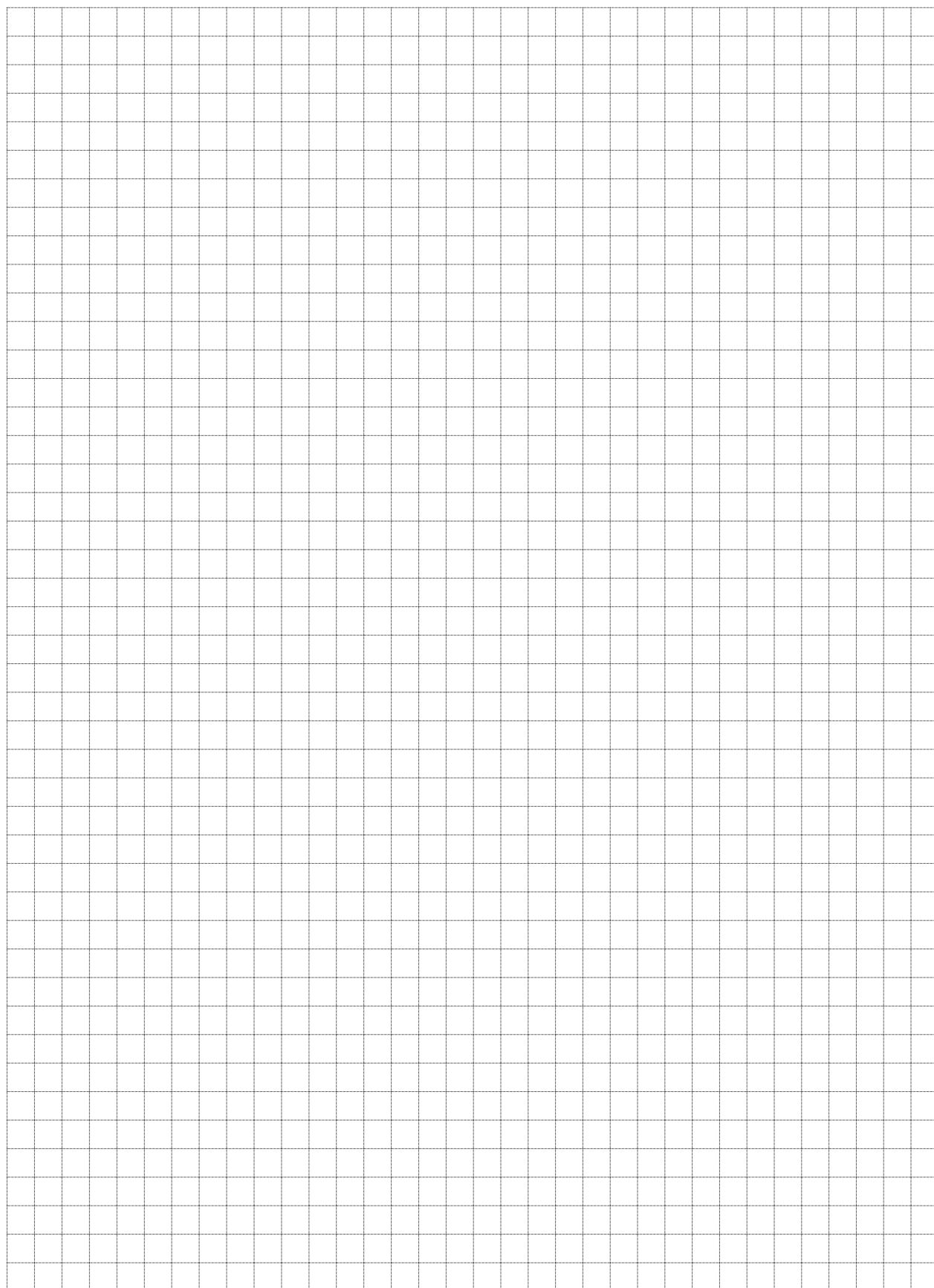
En fixant la charge massique $\frac{|q|}{m}$ la déflexion $y_P = \frac{D|q|.U.l}{d.m.v_o^2}$ est proportionnelle à la tension ($y_P = Cste. U$). Ce principe est appliqué au tube cathodique d'un oscilloscope.

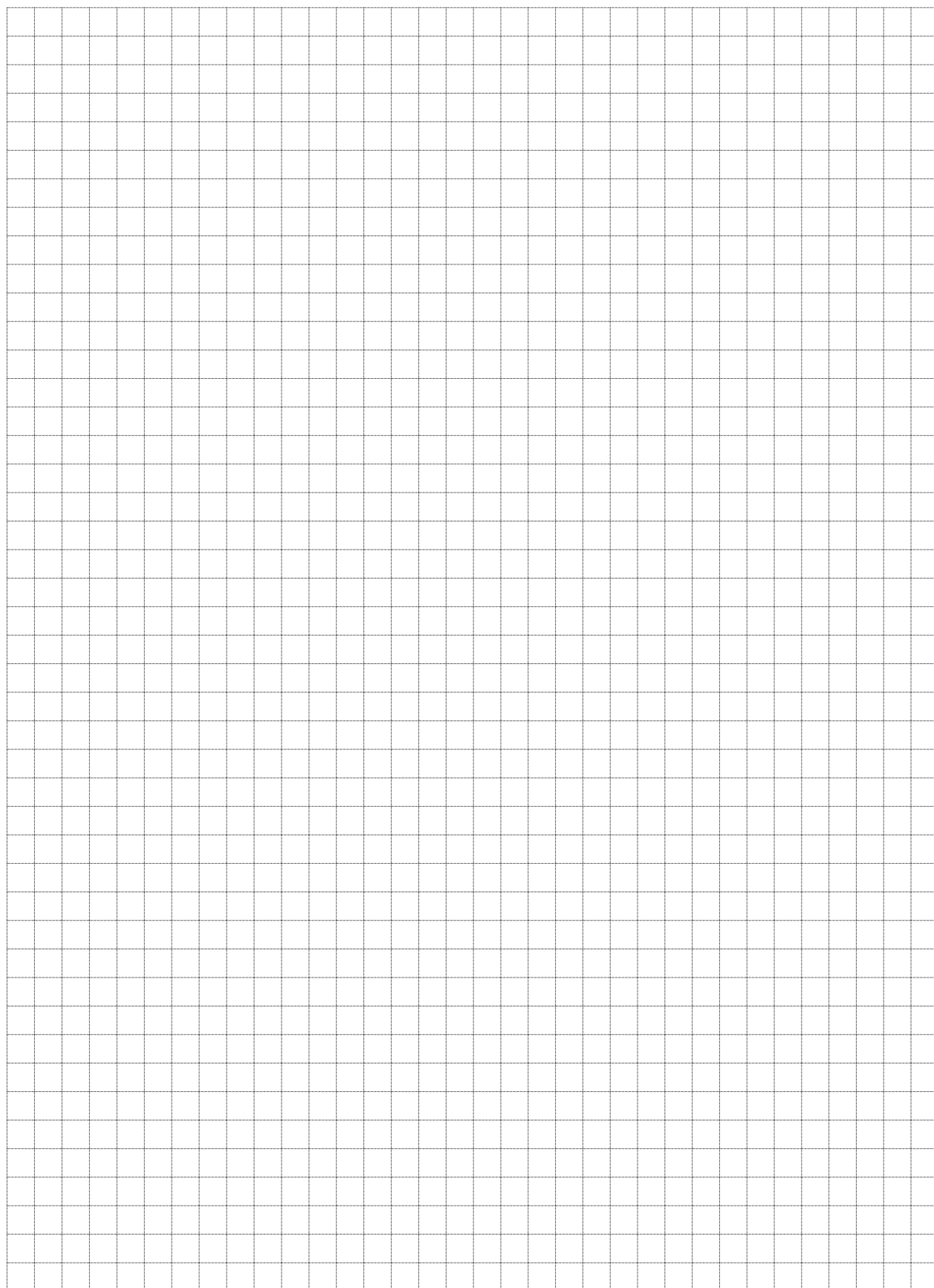


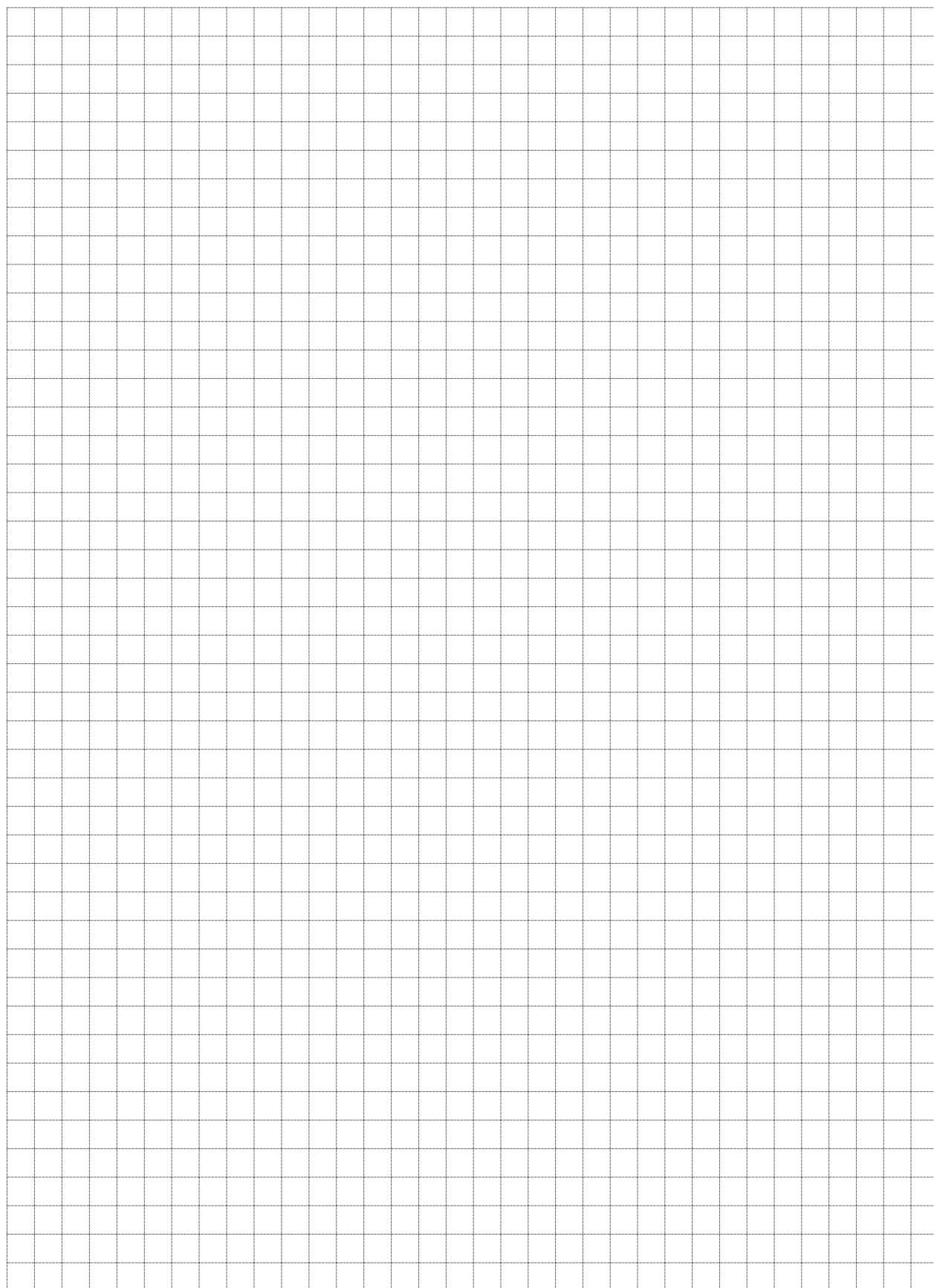


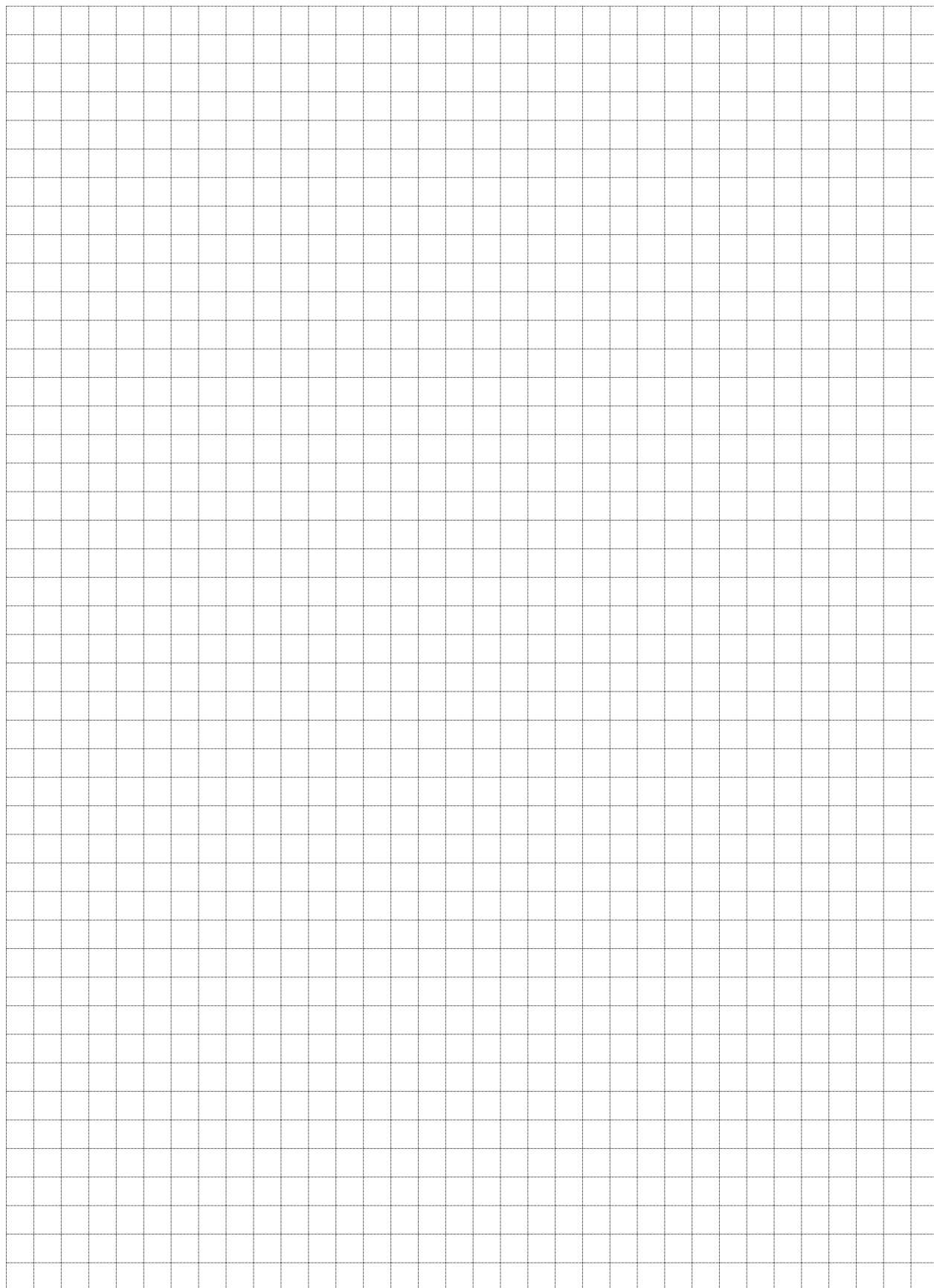
Synthèse générale

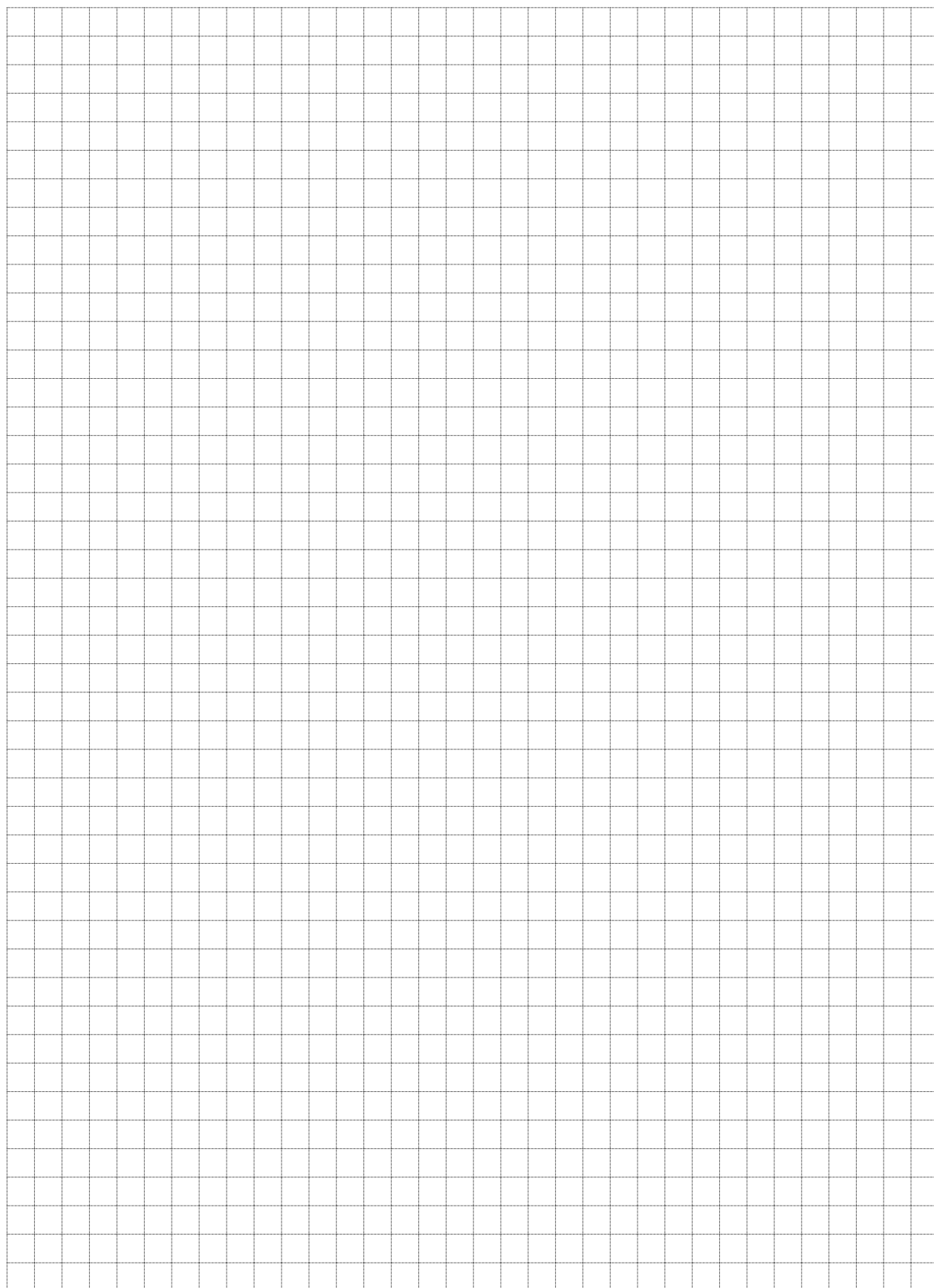


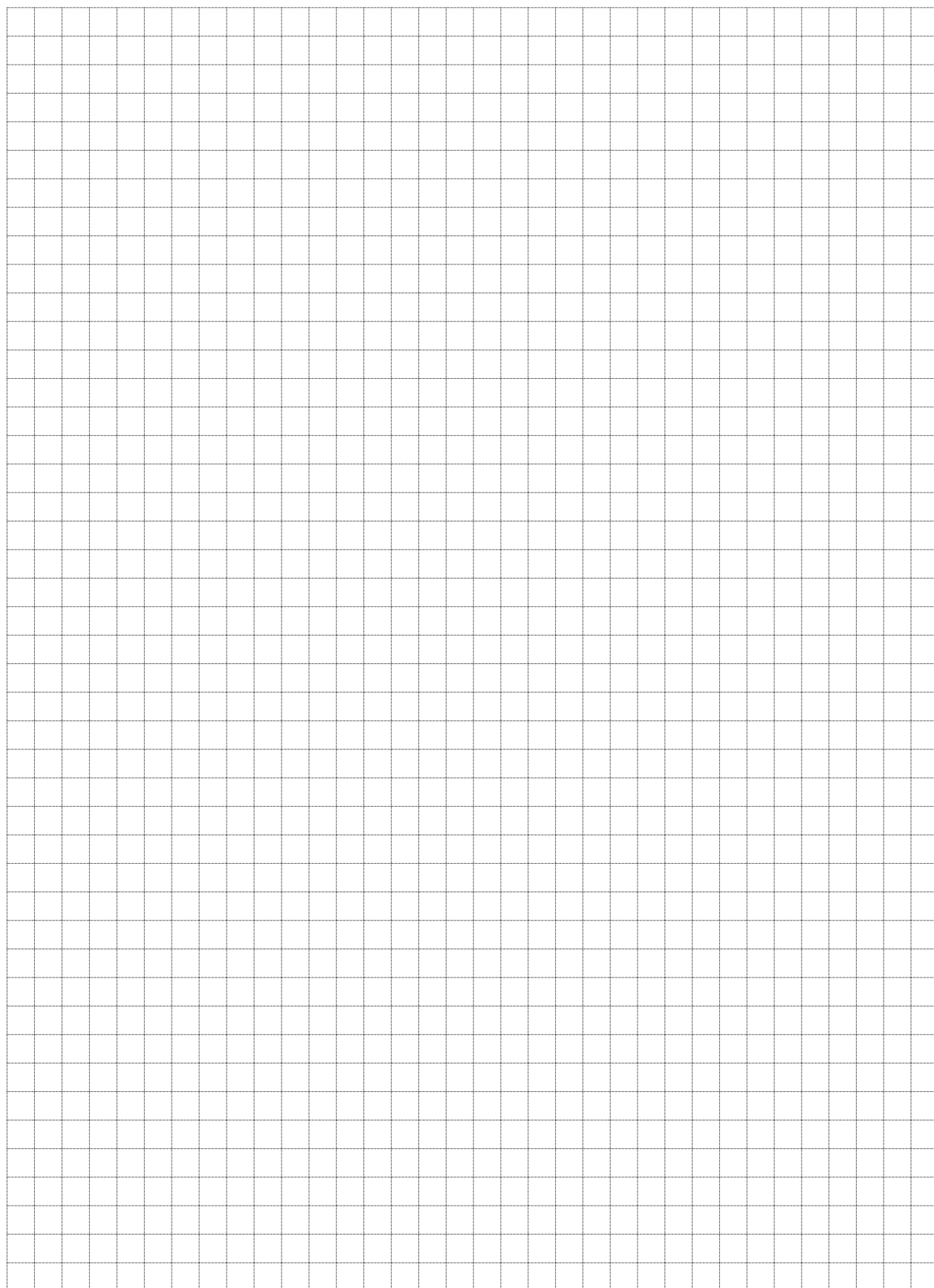












SÉQUENCE 3 : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME

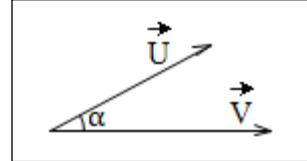
Notions indispensables

Notions mathématiques

➤ Produit scalaire

Le produit scalaire de deux vecteurs $\vec{U}$ et $\vec{V}$ se note $\vec{U} \cdot \vec{V}$ et se lit " $\vec{U}$ scalaire $\vec{V}$ ". Le résultat est un scalaire (une constante : *cste*) dont la valeur est :

$$cste = U \times V \cos \alpha ; \alpha = (\vec{U}, \vec{V})$$



Remarque : $\vec{U} \cdot \vec{U} = (\vec{U})^2 = U \times U \cos(\vec{U}, \vec{U}) = U \cdot U \cos 0 = U^2$

➤ Produit vectoriel

Le produit vectoriel de $\vec{U}$ par $\vec{V}$ se note $\vec{U} \wedge \vec{V}$ ou $\vec{U} \times \vec{V}$ et se lit " $\vec{U}$ vectoriel $\vec{V}$ ". Le résultat est un vecteur $\vec{W}$, dont la norme est :

$$W = U \times V \sin \alpha ; \alpha = (\vec{U}, \vec{V})$$

$U = ||\vec{U}||$: norme ou module ou intensité ou valeur de $\vec{U}$.

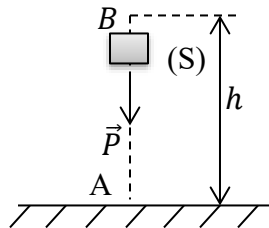
Exercices d'application

Exercice 1 :

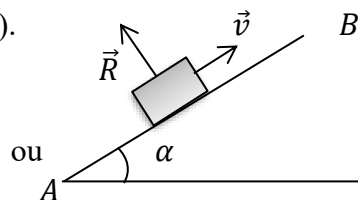
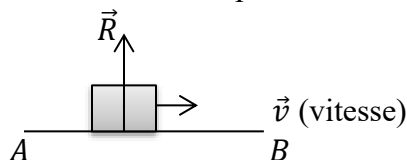
Le travail (W) d'une force constante $\vec{F}$ est le produit scalaire du vecteur force $\vec{F}$ par le vecteur déplacement ($\vec{l}$).

1. Ecris l'expression du travail et donne son intensité.
2. En-déduis l'expression du travail effectué par chacune des forces suivantes :

(1): Le poids $\vec{P}$ du corps (S), cas où (S) descend de B à A de hauteur h et le cas où il monte de A à B.



(2): La réaction $\vec{R}$ du plan sur le solide (S).



Exercice 2 :

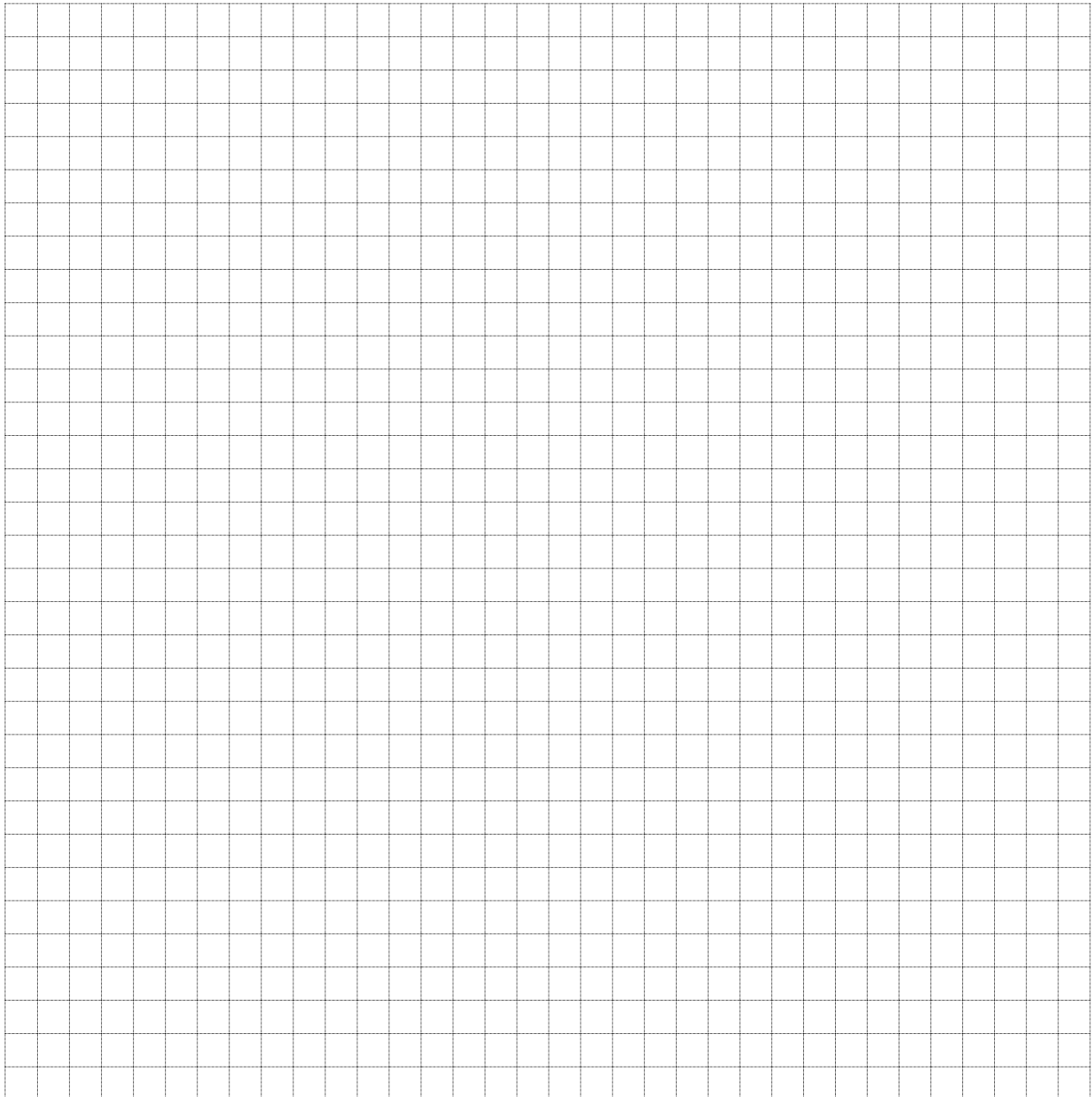
La puissance instantanée P est la dérivée du travail W par rapport au temps t . Ecris l'expression de la puissance P et en déduis que $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$. On rappelle que la vitesse $\vec{v} = \frac{d\vec{l}}{dt}$

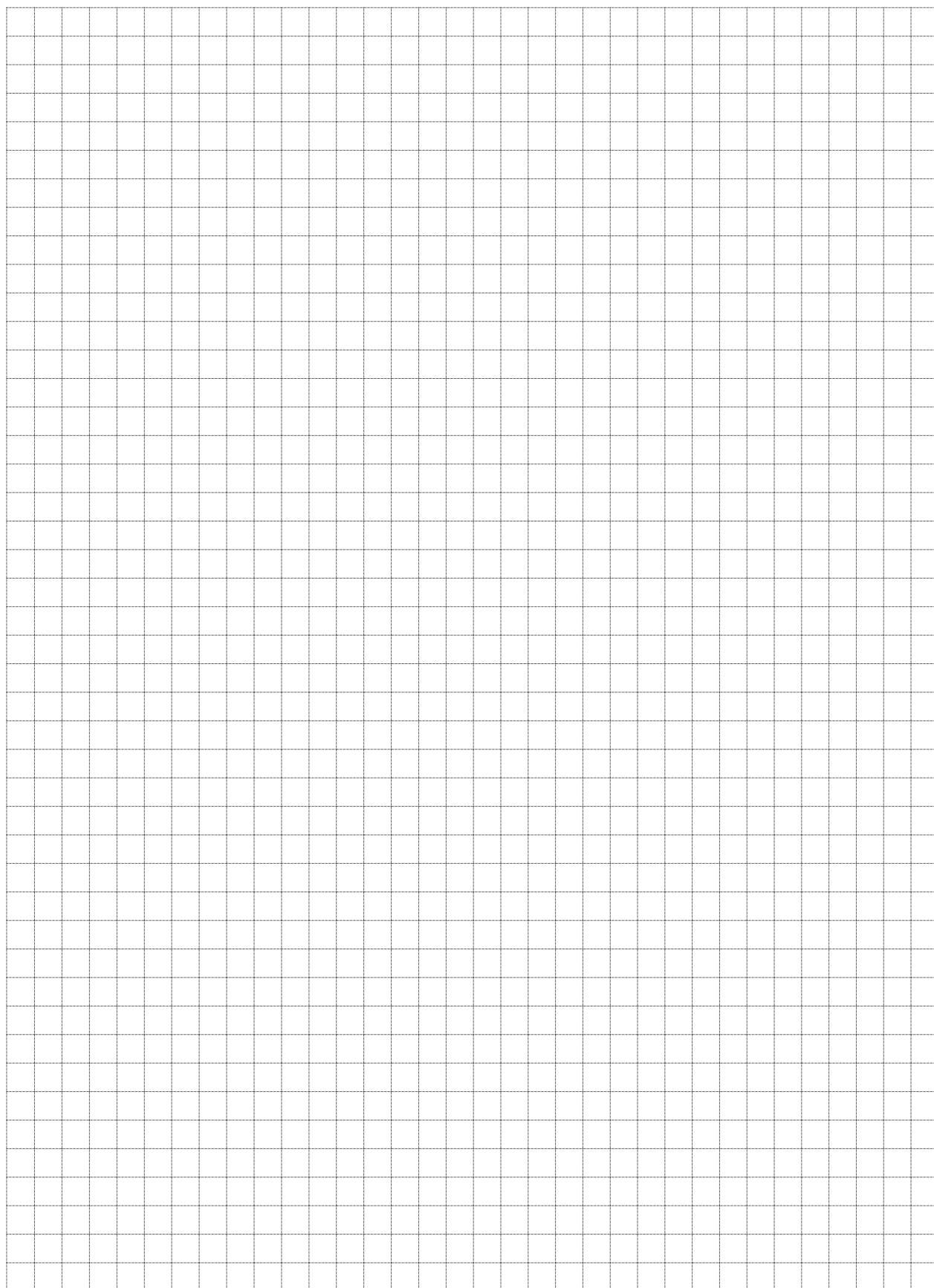
Exercice 3 :

Le calcul du moment d'une force $\vec{F}$ appliquée en un point A , par rapport à un point O , s'effectue à l'aide du produit vectoriel de deux vecteurs : le vecteur position $\overrightarrow{OA}$ et le vecteur force $\vec{F}$.

Détermine l'expression du moment noté M En déduis son expression lorsque les deux vecteurs sont orthogonaux.

Corrigé

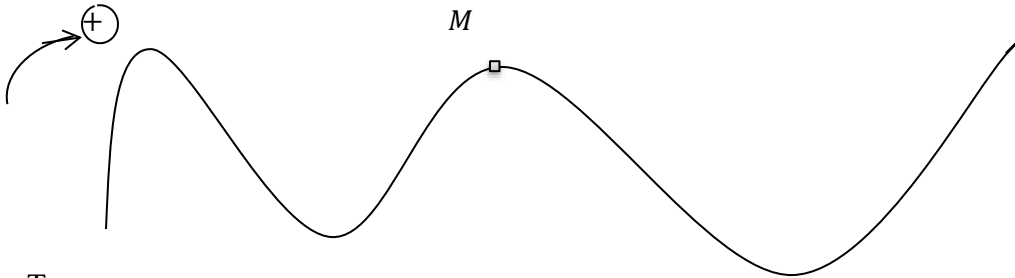




Notions sur la cinématique

❖ Accélération dans la base de Frenet

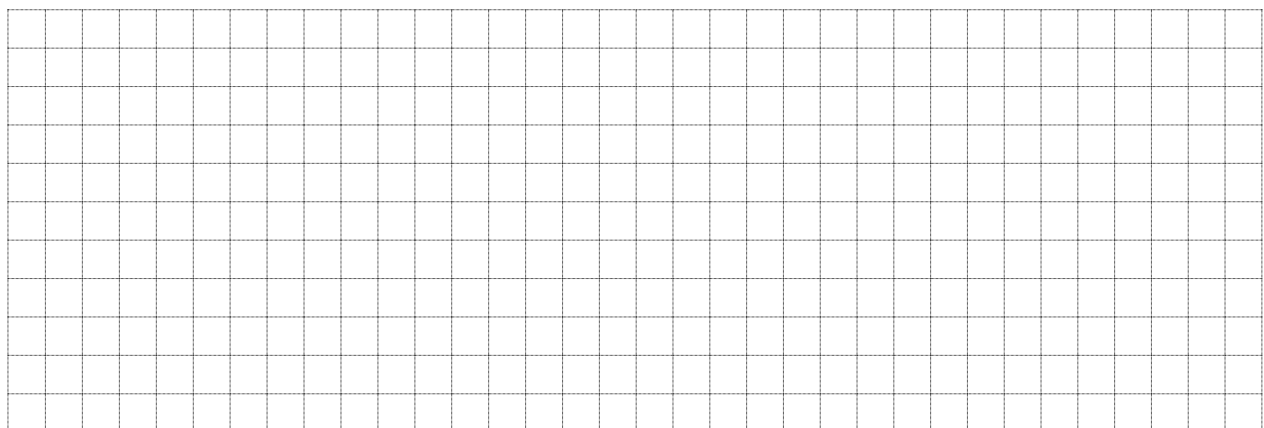
On considère la trajectoire curviligne d'un mouvement uniformément varié ci-dessous où le point M désigne la position du mobile (M) à l'instant t :

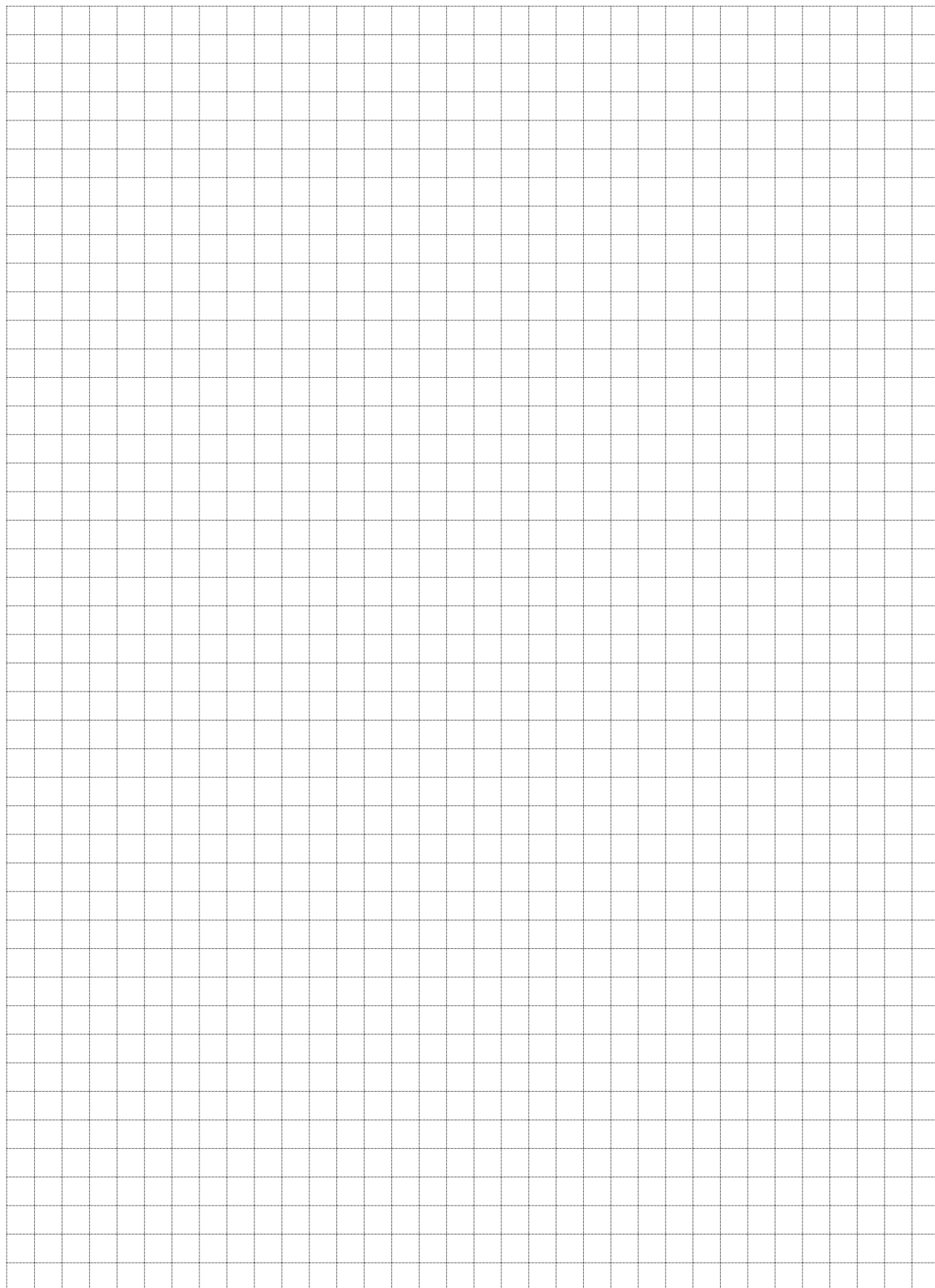


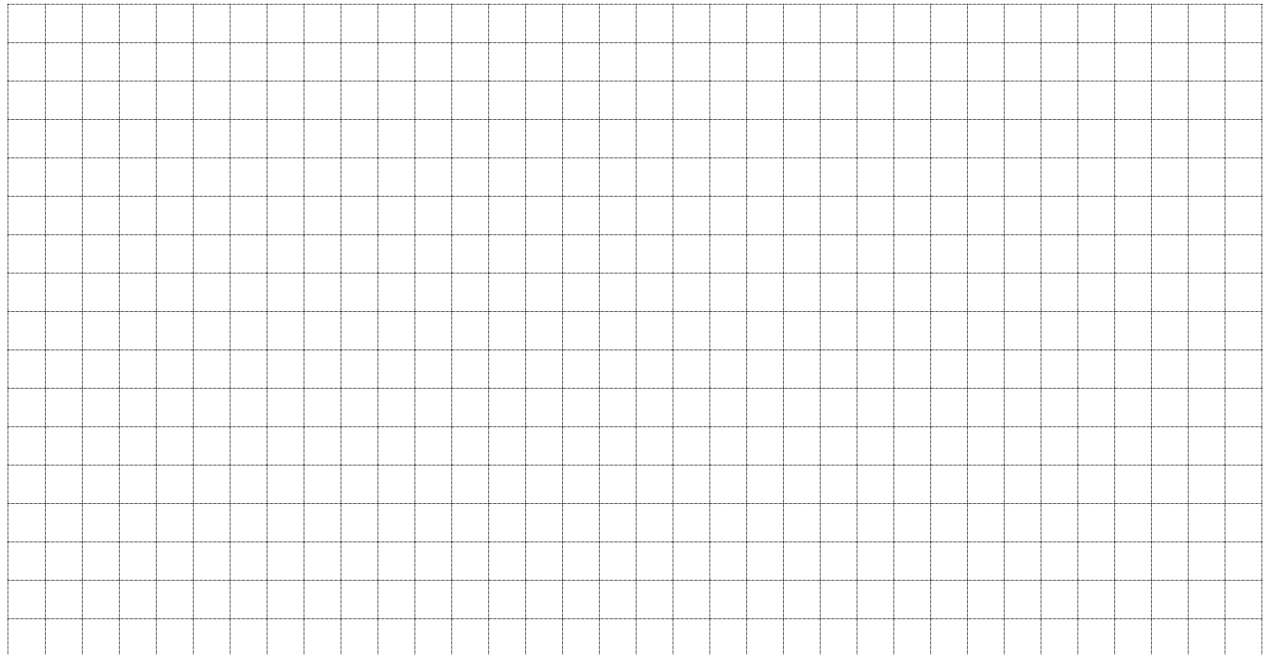
1. Trace :

- le vecteur vitesse $\vec{v}$ au point M ($\vec{v}$ a pour origine le point M et il est tangent à la courbe, dirigé dans le sens du mouvement) ;
 - le vecteur tangentiel $\vec{T}$ au point M ($\vec{T}$ est le vecteur unitaire suivant $\vec{v}$) ;
 - le vecteur normal $\vec{N}$ au point M ($\vec{N}$ est orthogonal à $\vec{T}$, dirigé vers la concavité c'est-à-dire l'intérieur de la courbe) ;
 - le vecteur accélération $\vec{a}$ au point M ($\vec{a}$ est oblique, dirigé vers la concavité) et décompose $\vec{a}$ suivant $\vec{T}$ noté $\vec{a}_t$ et suivant $\vec{N}$ noté $\vec{a}_n$.
2. $(M, \vec{T}, \vec{N})$ est le repère de Frenet. Ecris le vecteur accélération dans ce repère sous forme de composante. En déduis son intensité sachant que l'intensité de l'accélération tangentielle (a_t) est la dérivée de la vitesse par rapport au temps et celle de l'accélération normale (a_n) est le rapport du carré de la vitesse par le rayon de courbure (R).
 3. Que remarques-tu de l'accélération lorsque le mouvement est uniforme (vitesse constante) ?
 4. Que remarques-tu de la trajectoire lorsque le rayon de courbure est constant ?
 5. Représente l'accélération dans le repère de Frenet pour le mouvement circulaire uniforme.

Corrigé







❖ Mouvement périodique

- Le mouvement périodique est un mouvement qui se répète identique à lui-même pendant des intervalles de temps égaux. Exemples : le mouvement circulaire uniforme (mouvement des aiguilles d'une montre, rotation de la Terre autour du Soleil...), le mouvement rectiligne sinusoïdal.
- La période d'un mouvement périodique, notée T , est le temps mis par ce mouvement pour effectuer un tour de sa trajectoire. $T = \frac{2\pi}{\omega}$, la période T en seconde (s) et la pulsation ou vitesse angulaire ω en radian par seconde ($rad.s^{-1}$).
- La fréquence d'un mouvement périodique, notée N ou f , est le nombre de tours effectués par unité de temps de ce mouvement. $N = \frac{n \text{ tours}}{t}$

N s'exprime en *tours/t*, (*tour/s* = Hertz (Hz); *tours/min*; *tours/h*)

Remarque : La fréquence est l'inverse de la période : $N = \frac{1}{T}$, N s'exprime en Hertz (Hz) et T en seconde (s) alors $\omega = 2\pi.N$

- La relation entre la vitesse linéaire ou vitesse curviligne et la vitesse angulaire pour le mouvement circulaire uniforme est : $v = R.\omega$
 R est le rayon du cercle en m ; v est la vitesse linéaire en $m.s^{-1}$ et ω la vitesse angulaire en $rad.s^{-1}$

Exercices d'application

Exercice 1 :

Un cycliste aborde un virage circulaire de rayon 90 m. Sa vitesse, constante, est de 35 km/h. Calcule ses accélérations normale et tangentielle.

Exercice 2 :

Calcule la vitesse, la vitesse angulaire et l'accélération de l'extrémité de la grande aiguille d'une montre de 3 cm de diamètre.

Exercice 3 :

Un foret de 50 mm de diamètre tourne à une vitesse constante et effectue 20 tours en 6 secondes.

1. Calculer sa vitesse angulaire en tour par minute et en radian par seconde.
2. En déduis sa fréquence N en Hertz, sa période T en seconde et sa vitesse circonférentielle en mètre par seconde.

Exercice 4 :

Une roue de locomotive de 2 m de diamètre tourne à pleine allure à 350 tours par minute.

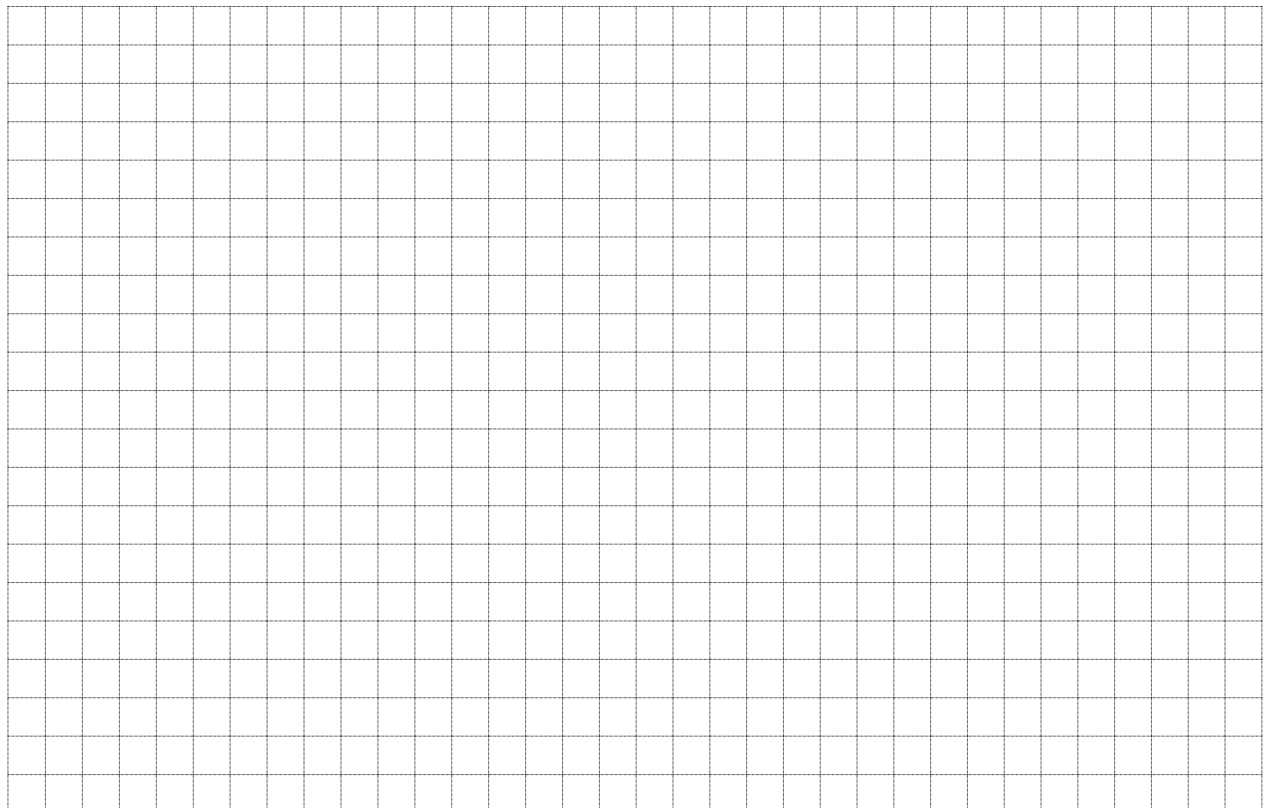
1. Calcule la vitesse circonférentielle de la roue.
2. Si on admet que la roue ne glisse pas sur le rail, cette vitesse est celle du train, donne sa valeur en km.h^{-1} .

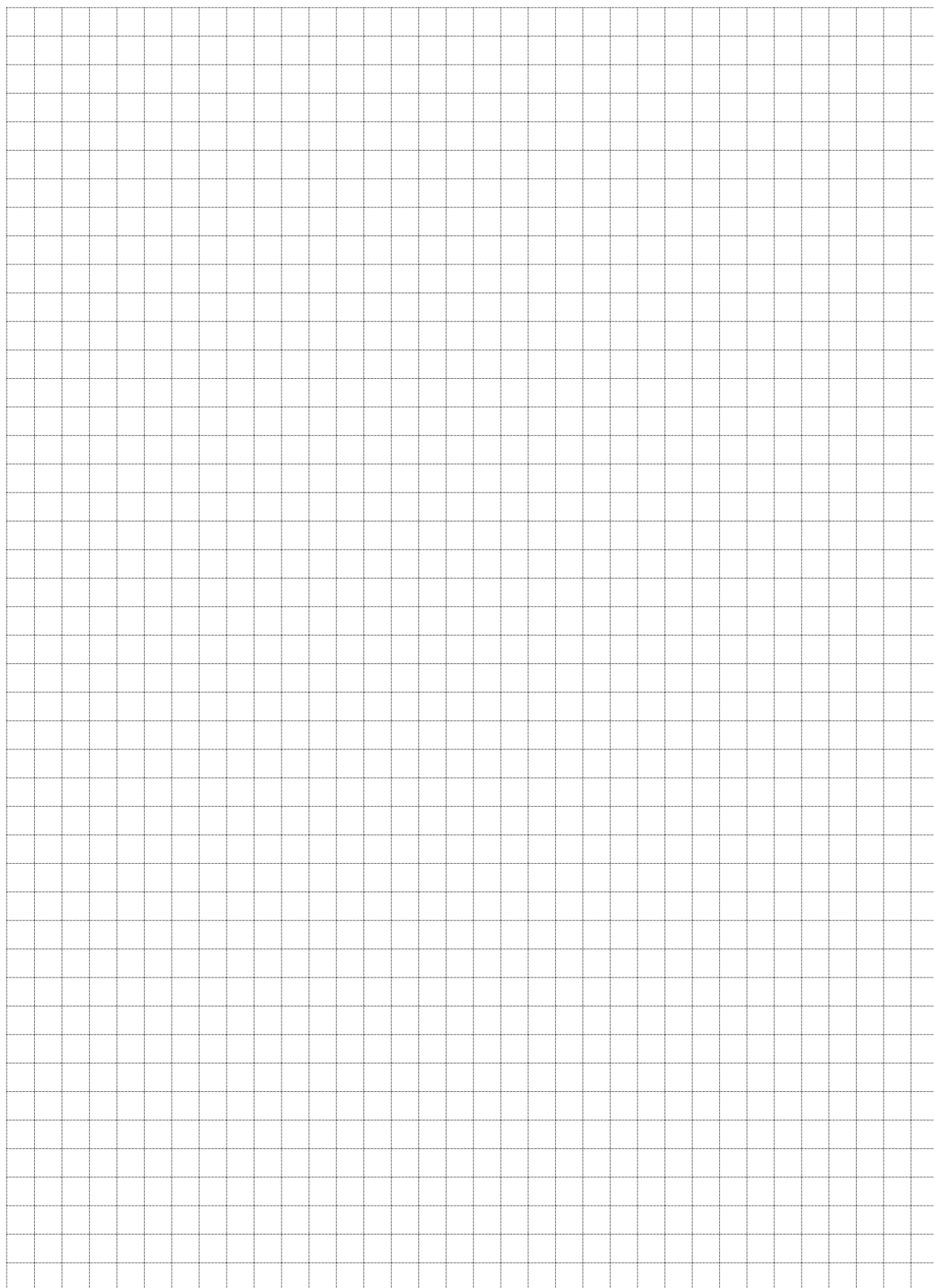
Exercice 5 :

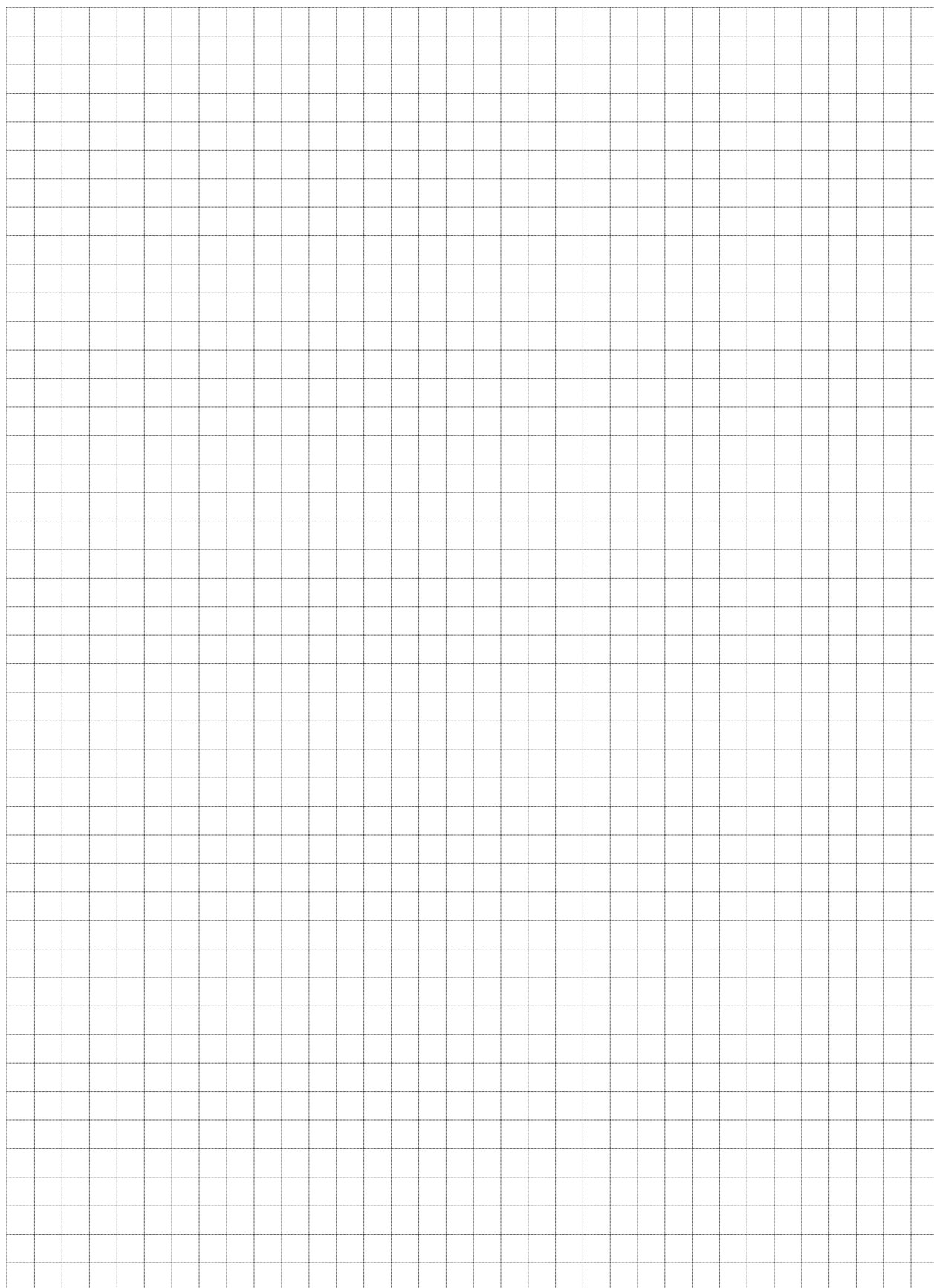
Un disque de diamètre 10 cm tourne autour d'un axe O , un point mobile du disque décrit une trajectoire circulaire avec une vitesse angulaire de $4,7 \text{ rad/s}$.

1. Calcule la fréquence de rotation du disque en tour par seconde et en tour par minute. En déduis le temps que mettra le disque pour faire un tour complet.
2. Calcule de deux manières la vitesse du point mobile en un point de sa trajectoire en m/s .

Corrigé







Situation-problème :

Comment peut-on identifier les isotopes d'un élément par combinaison de champ électrique et magnétique uniforme ?

Activité 1 : Force de Lorentz

La force magnétique (force de Lorentz) subie par une particule de charge q se déplaçant à la vitesse $\vec{v}$, dans un champ magnétique $\vec{B}$, est définie par : $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$.

➤ Consigne : (5 min)

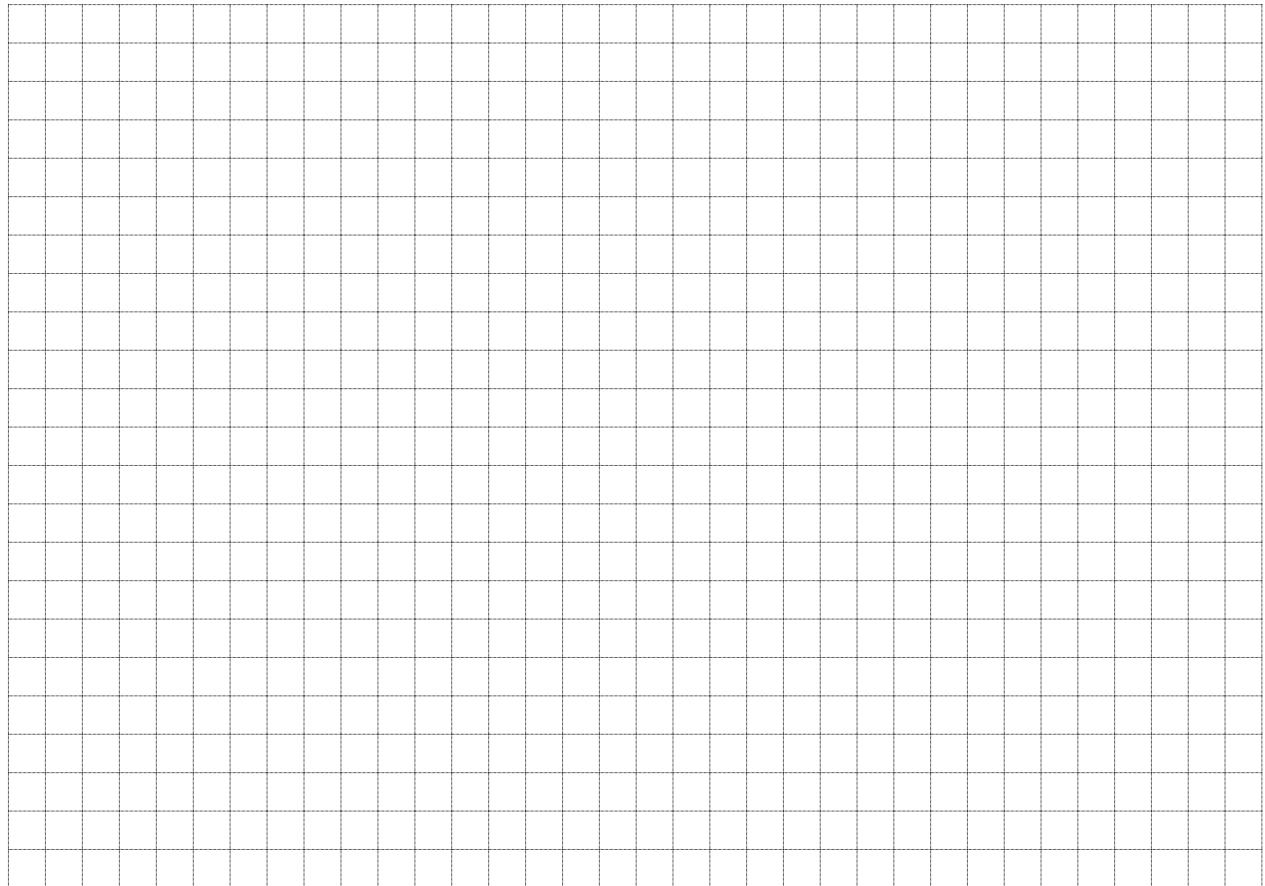
1. Ecris l'expression de l'intensité de $\vec{F}_m$. En déduis son intensité si $\vec{v}$ et $\vec{B}$ sont orthogonaux.
2. Sachant que le trièdre ($q\vec{v}$, $\vec{B}$, $\vec{F}_m$) est direct et peut être représenté par la main droite selon la règle suivante :

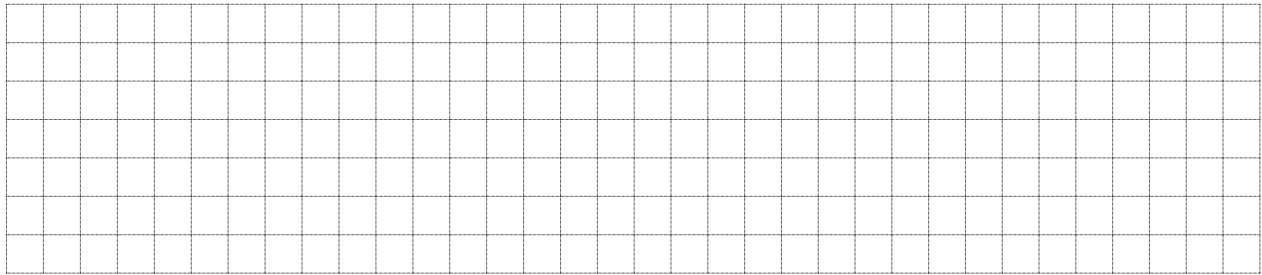
- la paume représente $\vec{B}$;
- le pouce représente $\vec{F}_m$;
- les autres doigts coincés représentent $q\vec{v}$.

Représente la force magnétique $\vec{F}_m$ dans chacun des cas suivants :

- a) $\vec{B} \otimes$ $\xrightarrow{q\vec{v}}$ b) $(q < 0) \vec{v} \xrightarrow{\vec{B} \odot}$ c) $\vec{v} \xrightarrow{\vec{B} \otimes} (q > 0)$ d) $\vec{B} \uparrow$ $\xrightarrow{q\vec{v}}$ e) $\vec{B} \odot \xrightarrow{q\vec{v}}$

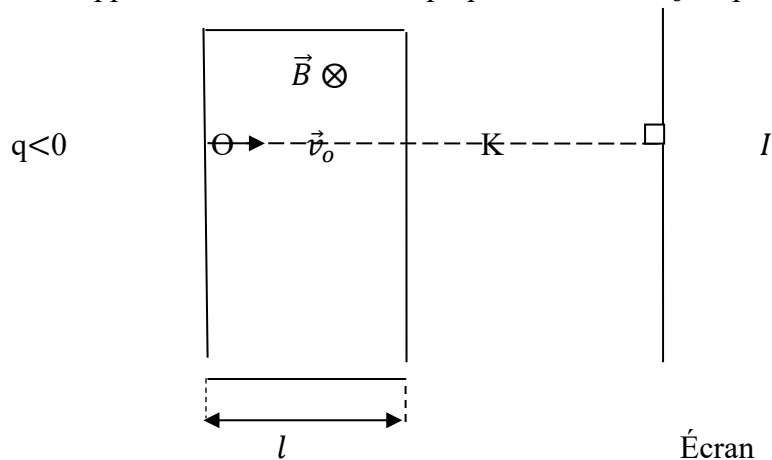
➤ Synthèse partielle :





Activité 2 : Etude du mouvement (cas où le vecteur vitesse et le vecteur champ magnétique sont orthogonaux)

La figure ci-dessous représente le mouvement d'une particule de charge q ($q < 0$) dans un champ magnétique uniforme. La particule pénètre en O dans le champ (à l'instant $t = 0$) avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ ($\vec{v}_0$ orthogonale à $\vec{B}$), y évolue sur une trajectoire que nous allons rechercher et sort du champ en S. La trajectoire devient rectiligne à partir de S (d'après le principe de l'inertie) et la particule vient frapper un écran fluorescent perpendiculaire à $\vec{v}_0$ au point P.



➤ Consigne : (10 min)

1. Détermination de l'accélération :

Sachant que la force magnétique $\vec{F}_m$ est la seule force utile, applique la 2^{ème} loi de Newton au mouvement de la particule et détermine le sens et l'intensité du vecteur accélération $\vec{a}$. Représente $\vec{F}_m$ et $\vec{a}$ à l'instant $t = 0$.

2. Nature de la trajectoire :

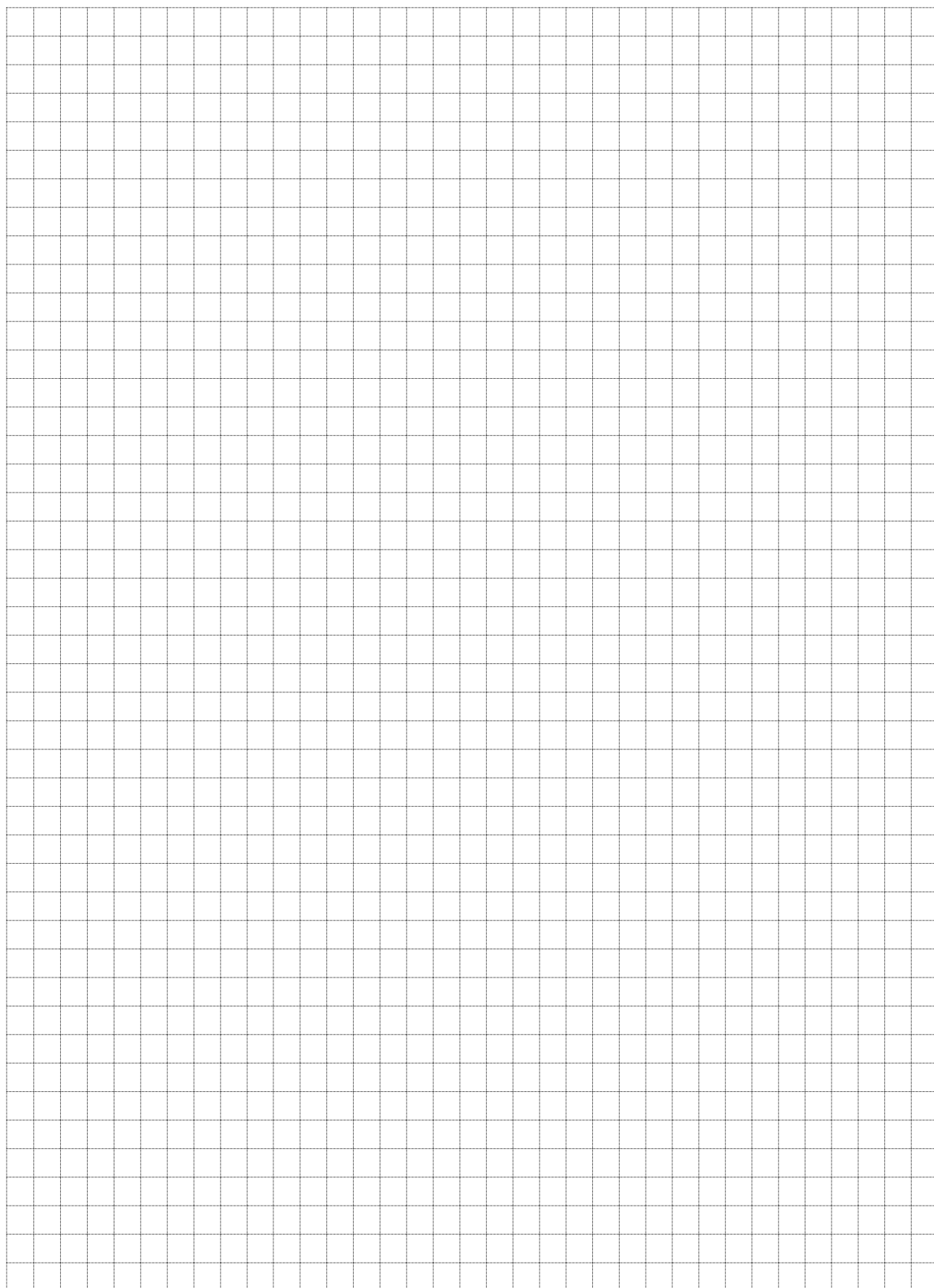
Choisis un axe OZ perpendiculaire au plan de la figure et établis l'équation horaire du mouvement de la particule suivant cet axe. En déduis la nature de la trajectoire.

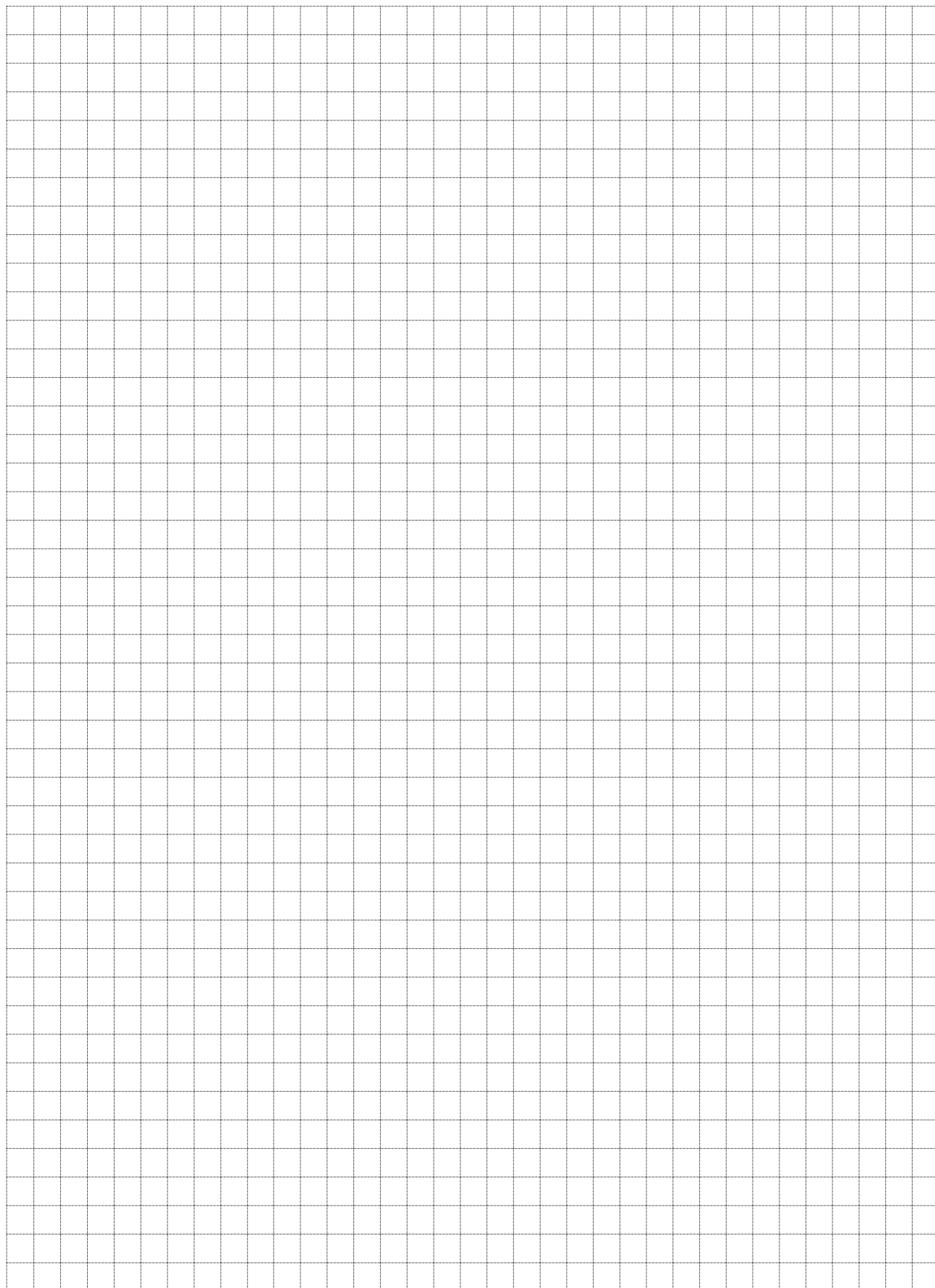
3. Nature du mouvement :

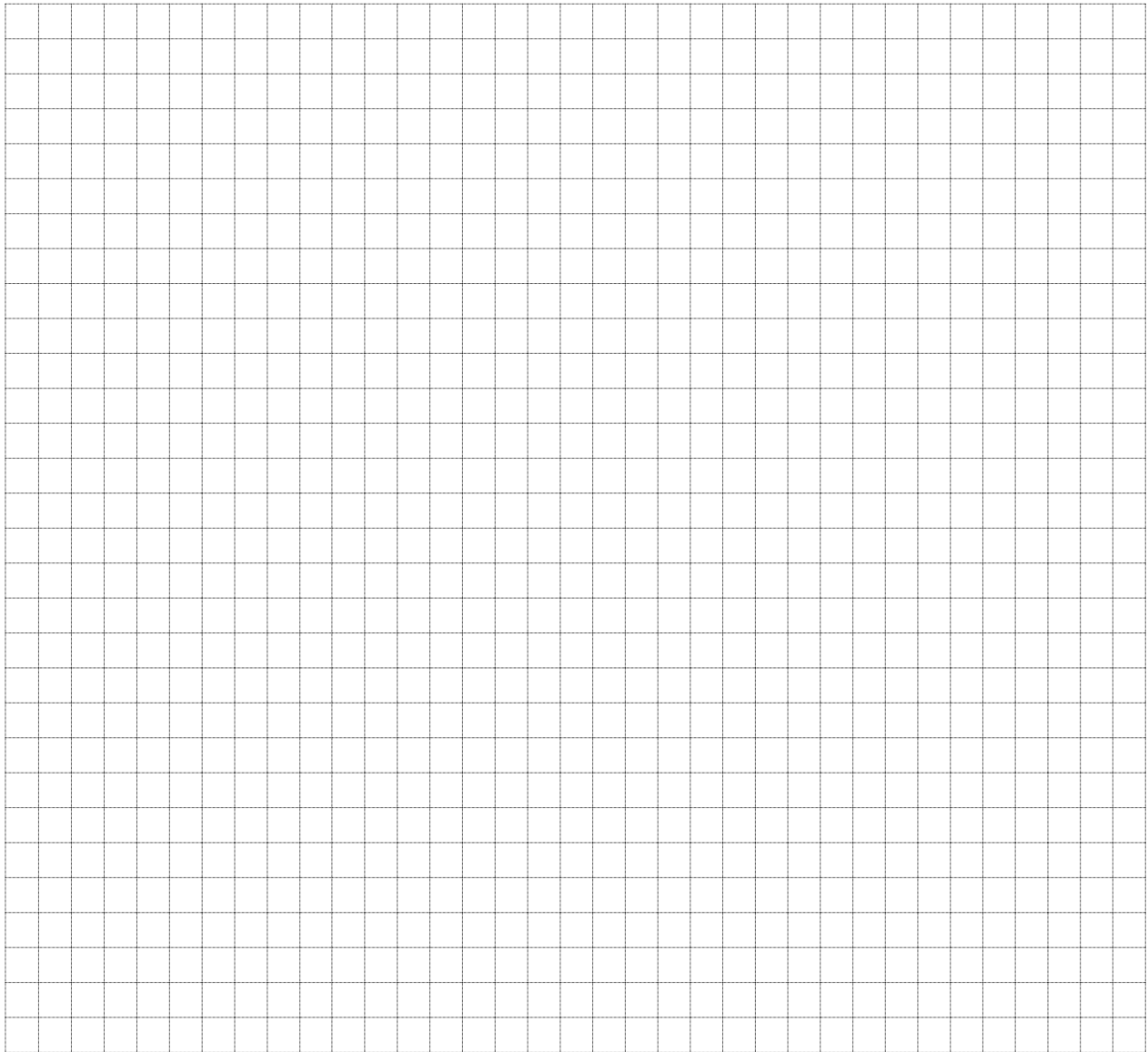
Donne les composantes du vecteur accélération dans la base de Frenet à l'instant $t = 0$. En déduis la nature du mouvement (vitesse et trajectoire). Exprime la trajectoire en fonction de q, v_0, B , et m (masse de la particule).

4. Sur la figure, trace la trajectoire de la particule du point O jusqu'au point P sur l'écran.

➤ Synthèse partielle :







Activité 3 : Déviation et déflexion magnétiques

➤ Consigne : (10 min)

1. Complètement de la figure :

Représente $\vec{v}_S$, vitesse au point de sortie S. Place le point J, intersection des droites (O, K) et (S, P) puis trace α angle formé par ces deux droites au point J. Place le point O' tel que le rayon de courbure $R = OO' = SO'$. Remarque que les droites (O, O') et (S, O') forment le même angle α .

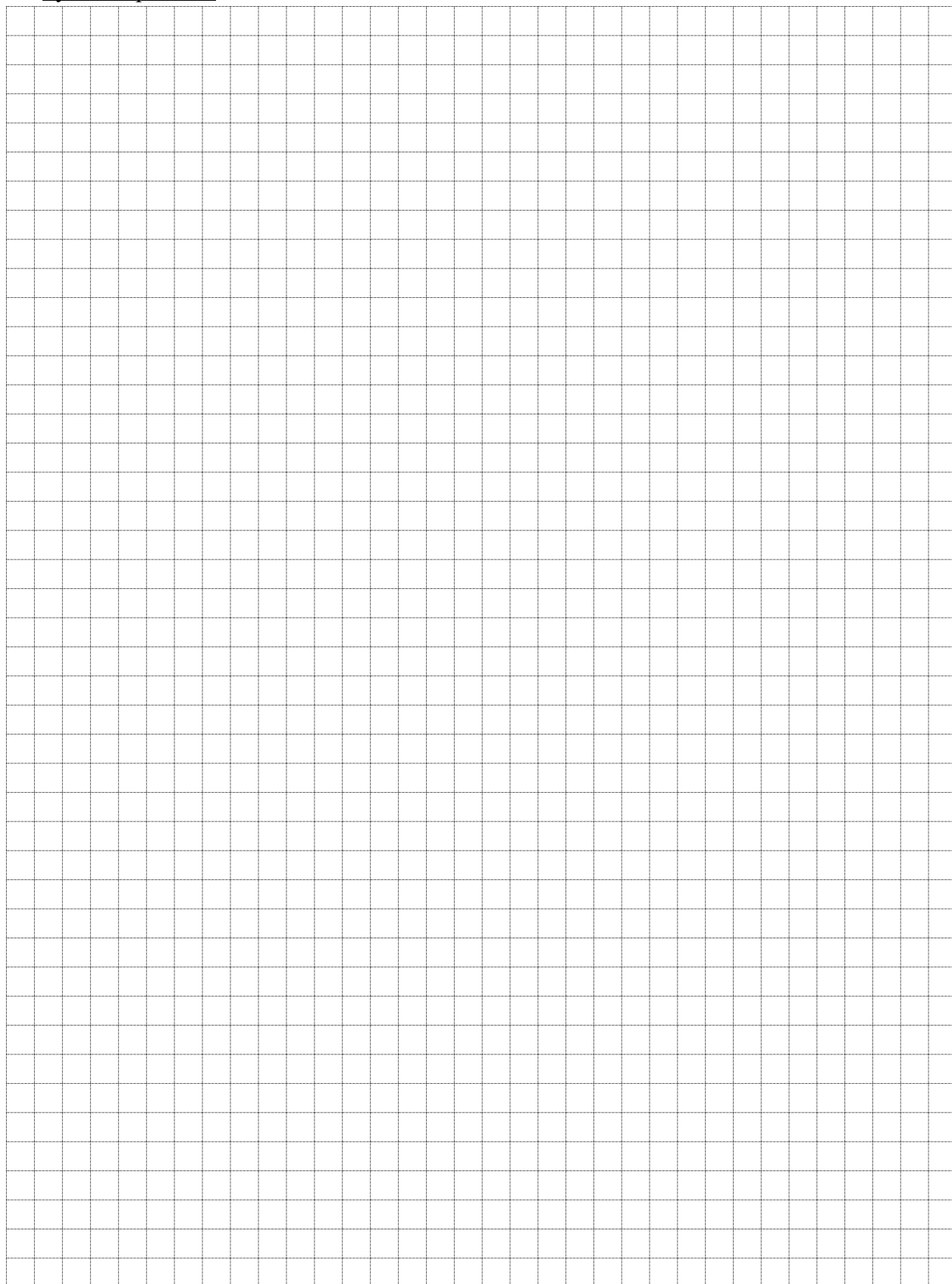
2. Déviation magnétique :

2.1. En te référant de la définition de la déviation électrostatique, définis la déviation magnétique.

2.2. Pour des déviations faibles ($l \ll R$) le point S est voisin du point K ainsi le triangle OO'S rectangle en S est approximativement égal au triangle OO'K. Ecris $\tan \alpha$ ou $\sin \alpha$ en fonction de R et l puis en fonction de m, q, v_o , B et l .

3. Définis la déflexion magnétique et établis son expression.

➤ Synthèse partielle :





Activité 4 : Application au spectrographe de masse

❖ Principe

Le spectrographe de masse est un appareil qui permet de trier des ions de masses différentes mais de même charge.

❖ Description

L'appareil comprend

- Une chambre d'ionisation où l'on produit avec une vitesse sensiblement nulle des ions de masse différente mais de même charge ;
- Une chambre d'accélération entre les fentes F et F' où les ions sont accélérés par un champ électrostatique.
- Une chambre de déviation où les ions entrent dans un champ magnétique uniforme et ont pour trajectoire un demi-cercle de rayon R qui dépend de la masse de la particule. Des ions de masses

différentes m_1 et m_2 viennent alors se rassembler dans les collectes C_1 et C_2 où ils sont recueillis séparément à l'état d'atome.

❖ Utilisation :

Le spectrogramme de masse est un appareil très utile. Il permet de mesurer la masse des isotopes ; d'identifier les isotopes d'un élément ; de déterminer le pourcentage de chaque isotope contenu dans un élément ; d'analyser un mélange gazeux ou solide, de préciser la formule des composés organiques.

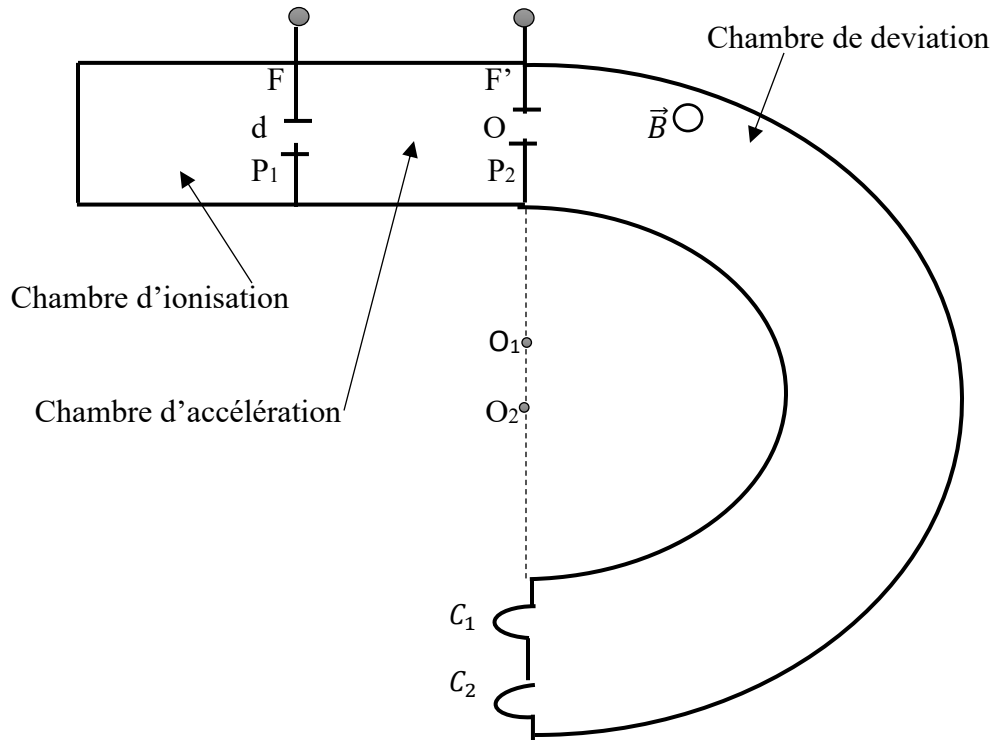


Schéma du spectrographe de masse

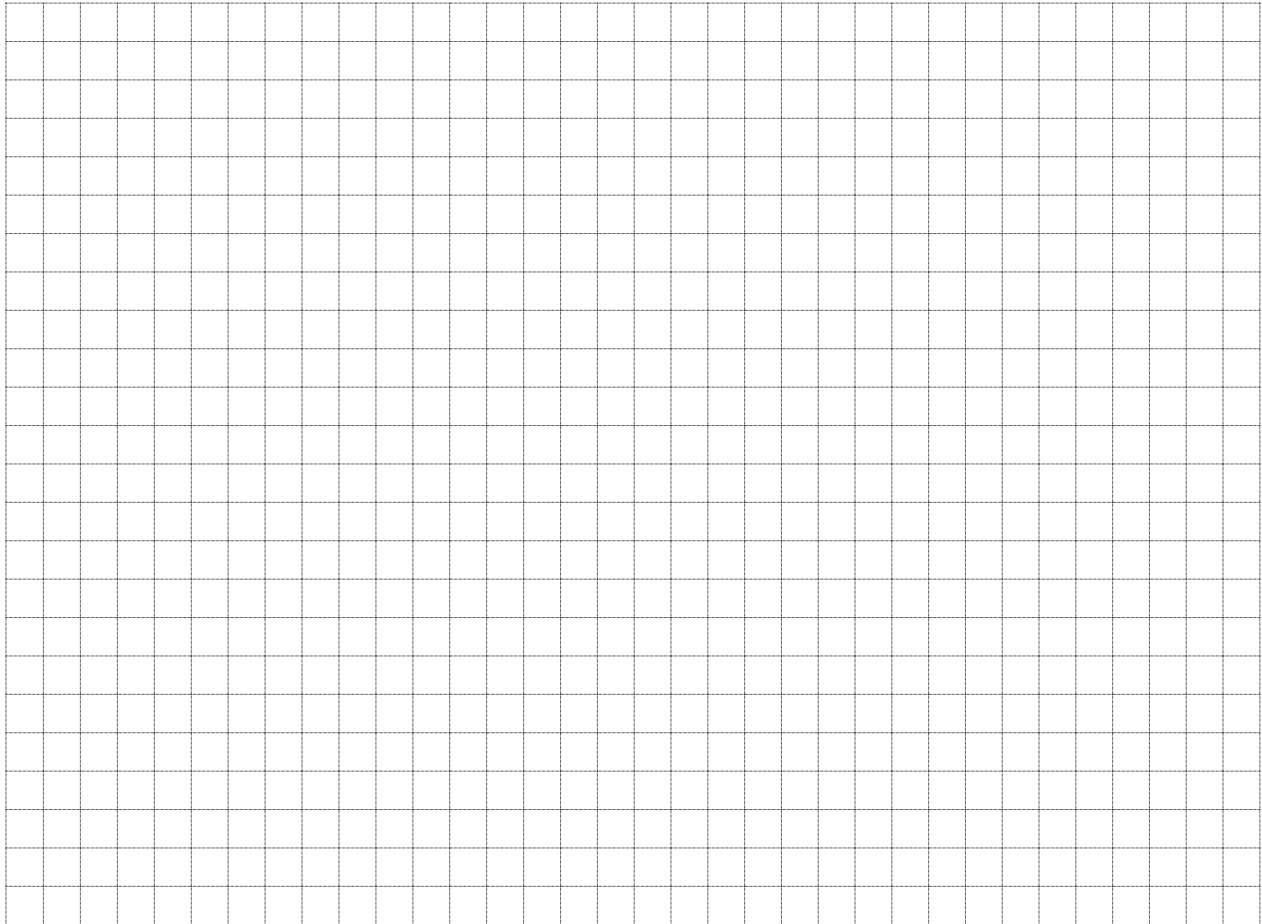
On considère deux ions (ion 1 : $^{16}\text{O}^{2-}$; ion 2 : $^{18}\text{O}^{2-}$) dans la chambre d'ionisation de même charge $q = -2e$ et de masses $m_1 = A_1 \cdot m_n = 16m_n$, $m_2 = A_2 \cdot m_n = 18m_n$ avec $m_n = u = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. m_n est la masse du nucléon et u l'unité atomique.

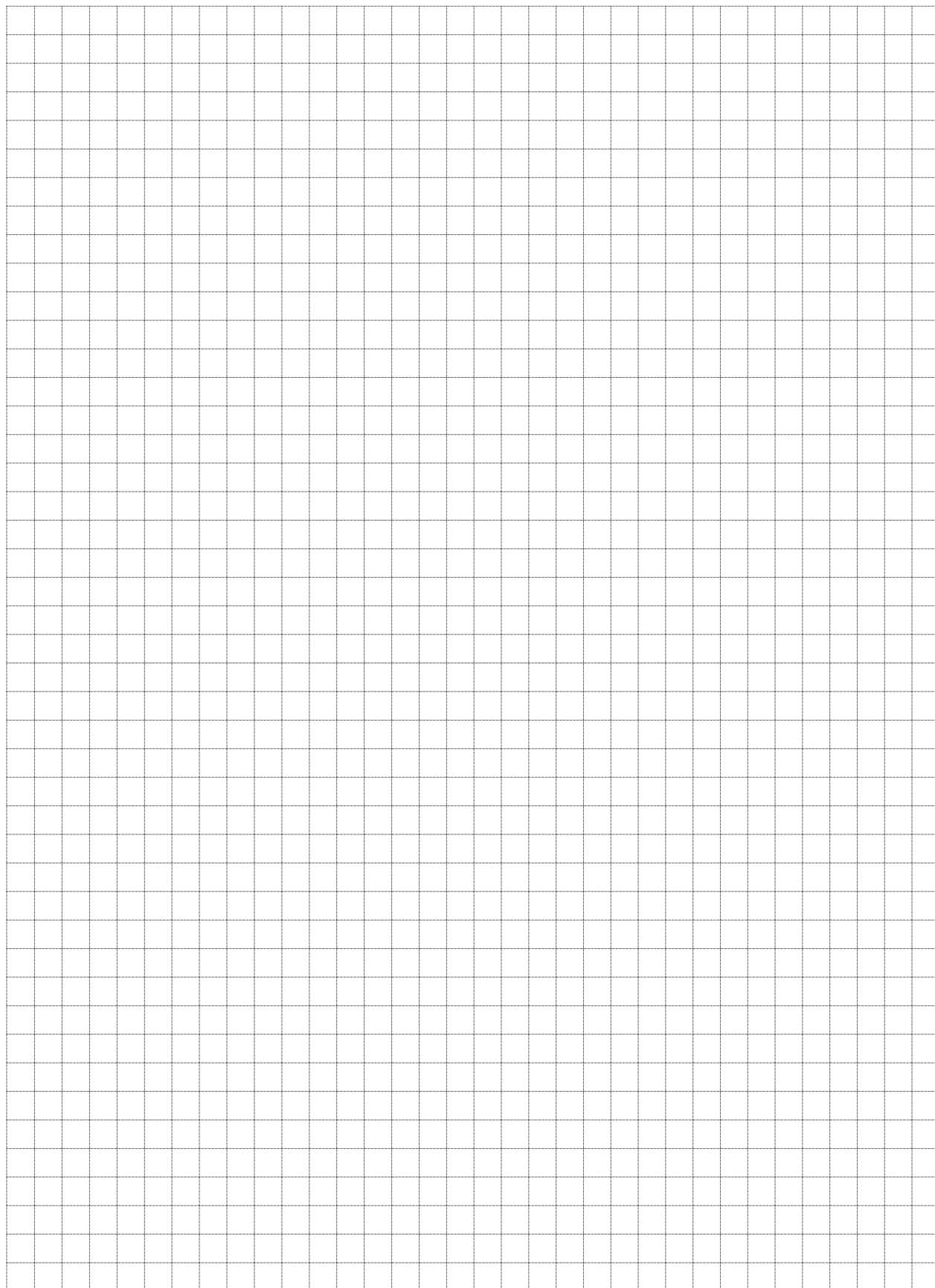
➤ Consigne :

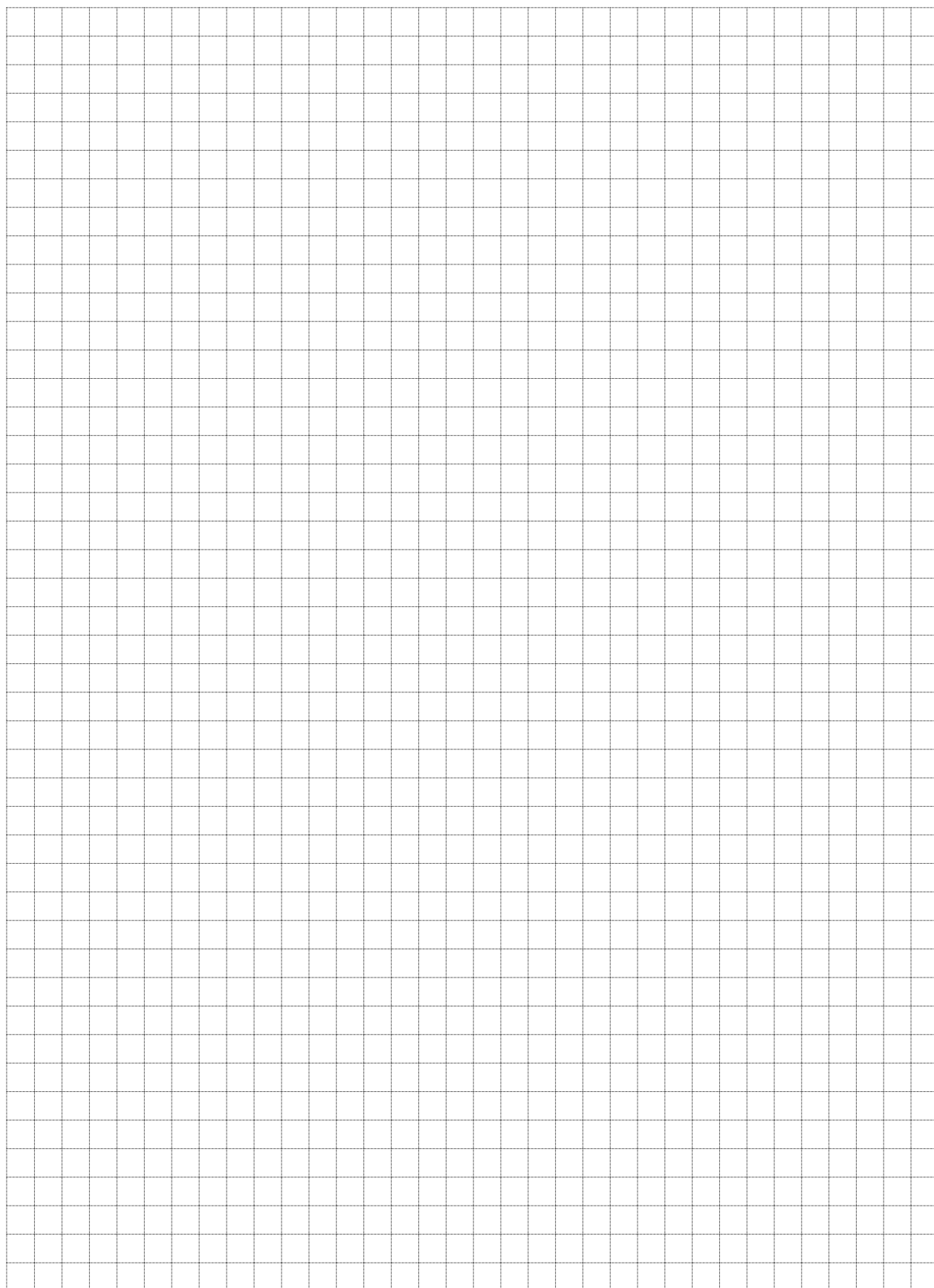
1. Donne le signe de la tension $U_{P_1 P_2}$ pour que les particules (ions) soient accélérées entre P_1 et P_2 . Représente alors le champ électrique uniforme $\vec{E}$.
2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique aux ions entre l'entrée O et la sortie O' du champ électrique uniforme, on obtient l'expression de la vitesse d'entrée des ions dans la chambre de déviation (vitesse à la sortie du champ électrostatique) par $v_0 = \sqrt{\frac{2|q| \cdot U}{m}}$ avec $U = |U_{P_1 P_2}|$.

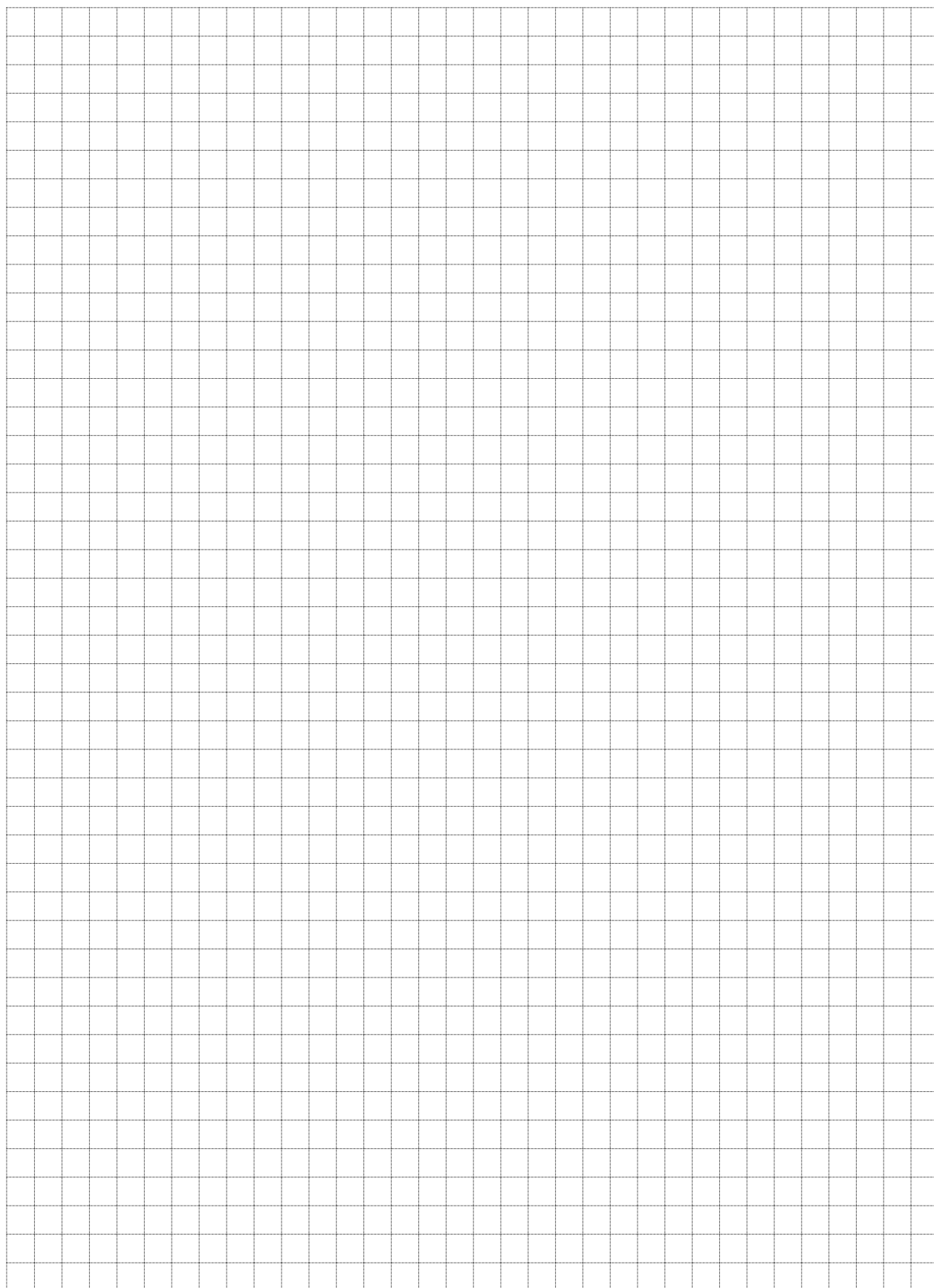
- 2.1. Ecris l'expression de la vitesse d'entrée v_{0_1} de l'ion 1 en fonction de q, U, A_1 et m_n .
- 2.2. Ecris l'expression de la vitesse d'entrée v_{0_2} de l'ion 2 en fonction de q, U, A_1 et m_n .
- 2.3. Précise la plus grande vitesse entre v_{0_1} et v_{0_2} en justifiant ta réponse.
3. Donne le signe du champ magnétique $\vec{B}$ pour que les ions se rassemblent dans les collectes C_1 et C_2 en justifiant ta réponse.
4. Dans la chambre de déviation où règne un champ magnétique uniforme, l'étude du mouvement des ions montre que l'expression du rayon de courbure est $R = \frac{v_0 m}{|q|B}$
- 4.1. Etablis l'expression du rayon R en fonction de q, B, m et U .
- 4.2. En déduis l'expression du rayon R_1 de l'ion 1 en fonction de q, B, A_1, m_n et U , puis celle du rayon R_2 de l'ion 2 en fonction de q, B, A_2, m_n et U .
- 4.3. Précise le plus grand rayon entre R_1 et R_2 en justifiant ta réponse. En déduis l'ion recueilli dans la collecte C_1 et celui recueilli dans la collecte C_2 .
5. Représente : les trajectoires des ions dans la chambre de déviation, les vitesses $\vec{v}_{0_1}$ et $\vec{v}_{0_2}$, le rayon R_1 de centre O_1 et le rayon R_2 de centre O_2 .
6. Montre que la distance entre les deux collectes est : $C_1 C_2 = 2(R_2 - R_1)$

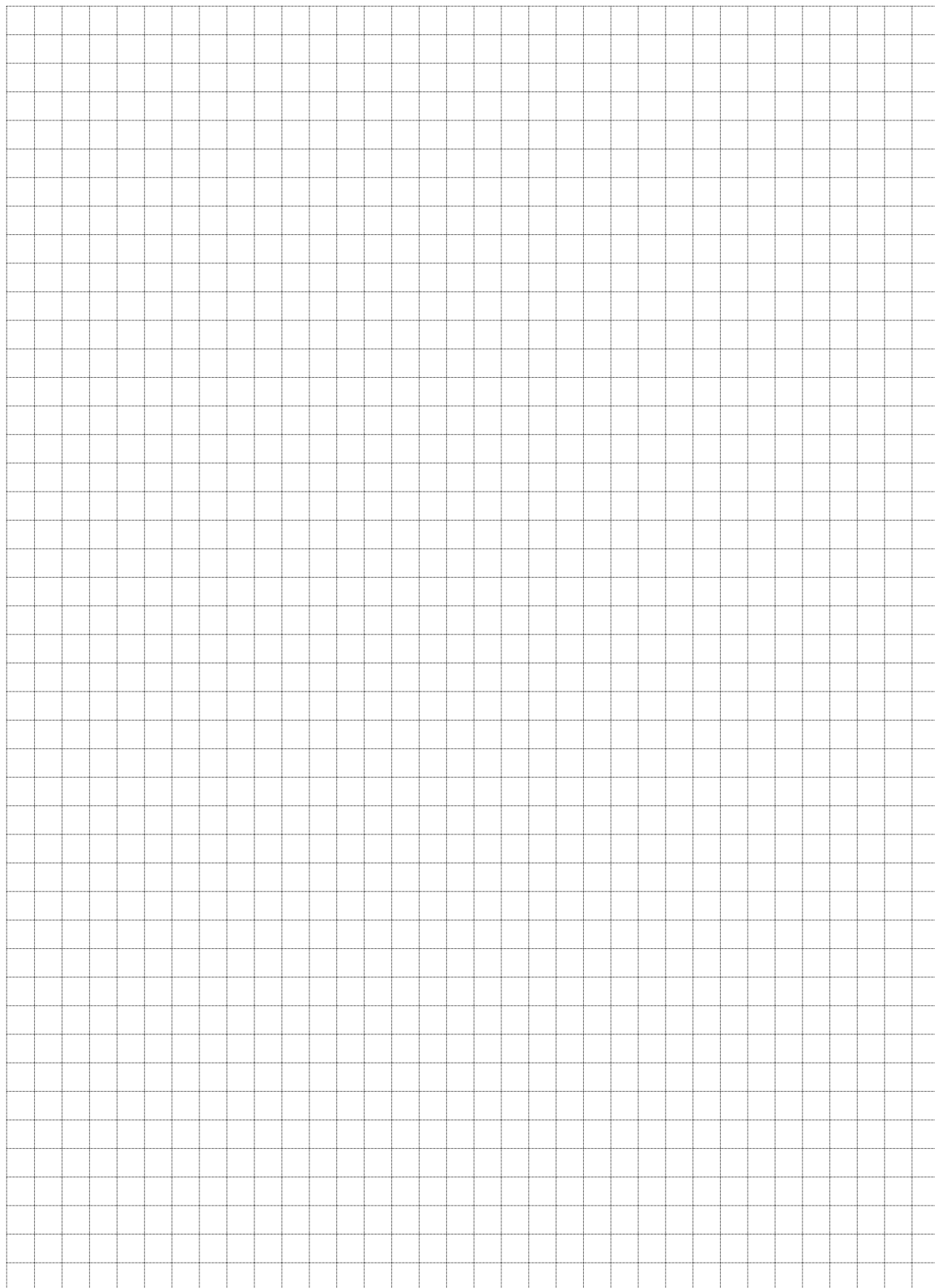
➤ Synthèse partielle :



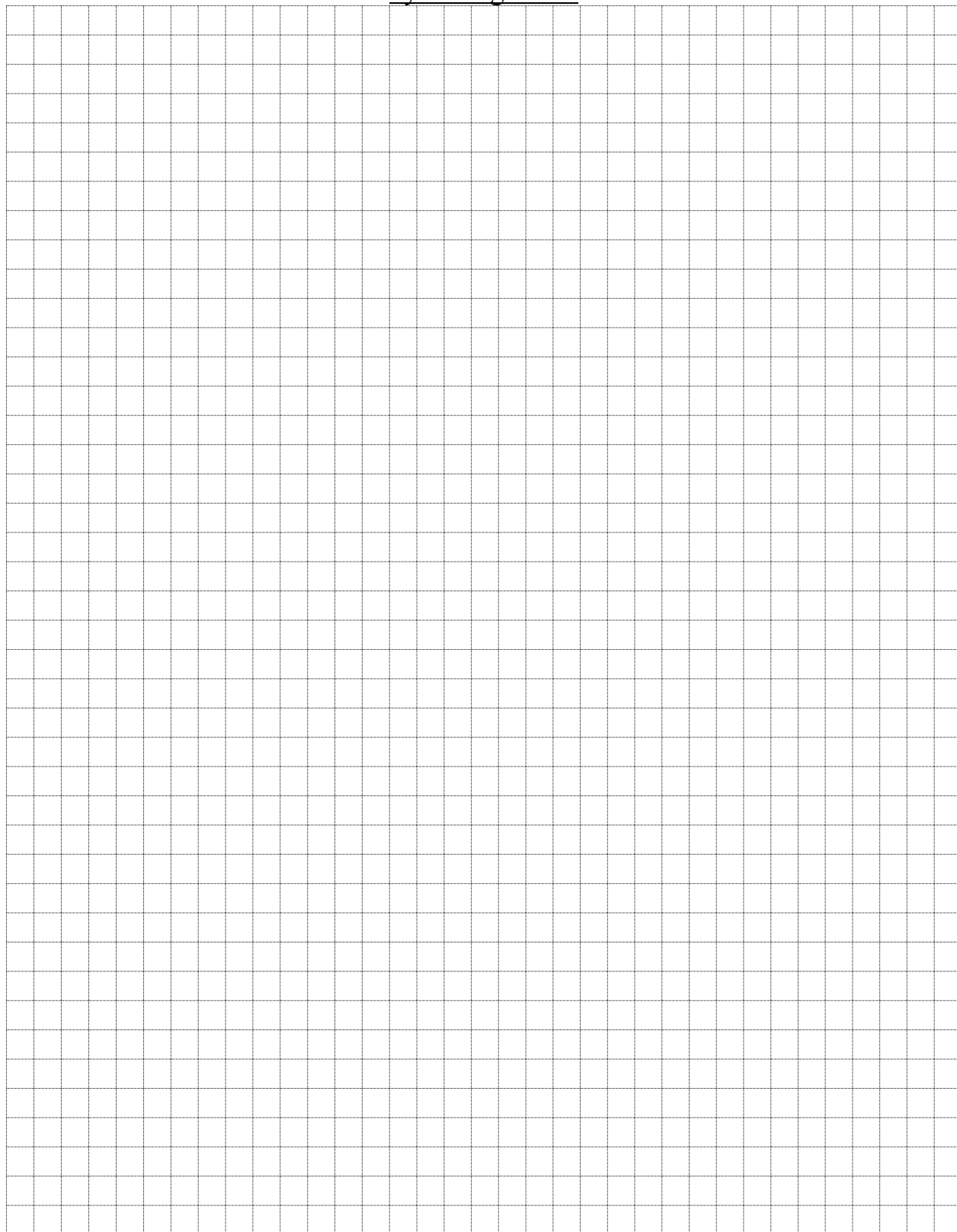


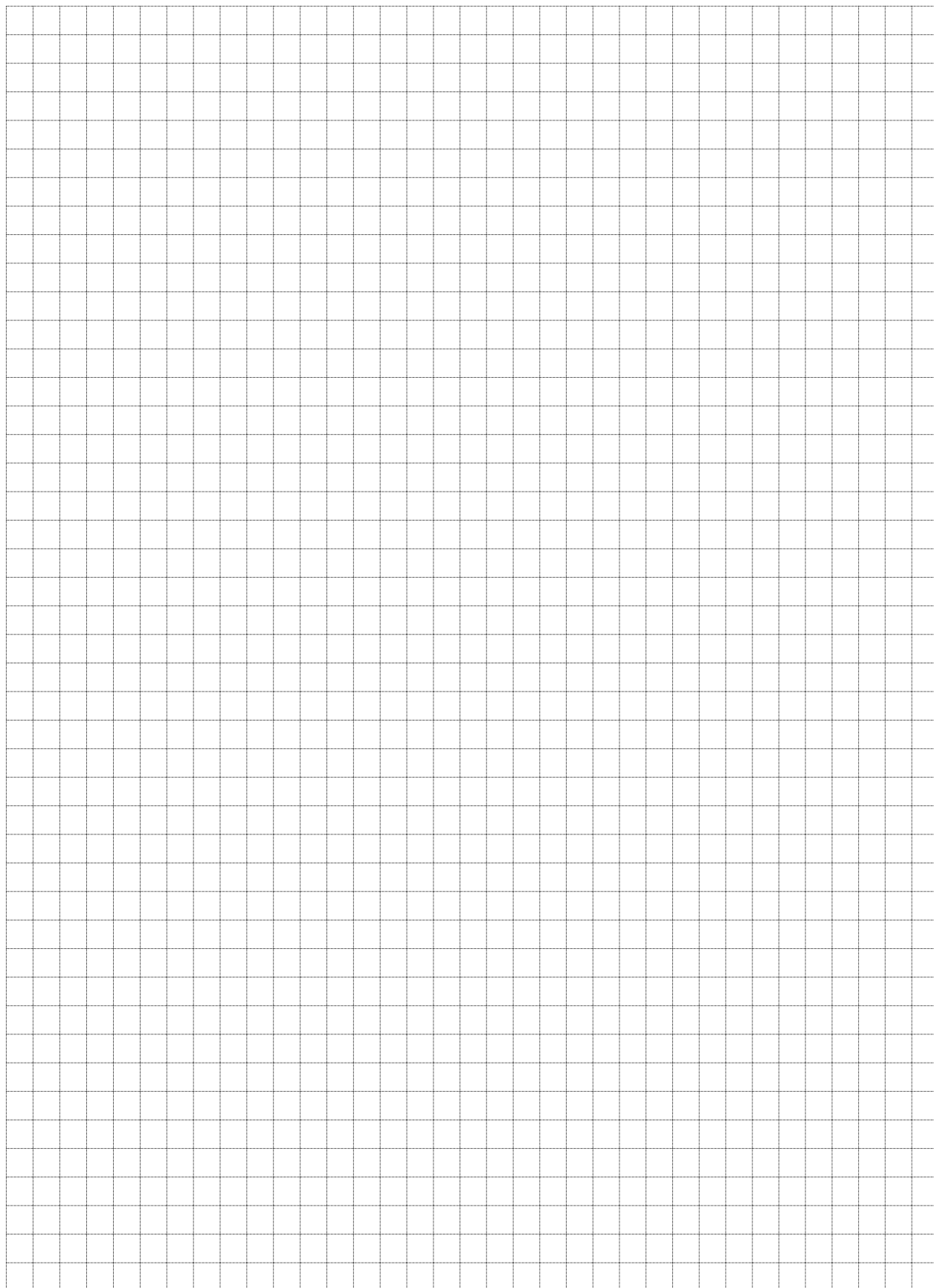


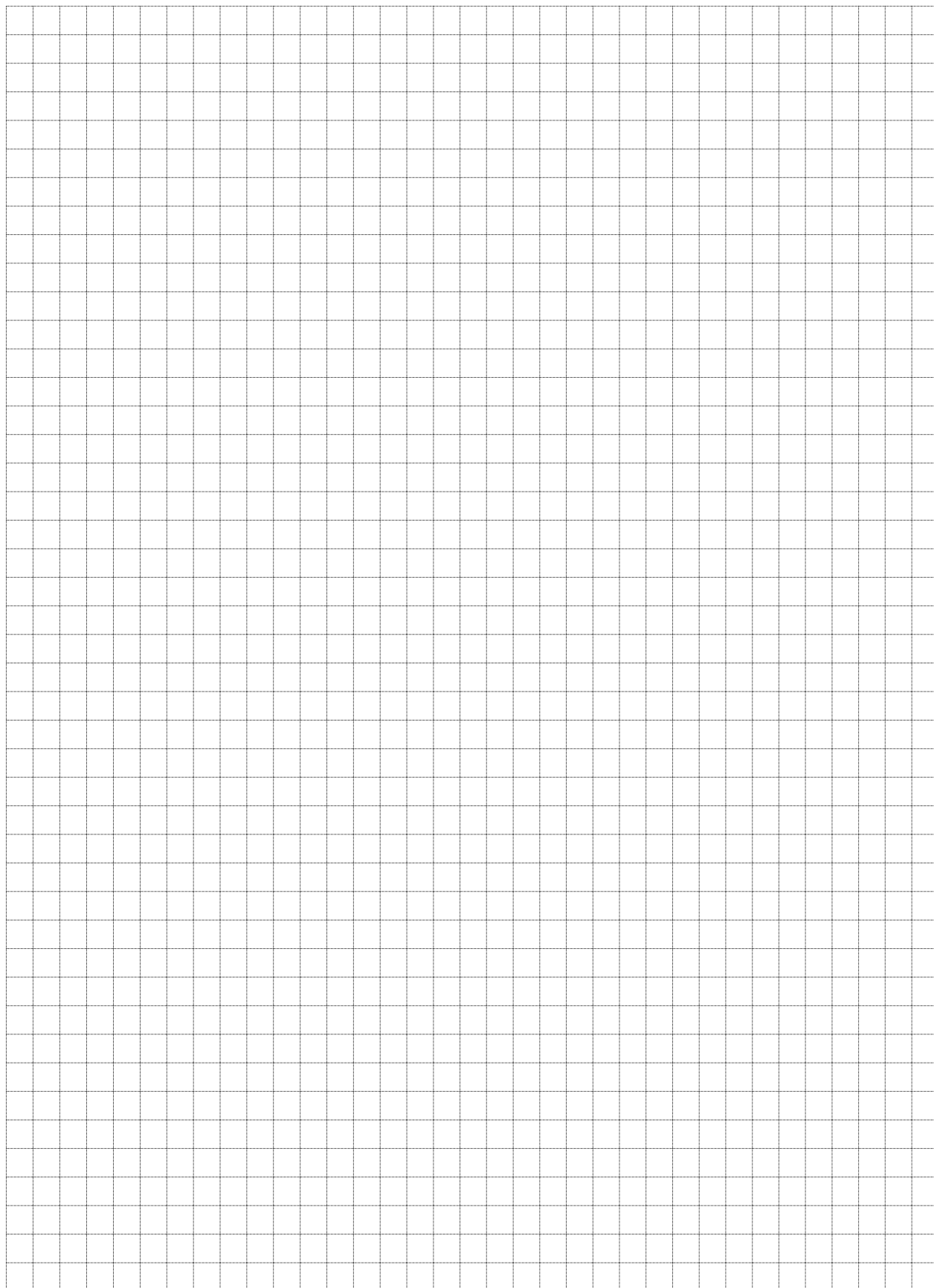




Synthèse générale



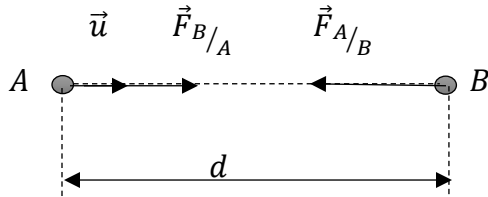




SÉQUENCE 4 : APPLICATION DU PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE AU MOUVEMENT D'UN SATELLITE TERRESTRE

Notions indispensables sur la gravitation

➤ Les forces de gravitation sont les forces d'attraction qui s'exercent entre deux corps.
Soient deux corps A et B distants de d .



La force exercée par le corps A sur le corps B est $\vec{F}_{A/B}$ et celle exercée par le corps B sur le corps A est $\vec{F}_{B/A}$.

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_{A/B} &= -\frac{G \cdot m_A \cdot m_B}{d^2} \vec{u} \\ \vec{F}_{B/A} &= \frac{G \cdot m_A \cdot m_B}{d^2} \vec{u} \end{aligned} \right\} \text{Expressions vectorielles alors } \vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

$$\left. \begin{aligned} F_{A/B} &= \frac{G \cdot m_A \cdot m_B}{d^2} \\ F_{B/A} &= \frac{G \cdot m_A \cdot m_B}{d^2} \end{aligned} \right\} \text{Expressions des intensités alors } F_{A/B} = F_{B/A} = F = \frac{G \cdot m_A \cdot m_B}{d^2}$$

$\vec{u}$: vecteur unitaire de la droite (A, B) . $\|\vec{u}\| = \|-\vec{u}\| = u = 1$.

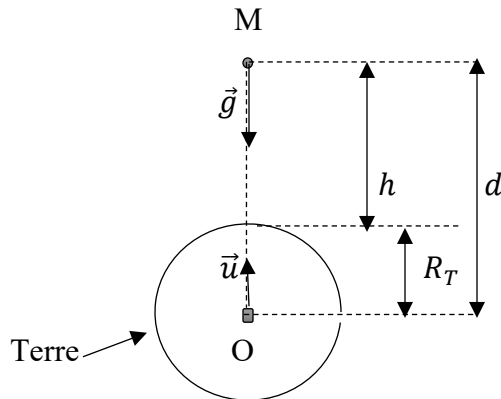
m_A et m_B : masses respectivement des corps A et B en (kg)

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$: constante d'attraction universelle de Newton en $(\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2})$ ou en $(\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^2)$.

➤ On appelle champ de gravitation ou champ gravitationnel toute région de l'espace dans laquelle un corps est soumis à une force gravitationnelle.

Le phénomène de la gravitation (attraction) est généralement observable aux voisinages des planètes à cause de la valeur élevée de leur masse. On représente une planète par un cercle et la distance d'attraction se mesure à partir du centre du cercle.

On considère le champ $\vec{g}$ créé par la Terre au point M à une altitude h du sol.



$$\vec{g} = -\frac{G.M_T}{d^2}\vec{u} = -\frac{G.M_T}{(R_T+h)^2}\vec{u}, \text{ en intensité } g = \frac{G.M_T}{(R_T+h)^2}$$

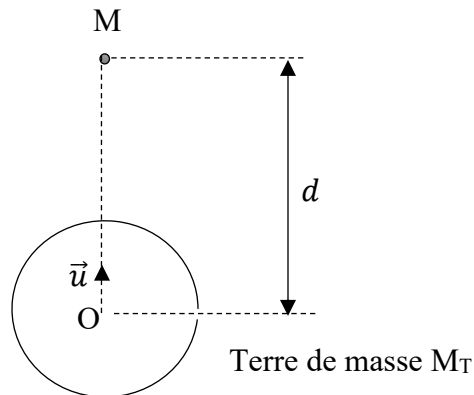
R_T : rayon de la Terre, en (m)

M_T : masse de la Terre, en (kg)

g s'exprime en $m.s^{-2}$ ou en $N.kg^{-1}$

Exercices d'application

Exercice 1 :

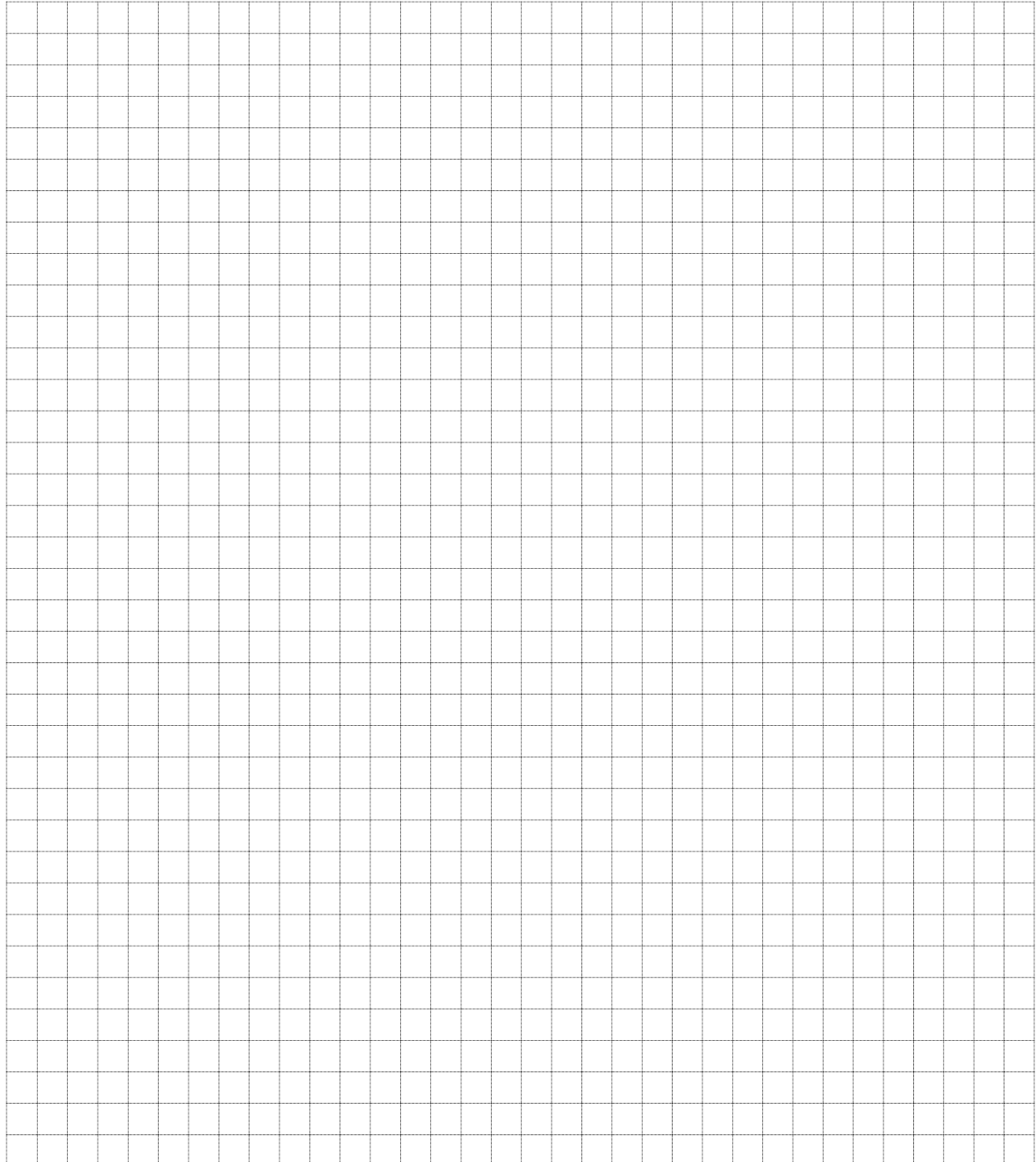


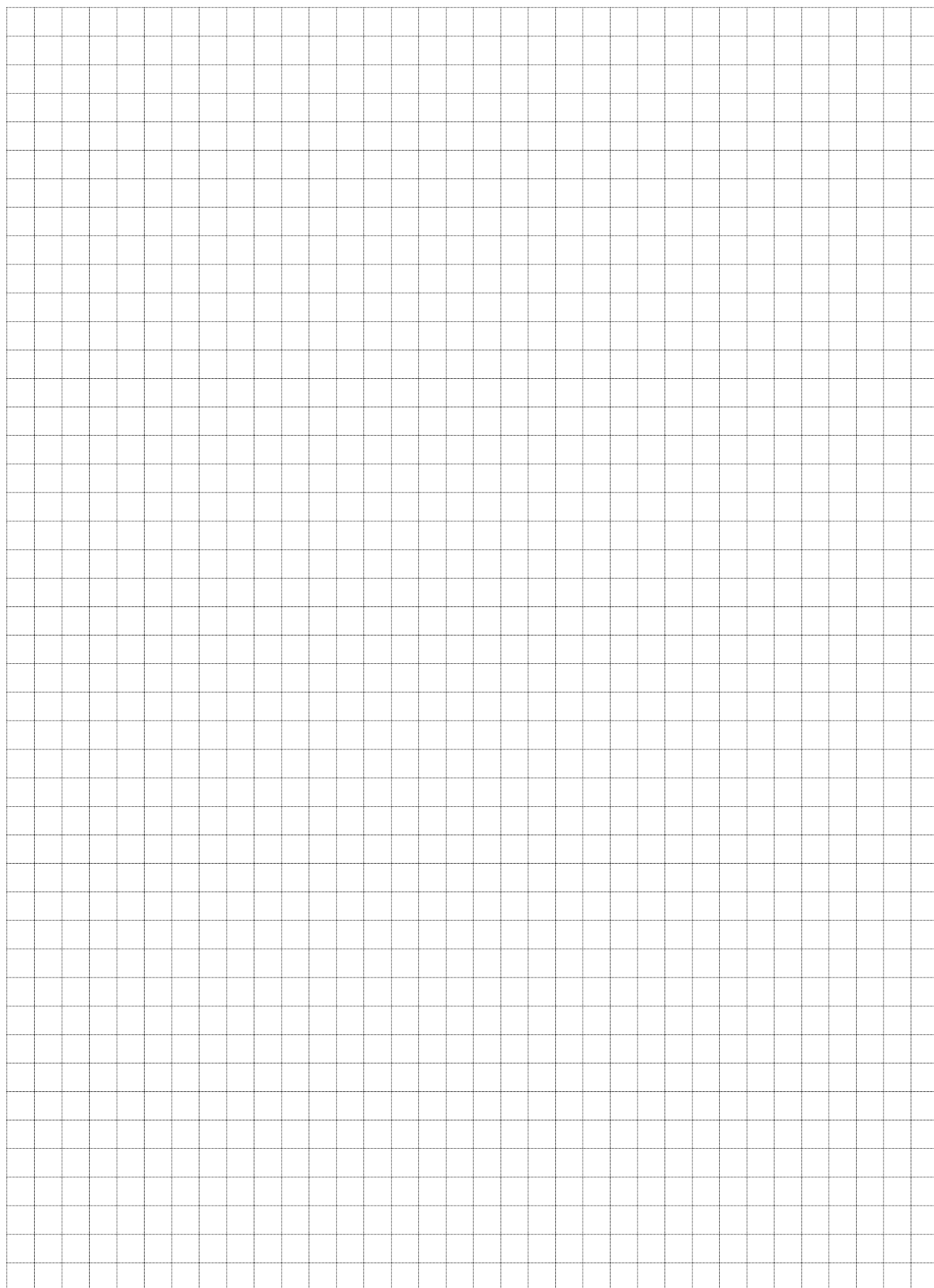
1. Représente sur la figure le champs $\vec{g}$ créé par la Terre au point M.
2. Ecris l'expression vectorielle de $\vec{g}$ puis celle de son intensité.
3. Montre à partir de cette expression que le champ g existe au point M même en l'absence de tout corps. En-est-il de même avec la force de gravitation ? Justifie ta réponse.
4. On place au point M un solide (S) de masse m .
 - 4.1. Représente la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par la Terre sur le solide (S).
 - 4.2. Donne l'expression vectorielle de $\vec{F}$. En déduis la relation entre les vecteurs $\vec{F}$ et $\vec{g}$ puis la relation entre leurs intensités.

Exercice 2 :

1. Définis le champ de pesanteur sachant que c'est le champ de gravitation créé par la Terre.
2. Représente sur un schéma les vecteurs champ $\vec{g}_0$ champ de pesanteur au sol et $\vec{g}_h$ champ de pesanteur à une altitude h de la Terre. Donne l'expression de leurs intensités puis établis la relation entre elles.

Corrigés





Situation-problème :

Lorsqu'on saute en l'air, on est ramené au sol par une force qui nous attire comme un aimant vers le centre de la Terre. C'est la gravité. Le satellite subit la même loi pour empêcher qu'il ne retombe il faut donc lui donner une vitesse suffisante pour s'opposer à l'attraction terrestre, il est alors en orbite.

La fusée permet de lancer le satellite à grande vitesse, à la bonne altitude. Comment un élève de la terminale science peut aider une base de lancement de satellites à prévoir le mouvement d'un satellite ?

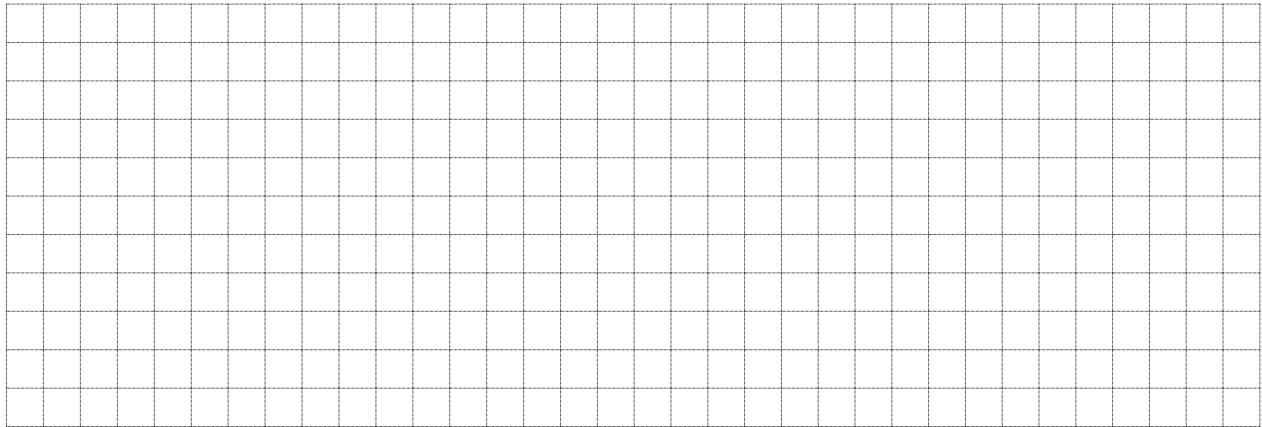
Activité 1 : Définition et exemples de satellites terrestres

Un satellite est un corps qui tourne autour d'une planète sous l'action du champ de gravitation de cette planète.

➤ Consigne : (2 min)

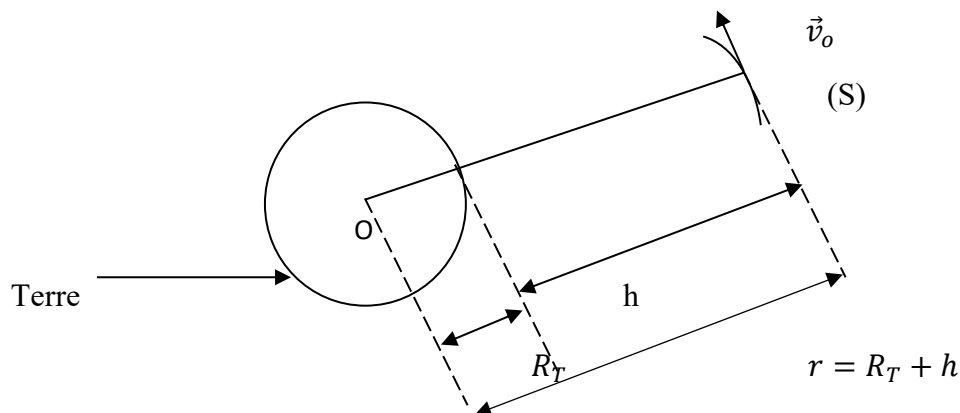
Définis un satellite terrestre et donne deux exemples de satellites terrestres.

➤ Synthèse partielle :



Activité 2 : Etude du mouvement du satellite

Le satellite (S) de masse m , évolue dans le vide avec la vitesse $\vec{v}$ à une distance $r = R_T + h$ de la Terre (R_T : rayon de la Terre ; h : altitude où évolue (S)) comme l'indique la figure ci-dessous.



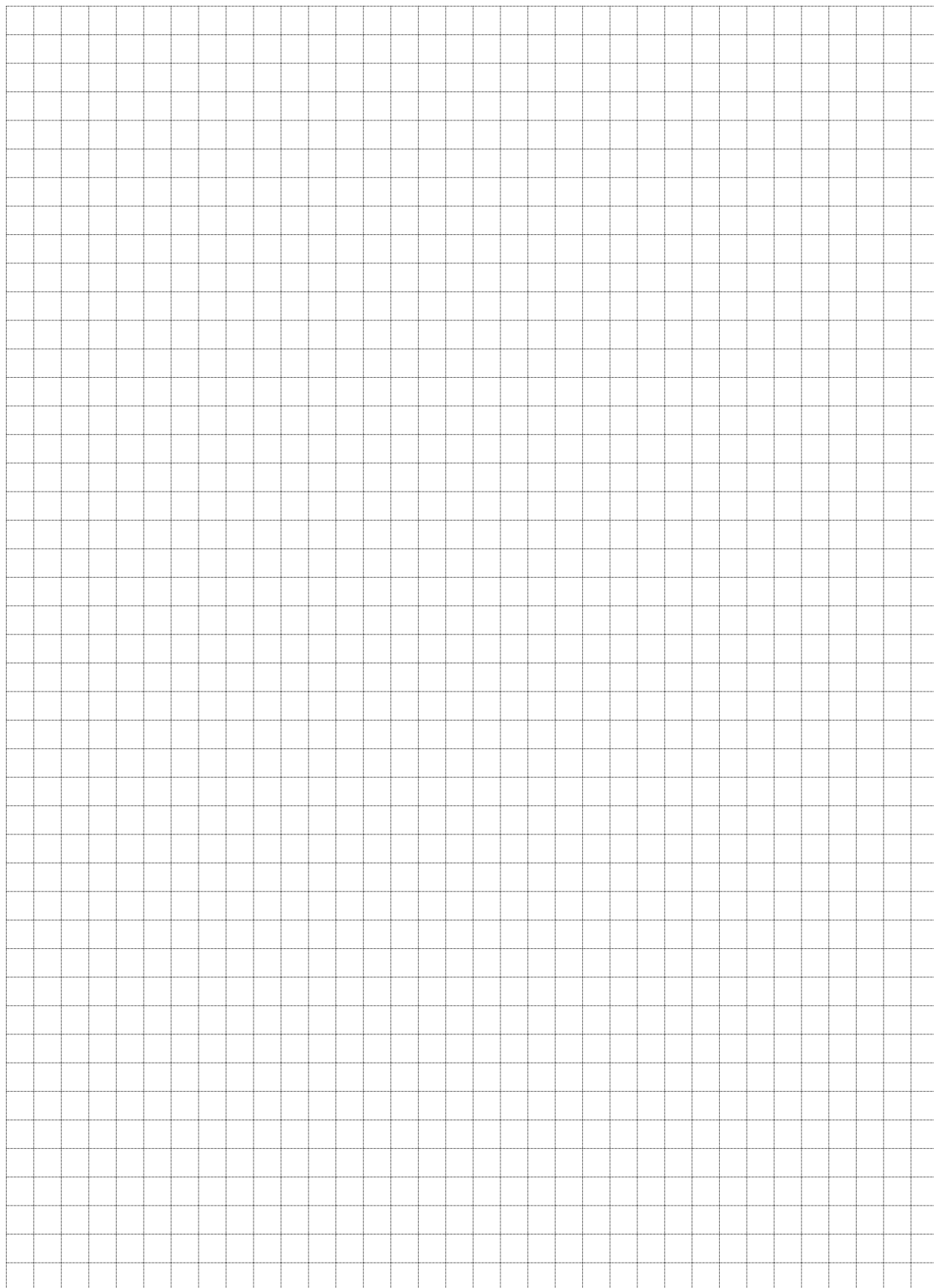
➤ Consigne : (12 min)

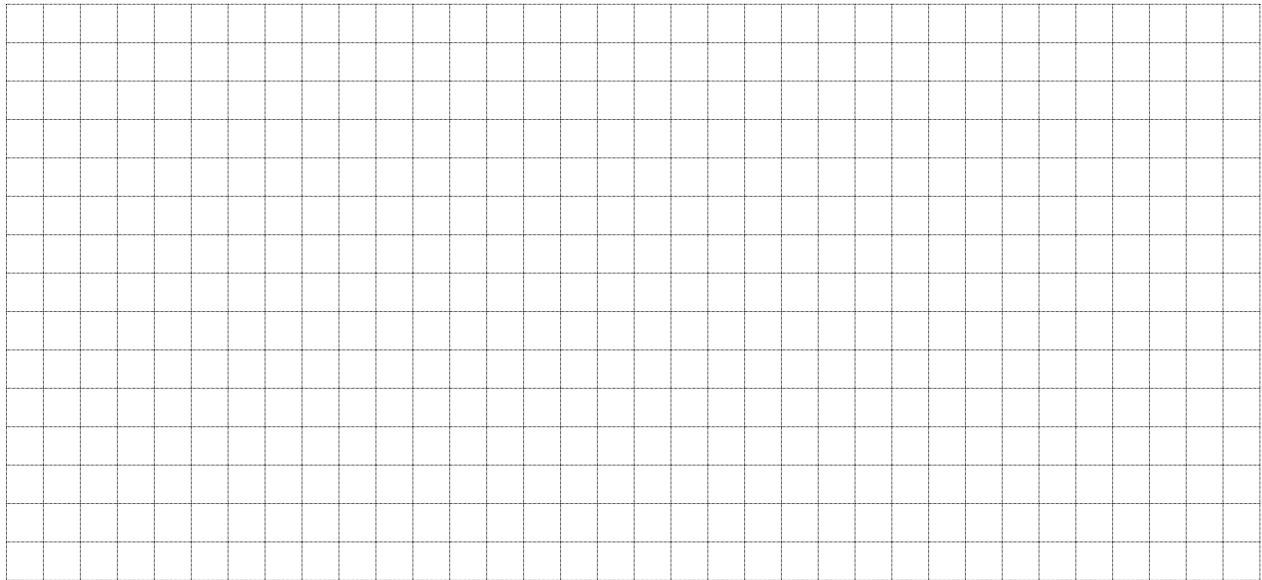
1. Détermination de l'accélération :

- 1.1. Représente la force gravitationnelle terrestre $\vec{F}$, la seule force qui s'exerce sur (S). En déduis le sens et la valeur du vecteur accélération $\vec{a}$ du mouvement de (S) par application de la 2^{ème} loi de Newton.
- 1.2. Exprime l'accélération a en fonction de G, M_T, R_T et h (M_T : masse de la Terre ; G : constante gravitationnelle), puis en fonction de g_o, R_T et h (g_o : champ gravitationnel terrestre à la surface de la Terre).
2. Nature du mouvement :
Donne les composantes de $\vec{a}$ dans la base de Frenet. En déduis la nature du mouvement de (S).
3. Vitesse du satellite :
Exprime la vitesse v de (S) en fonction de g_o, R_T et h .
4. Période de révolution :
Définis la période du satellite et exprime son expression en fonction de g_o, R_T et h .

➤ Synthèse partielle :

[illegible]





Activité 3 : Satellite géostationnaire

Un jour sidéral est la durée qu'une planète met pour effectuer un tour complet de sa trajectoire.

La rotation de la Terre sur elle-même s'effectue d'Ouest en Est avec une période de révolution

$T \approx 23 \text{ h } 56 \text{ min } 04 \text{ s} = 86\,164 \text{ s}$.

Un satellite terrestre apparait immobile pour un observateur terrestre.

➤ Consigne : (6 min)

1. Définition du satellite géostationnaire.

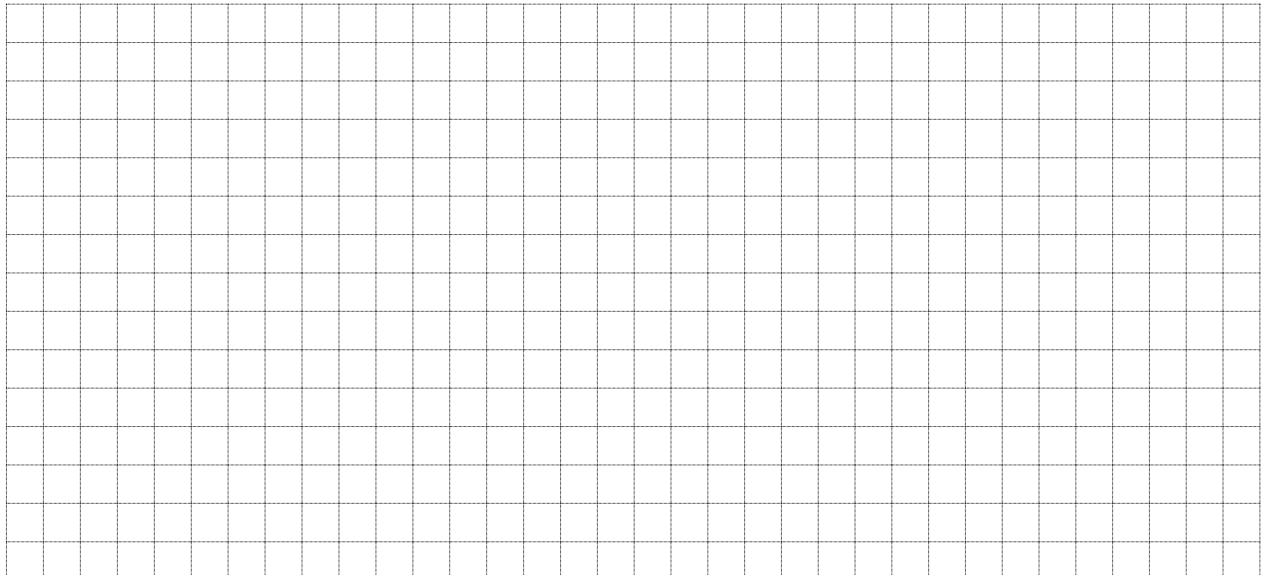
1.1. Compare la période de ce satellite à celle de la Terre. Evolue-t-il dans le même sens que la Terre ?

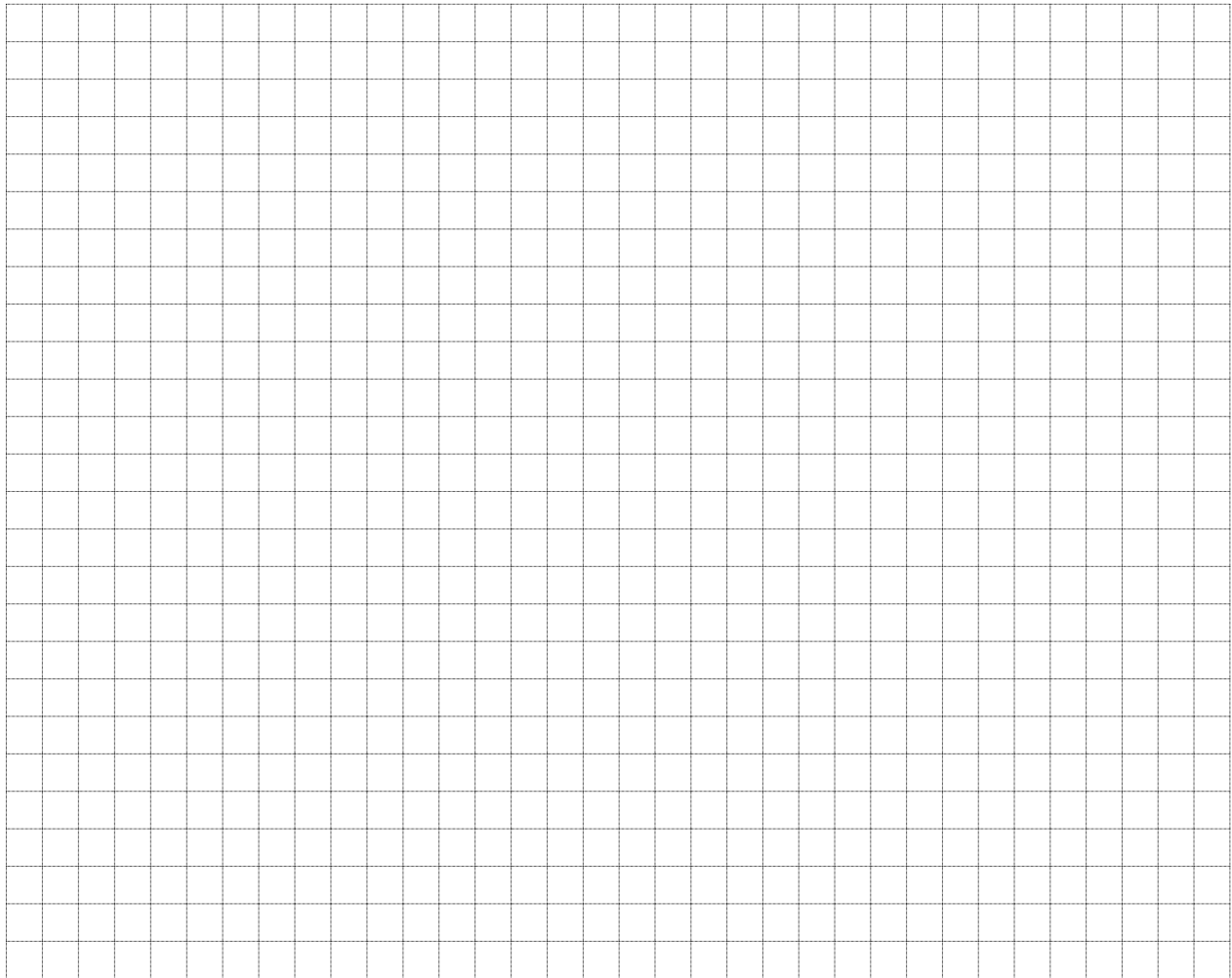
1.2. Un tel satellite est dit géostationnaire, définis alors un satellite géostationnaire.

2. Calcule l'altitude h du satellite géostationnaire.

AN : $R_T = 6\,400 \text{ km}$; $g_o = 9,8 \text{ N.Kg}^{-1}$.

➤ Synthèse partielle :





Activité 4 : Troisième loi de Kepler

➤ Consigne : (5 min)

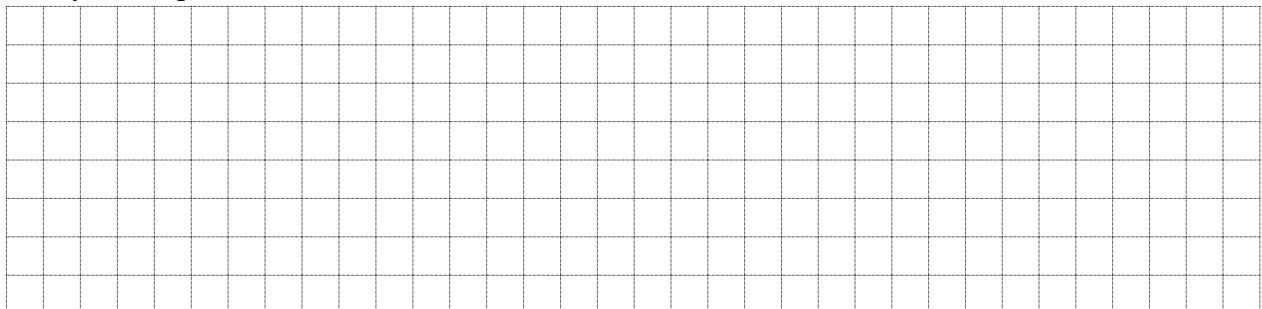
1. Ecris l'expression de la période T du satellite en fonction de g_0 , R_T et r

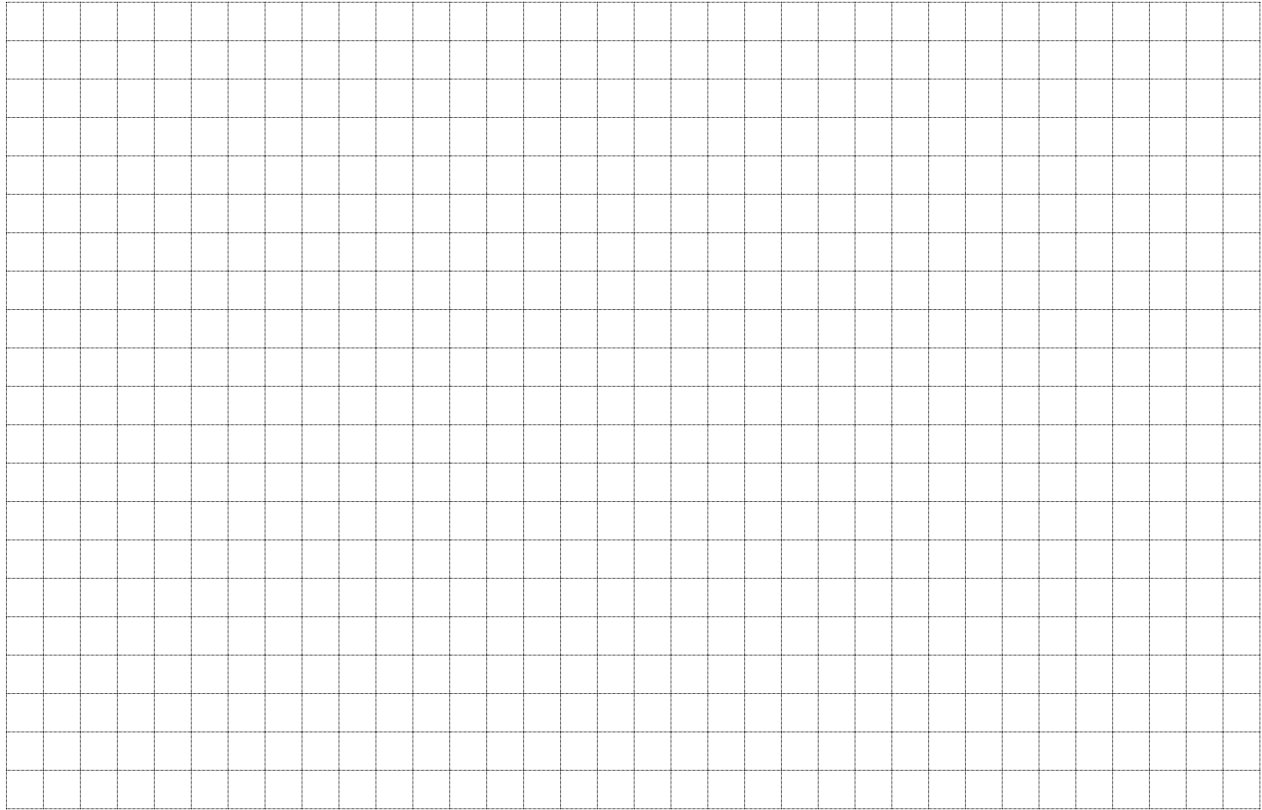
($r = R_T + h$) puis établis l'expression $\frac{T^2}{r^3}$. Que peux-tu dire de ce rapport ?

2. Enonce la troisième loi de Kepler qui est le rapport $\frac{T^2}{r^3}$.

3. Exprime le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ en fonction de G et M_T . Explique comment peut-on déterminer la masse M d'une planète.

➤ Synthèse partielle :



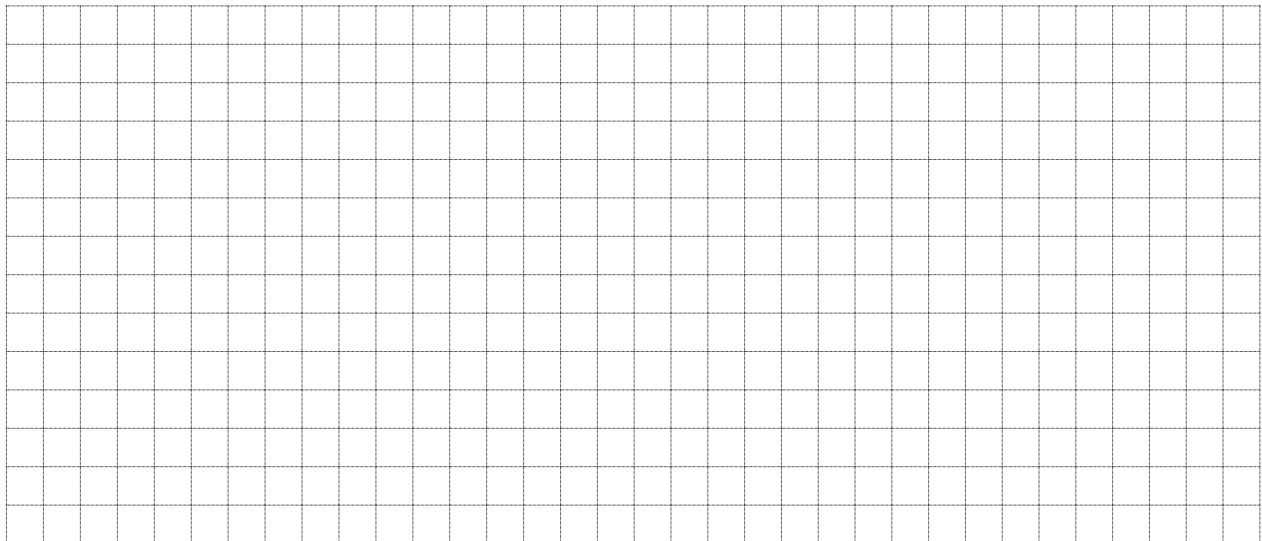


Evaluation formative

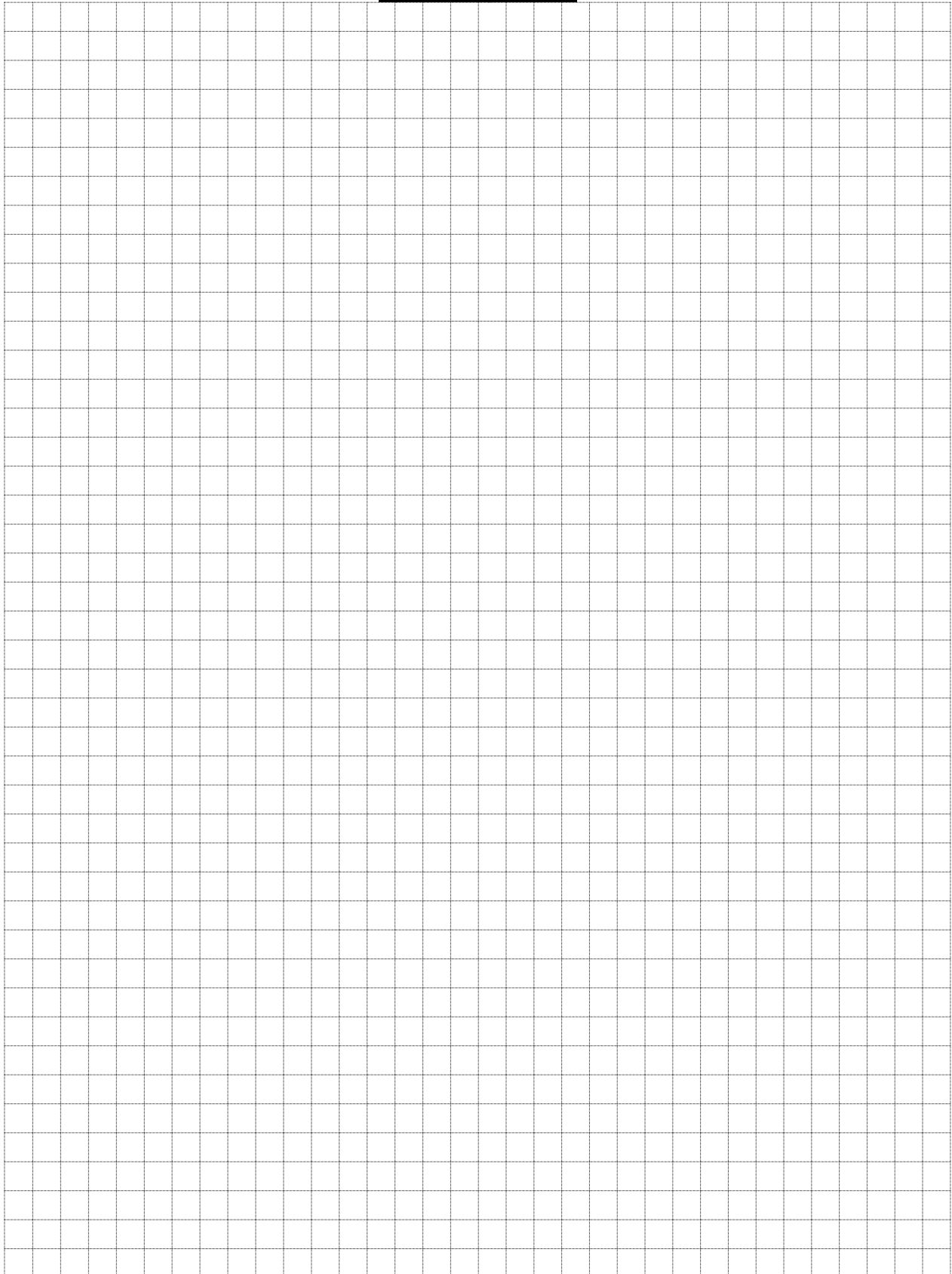
La planète Mars possède deux satellites : Deimos et Phobos. On admet que leur trajectoire est circulaire. Deimos a une période de révolution de 30 h 18 min et gravite à 23 460 km du centre de Mars. Phobos a une période de révolution de 7 h 39 min.

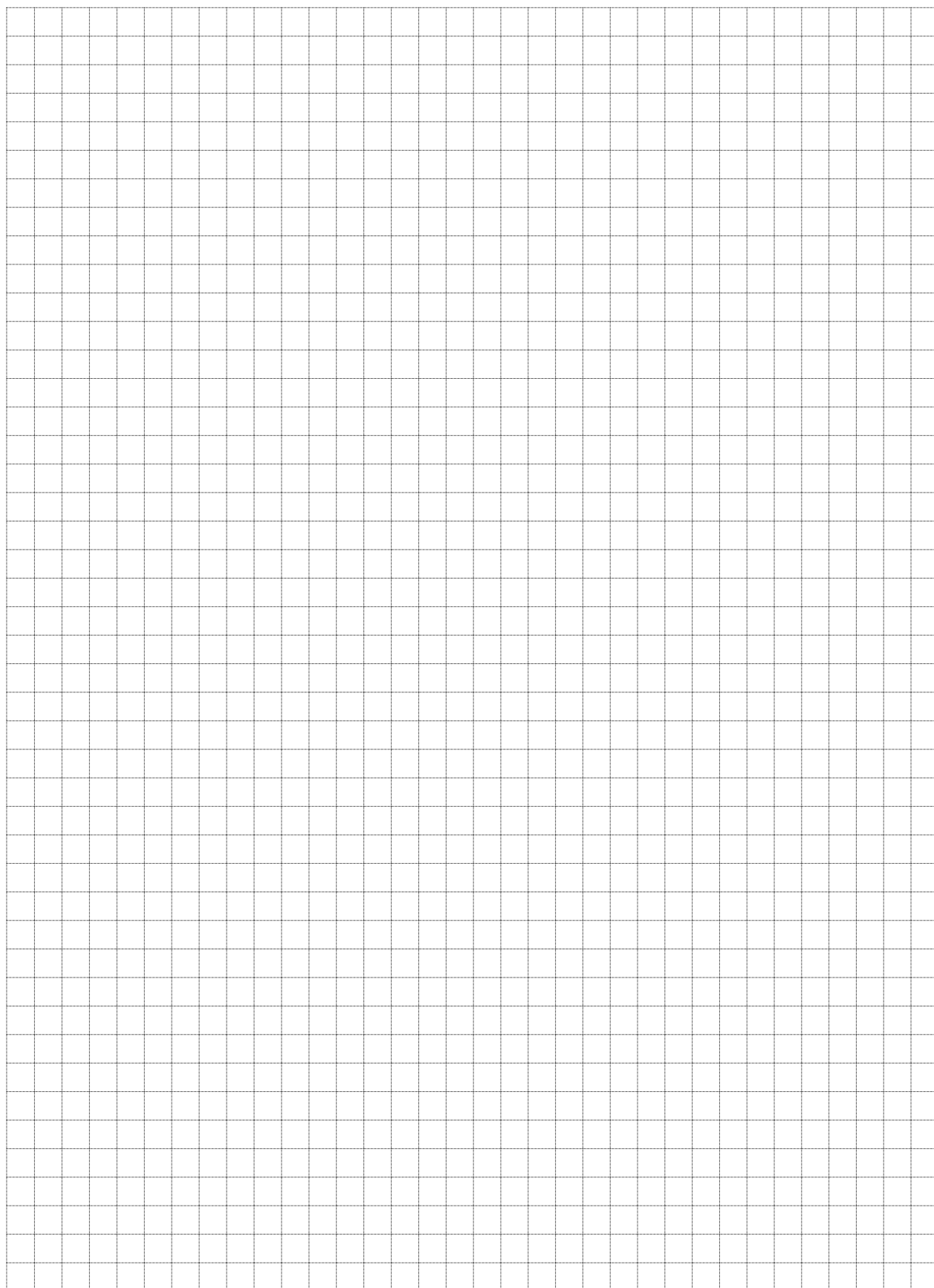
Calcule le rayon de l'orbite de Phobos et la masse de Mars.

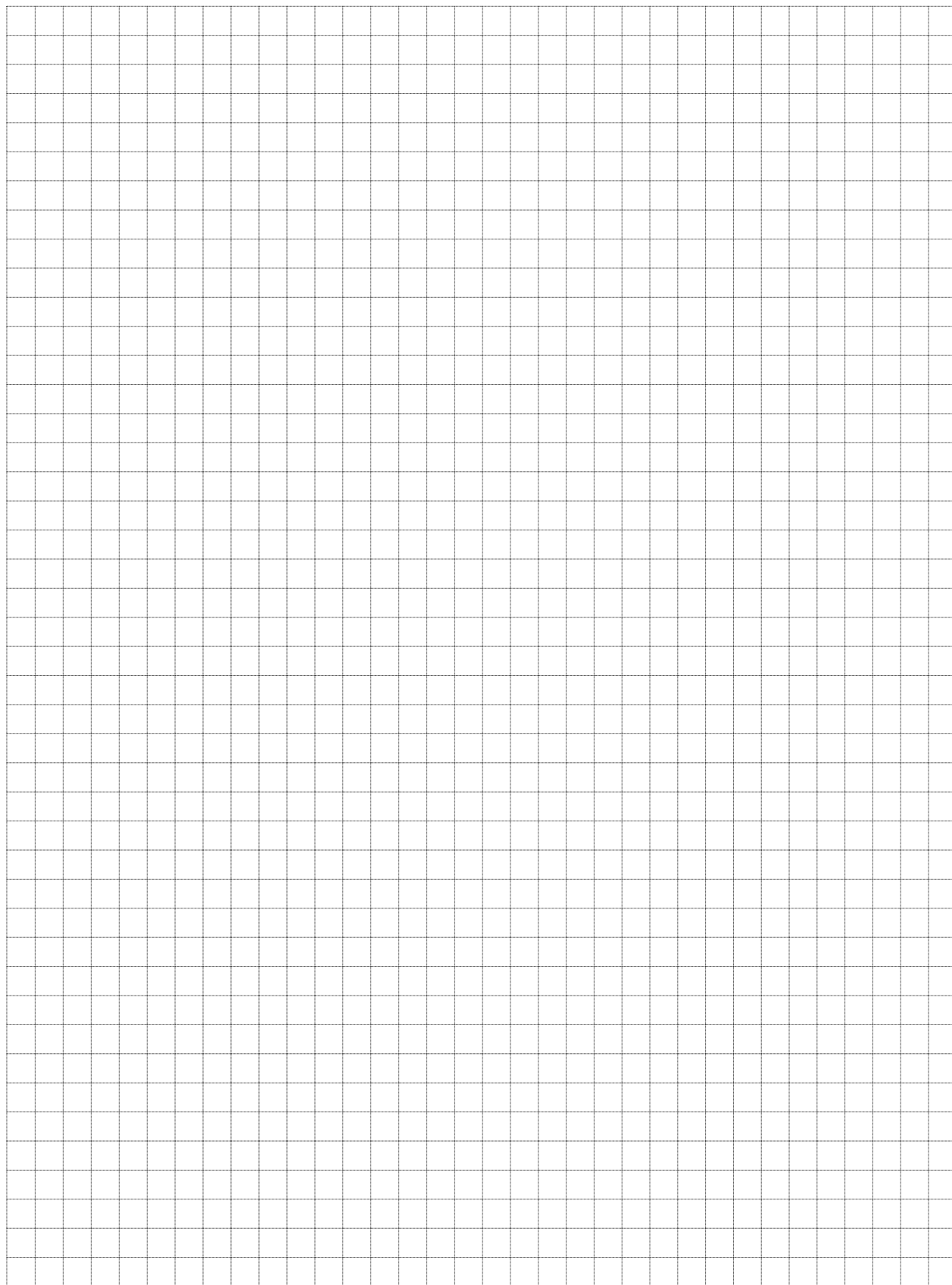
Correction



Synthèse générale







SÉQUENCE 5 : INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Situation-problème :

Comment peut-on produire le courant électrique sans générateur à partir de la production du champ magnétique ?

Activité 1 : Flux magnétique

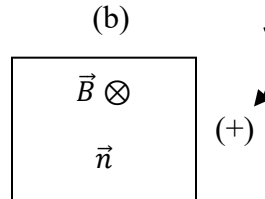
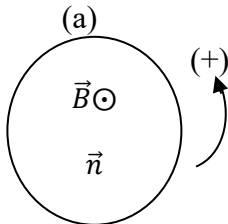
Le flux magnétique est une grandeur algébrique qui caractérise la quantité de lignes d'induction magnétique qui traverse un contour.

On le note ϕ et c'est une grandeur scalaire donnée par $\phi = S \cdot \vec{B} \cdot \vec{n}$ où $\vec{n}$ est un vecteur unitaire perpendiculaire à la surface S du contour traversé et s'appelle la normale à la surface, il sert à orienter la surface S .

Un sens positif étant choisi sur le pourtour de S , le sens de la normale est donné par la règle de l'observateur d'Ampère : l'observateur étant couché sur le pourtour de S , le sens positif passant des pieds à la tête, en regardant au centre de la surface son bras gauche tendu indique le sens du vecteur normal ou par la paume de la main droite : la paume est placée sur le pourtour de S telle que les autres doigts soient dans le sens choisi alors le pouce indique le sens de la normale.

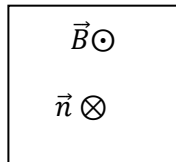
➤ Consigne : (12 min)

1. Écris l'expression de l'intensité du flux magnétique qui traverse une surface. Précise ses vecteurs (variables auxquelles dépend le flux).
2. Indique le sens de la normale dans chacun des cas suivants et en déduis la valeur de l'angle θ :

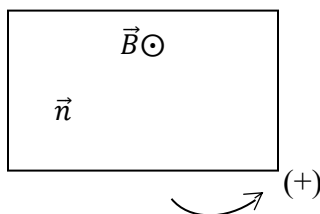


3. Détermine la valeur du flux magnétique dans chacun des cas suivants :

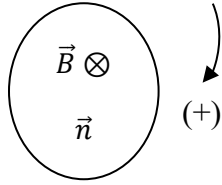
(a) : Un carré de côté $a = 10 \text{ cm}$; $B = 10^{-4} \text{ T}$



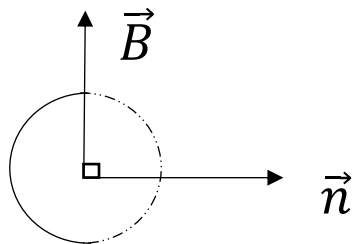
(b) : Un rectangle de longueur $L = 10 \text{ cm}$ et largeur $l = 5 \text{ cm}$; $B = 10^{-4} \text{ T}$



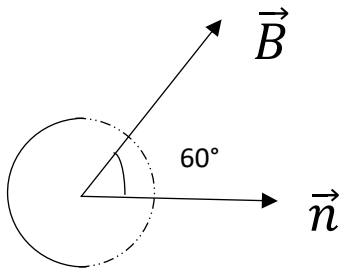
(c) : Un cercle de rayon $R = 10 \text{ cm}$; $B = 10^{-4} \text{ T}$



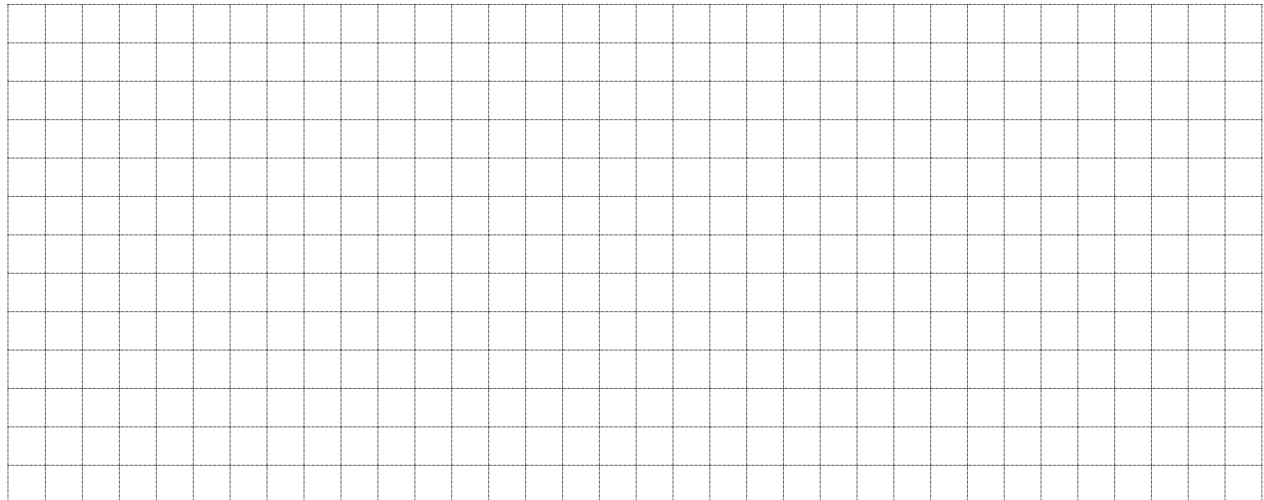
(d) : Un cercle de rayon $R = 10 \text{ cm}$; $B = 10^{-4} \text{ T}$

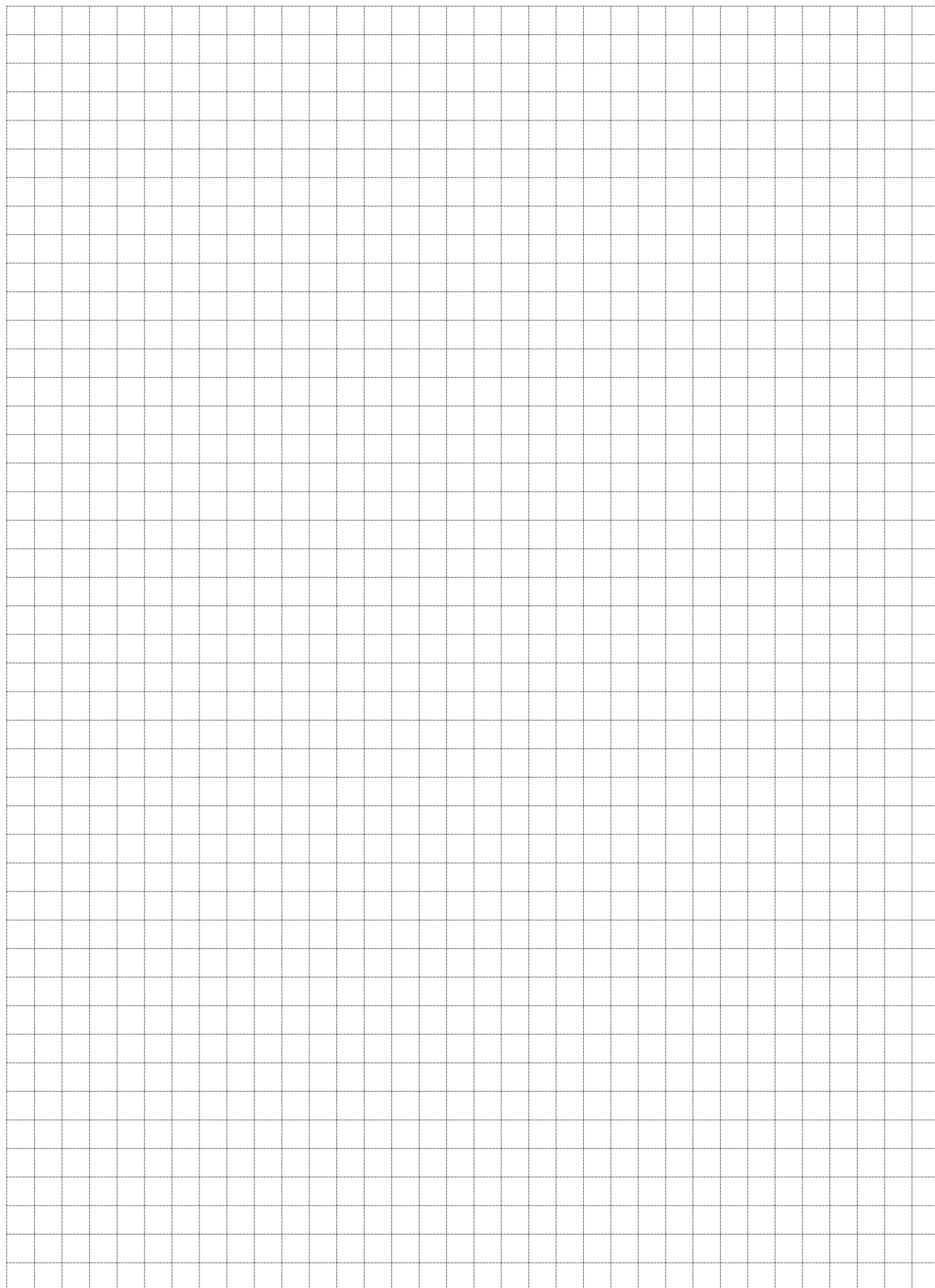


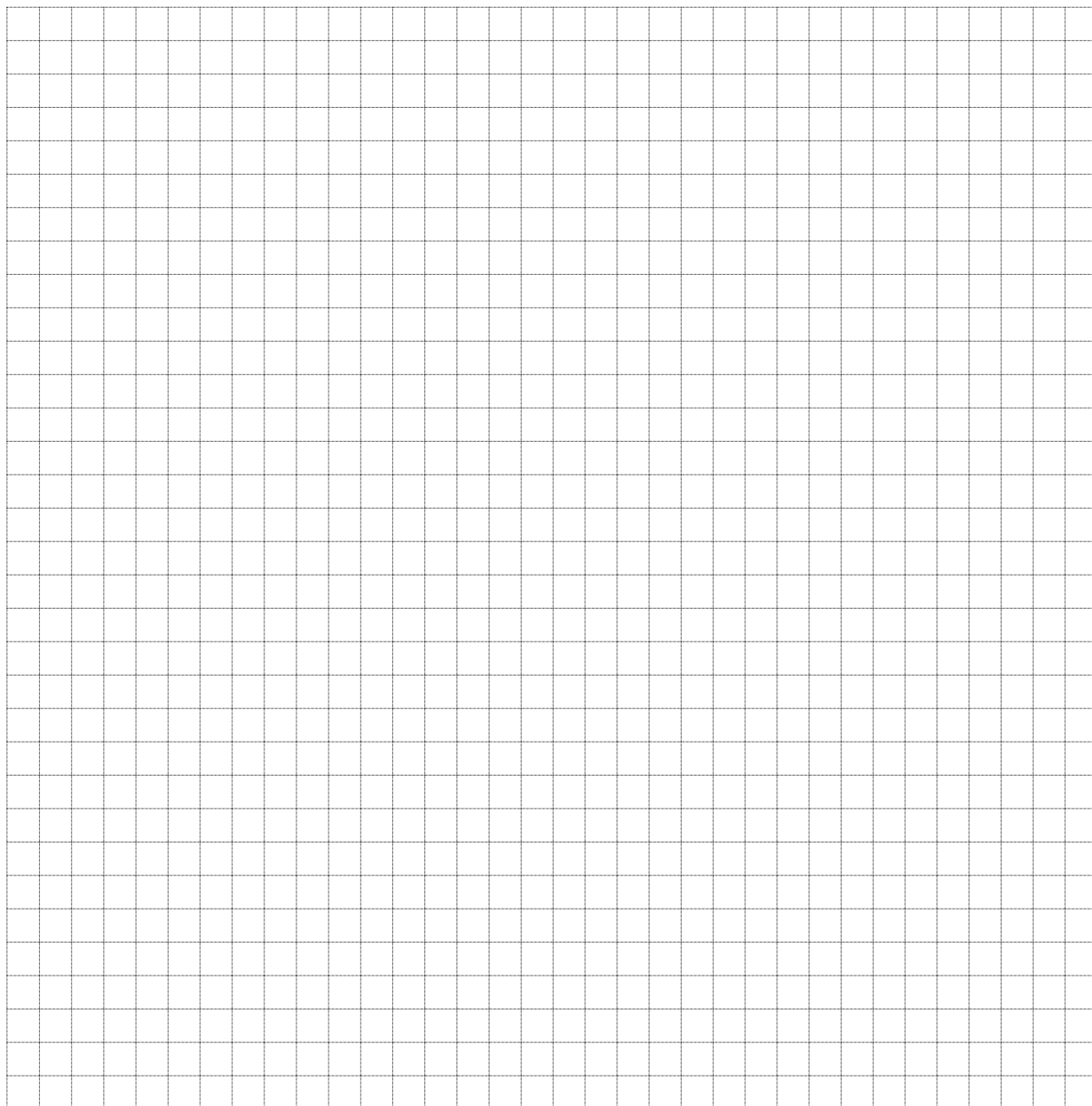
(e) : Un cercle de rayon $R = 10 \text{ cm}$; $B = 10^{-4} \text{ T}$



➤ Synthèse partielle :

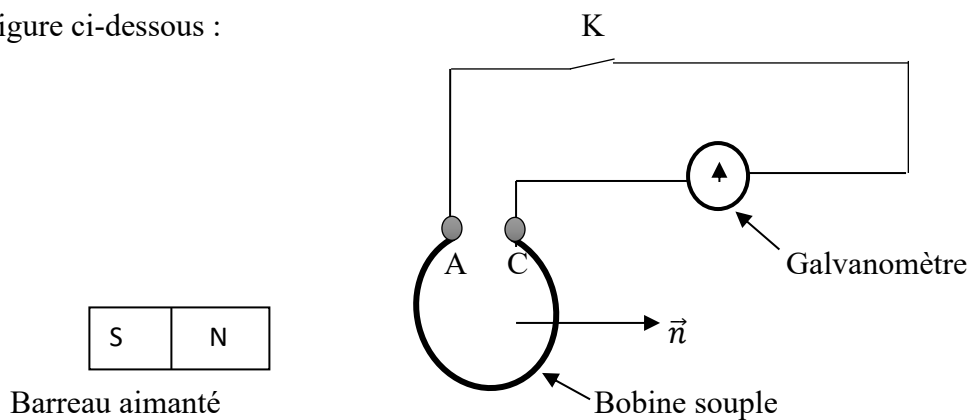


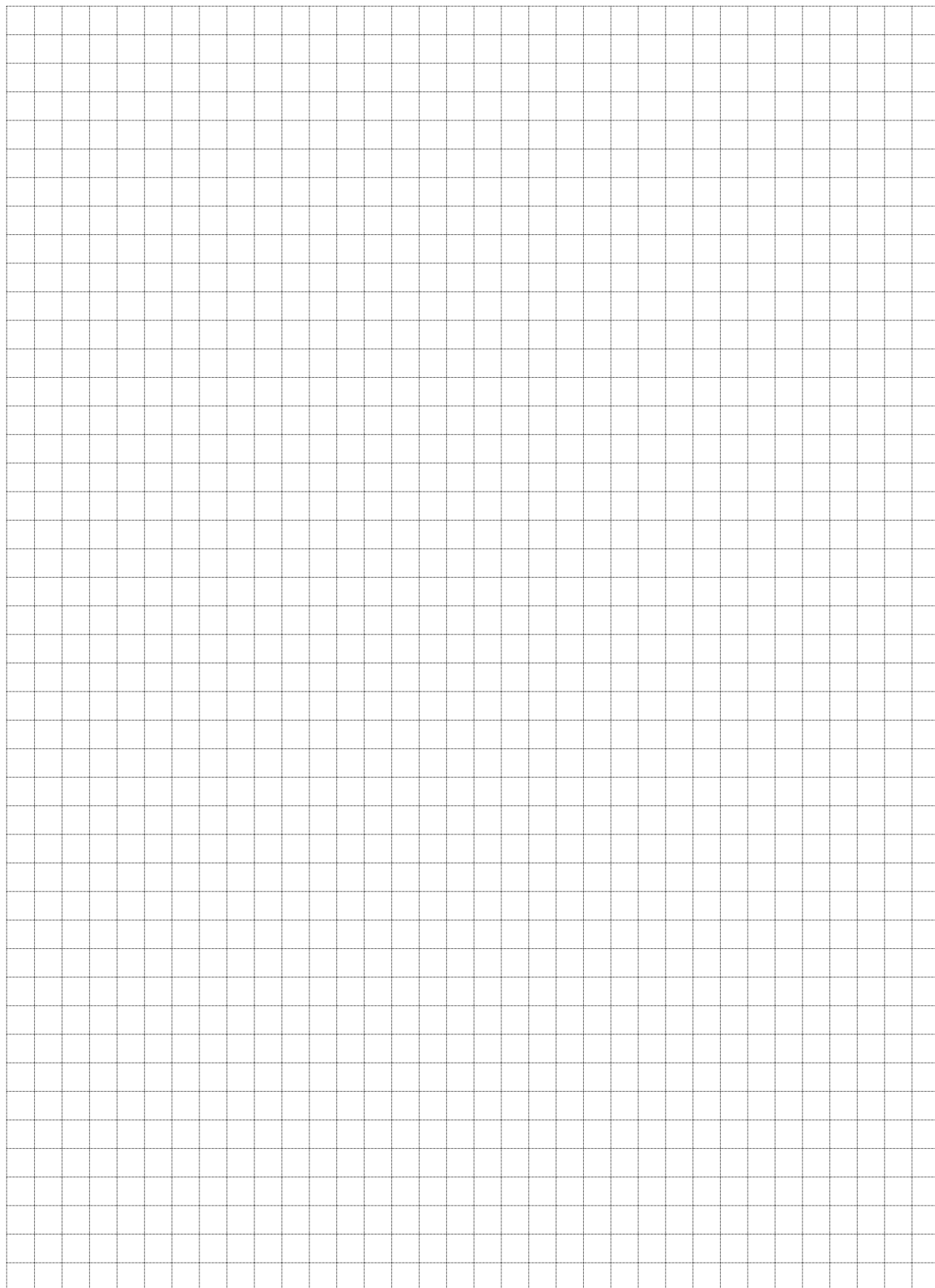


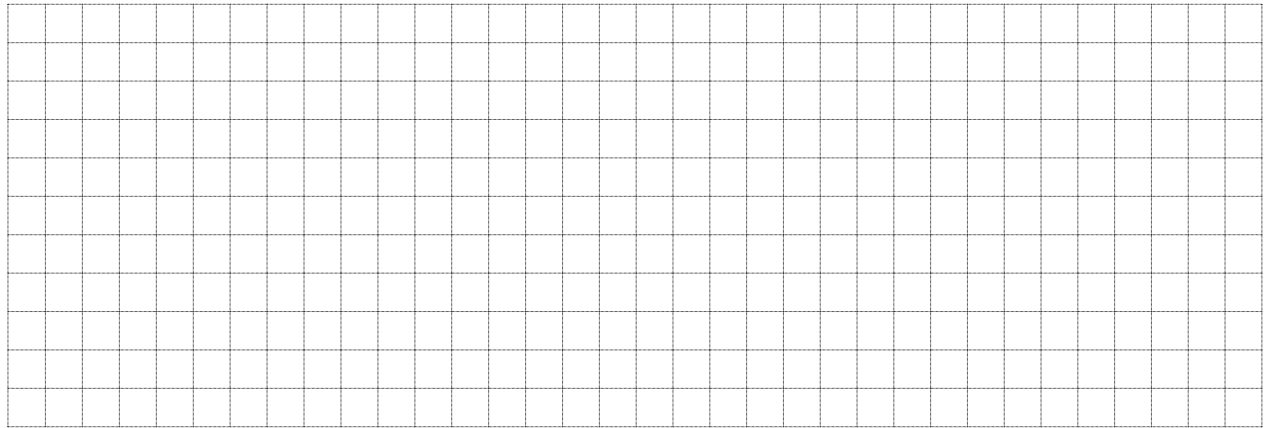


Activité 2 : Mise en évidence de l'induction électromagnétique

On considère la figure ci-dessous :







Evaluation formative 1

On considère les montages suivants :

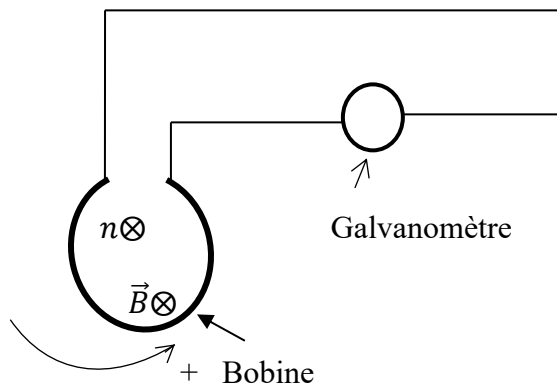


Fig.1 : Rotation de la bobine

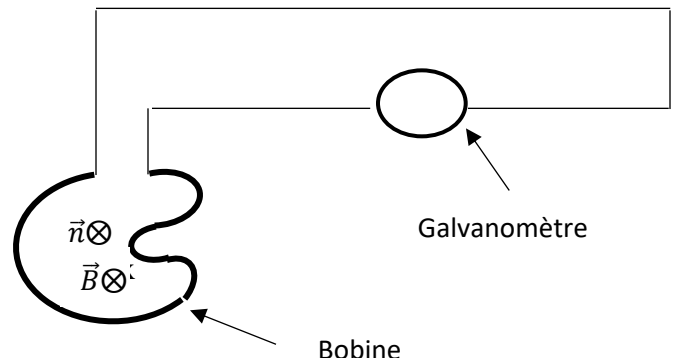


Fig.2 : Ecrasement de la bobine

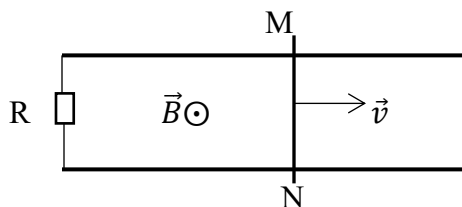


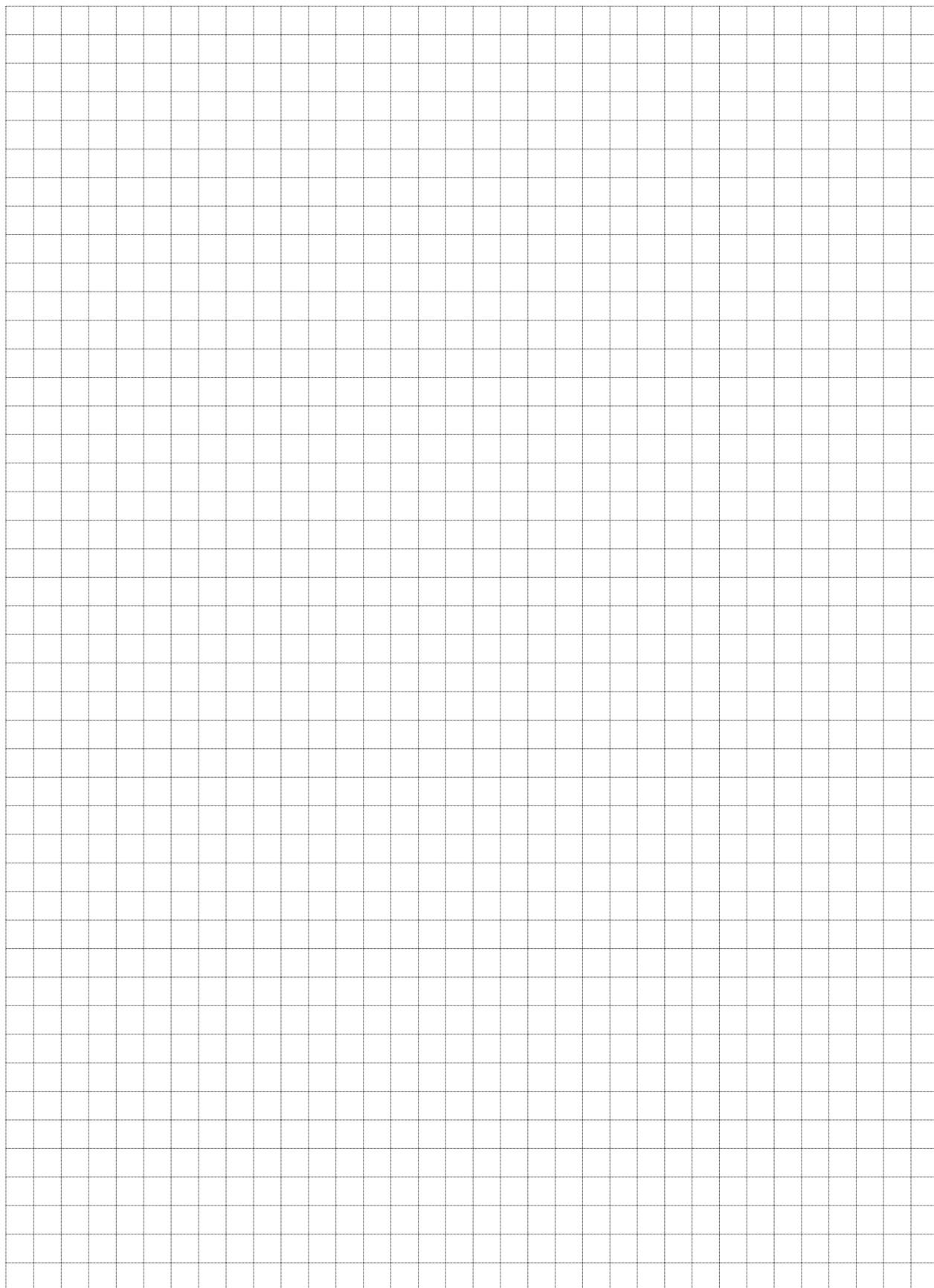
Fig.3 : Déplacement de la barre métallique MN sur les rails

Dis dans chacun des cas suivants s'il y'a le phénomène d'induction électromagnétique ou non en justifiant ta réponse.

1. Fig.1 : En faisant tourner la bobine.
2. Fig.2 : En écrasant rapidement la bobine.
3. Fig.3 : En déplaçant la barre MN sur les rails avec une vitesse $\vec{v}$.
4. Fig.3 : En maintenant la barre MN immobile.
5. Fig.3 : En déplaçant la barre MN sur les rails avec une vitesse $\vec{v}$, le champ magnétique est supprimé.
6. Fig.3 : En déplaçant la barre MN sur les rails avec une vitesse $\vec{v}$, la résistance R est supprimée.

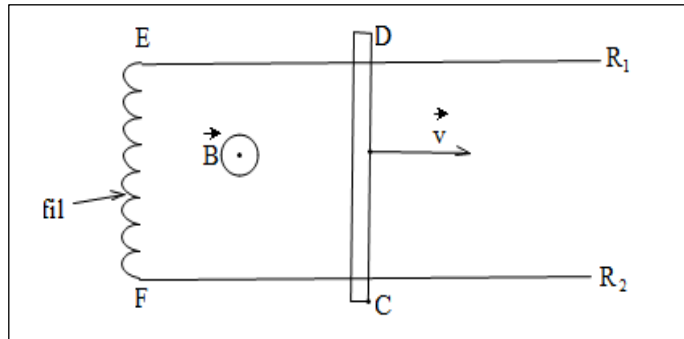
Corrigé





Evaluation formative 2

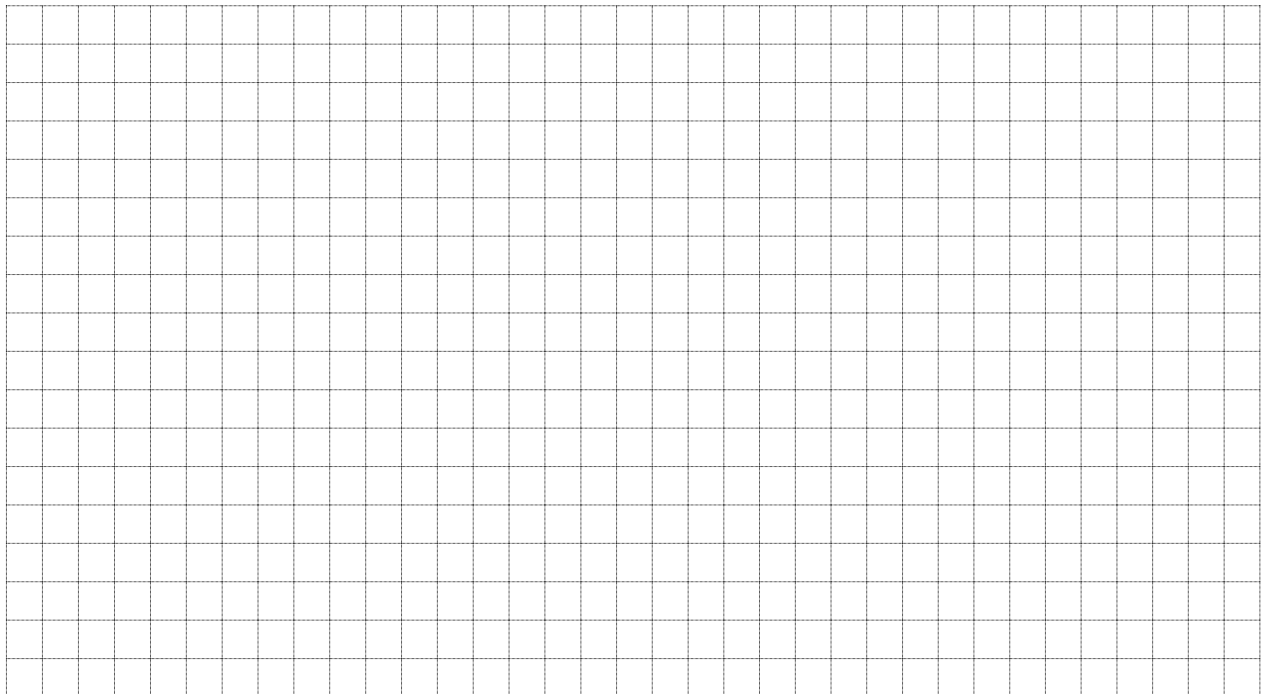
On fait déplacer une barre conductrice CD avec une vitesse constante $\vec{v}$ perpendiculairement à deux rails R_1 et R_2 où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.

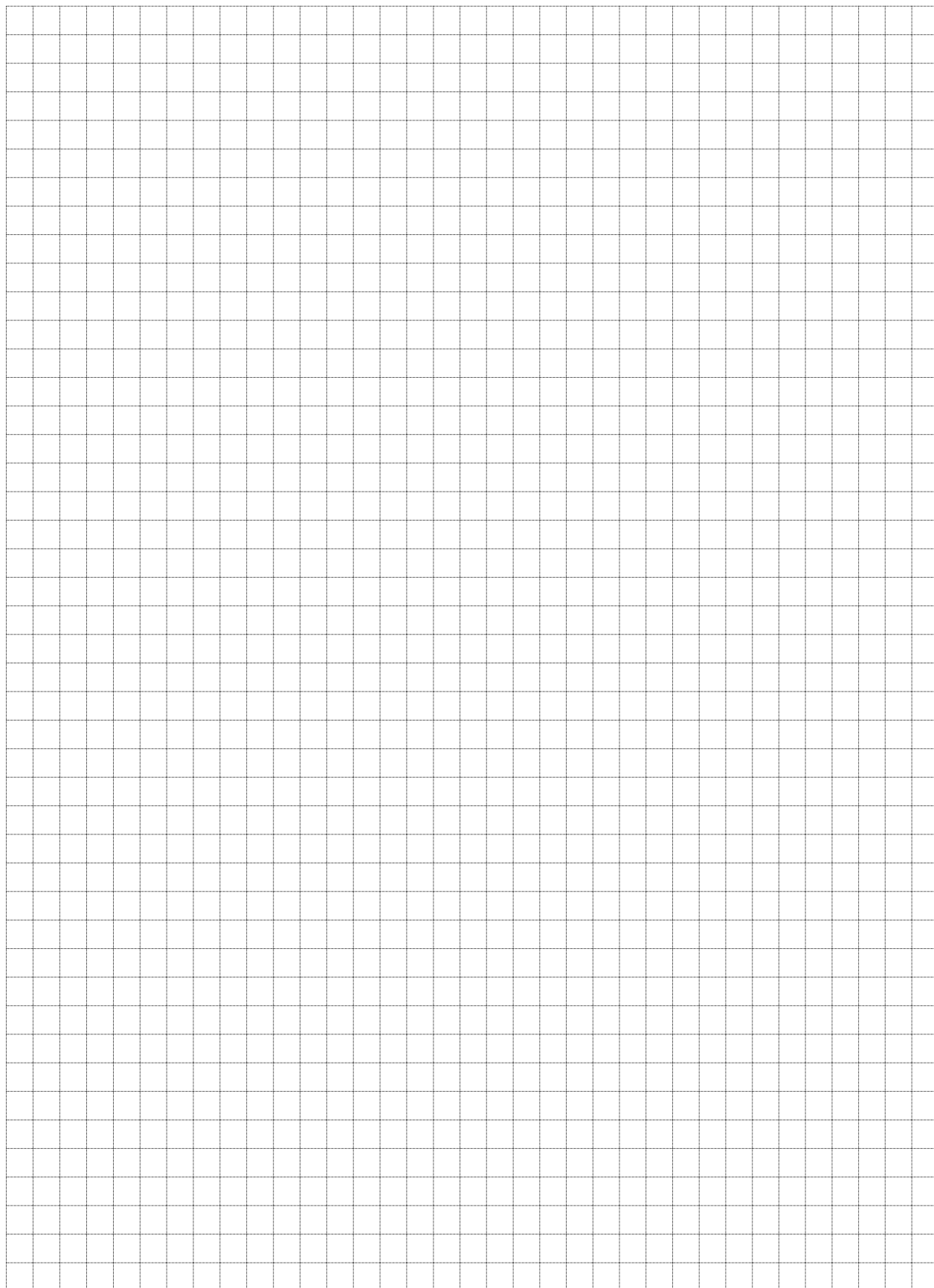


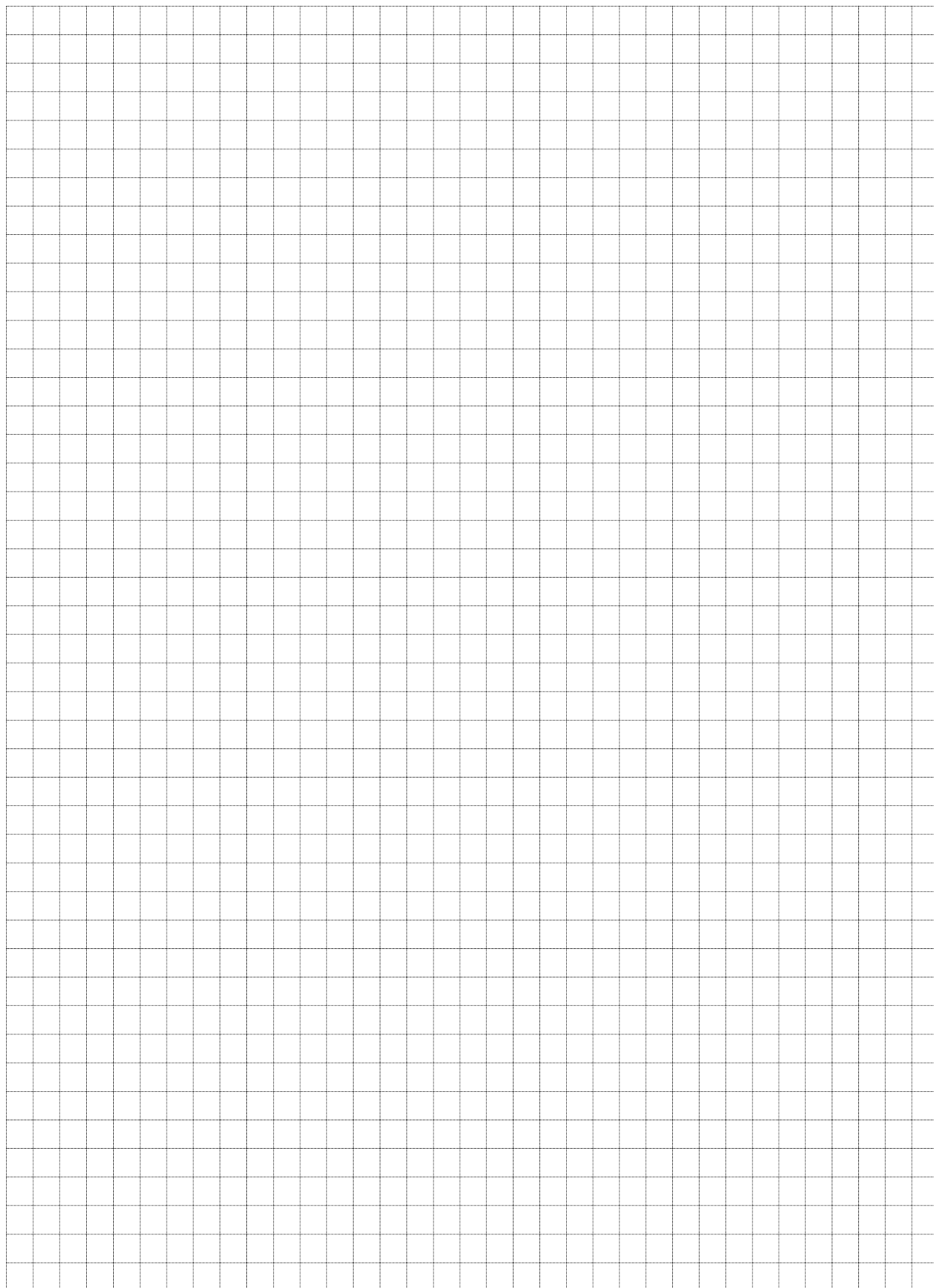
On donne : $l = CD = 0,1 \text{ m}$; $B = 0,1 \text{ T}$; $v = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$; résistance totale $R = 0,2 \Omega$

1. Explique pourquoi il apparaît un courant induit.
2. Représente sur le schéma : le champ électromoteur $\vec{E}_m$, la force de Lorentz $\vec{F}_m$, la force de Laplace $\vec{F}_L$, le sens du courant induit.
3. Etablis la f.é.m. induite e en fonction de B , v et l (l est la longueur de la barre conductrice CD).
4. Détermine la valeur du courant induit.
5. Détermine les valeurs de $\vec{E}_m$ et $\vec{F}_L$.
6. Calcule la puissance électrique ($P_e = R.i^2$) et la puissance mécanique ($P_m = F_L.v$).
7. Détermine la tension U_{DC} lorsqu'on supprime le fil EF.

Correction

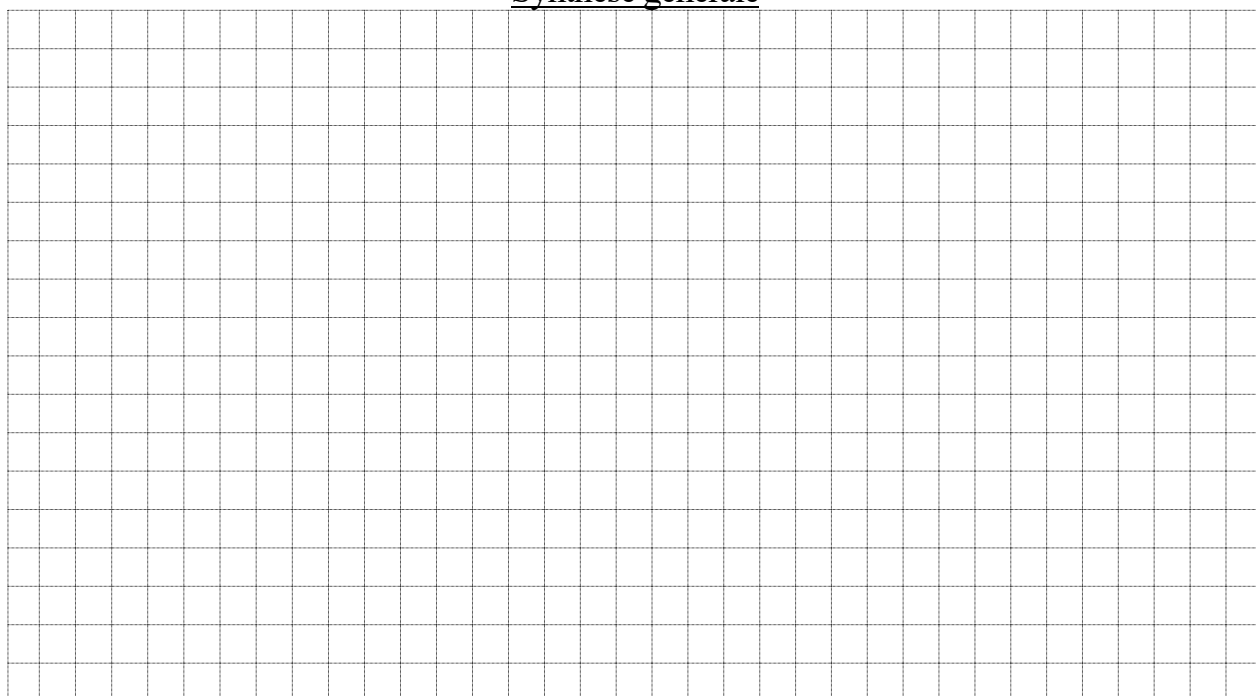


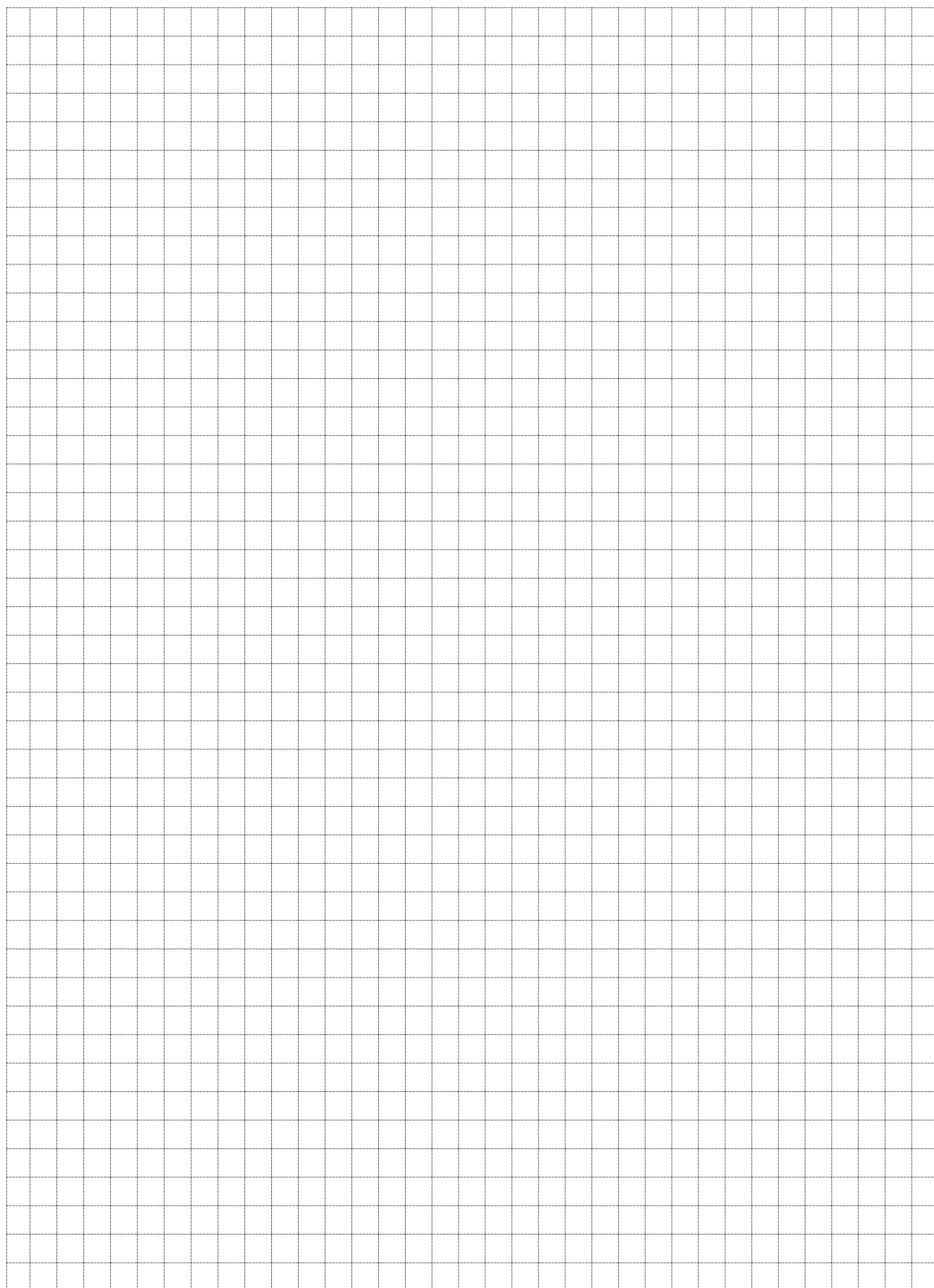




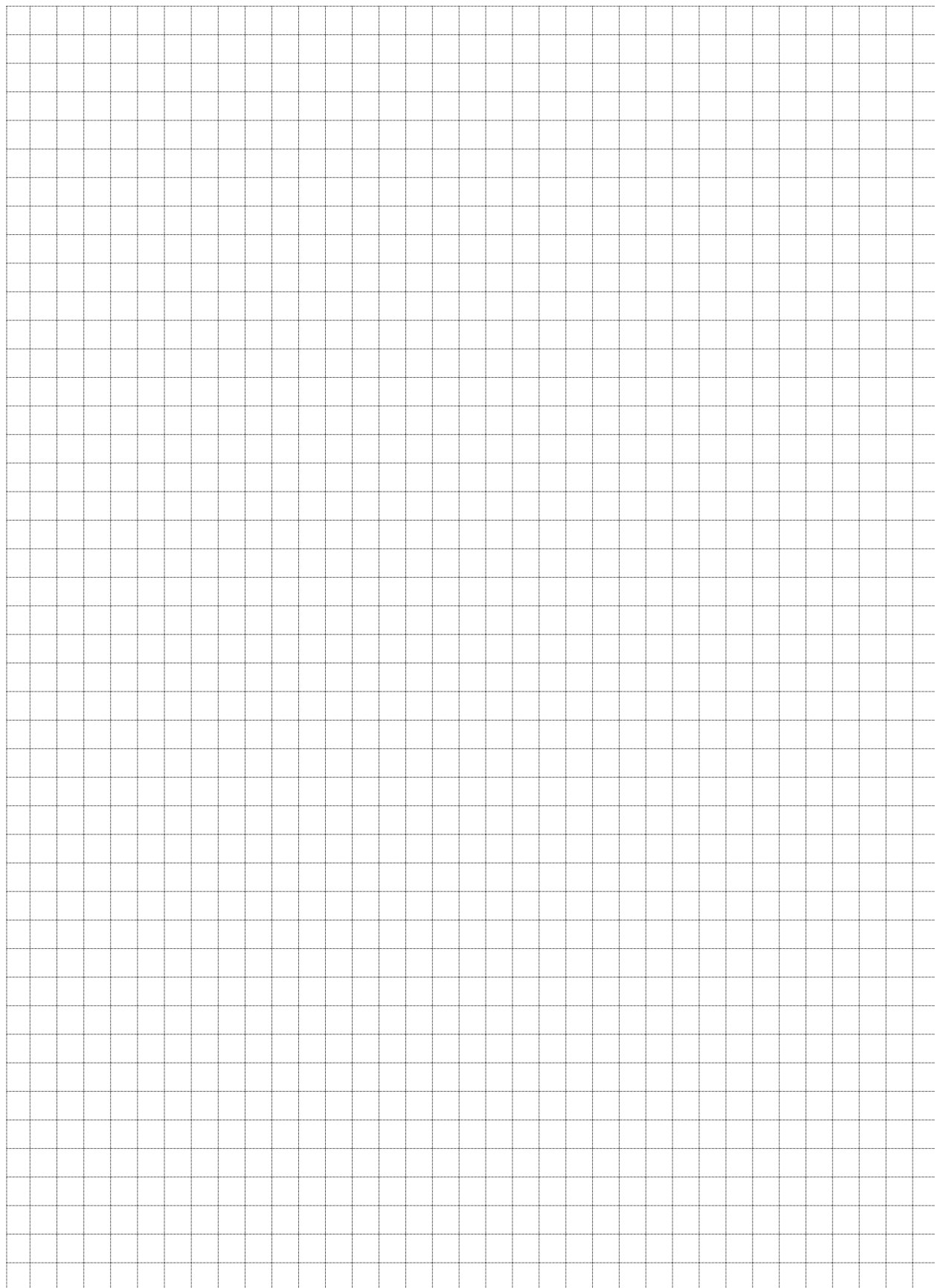


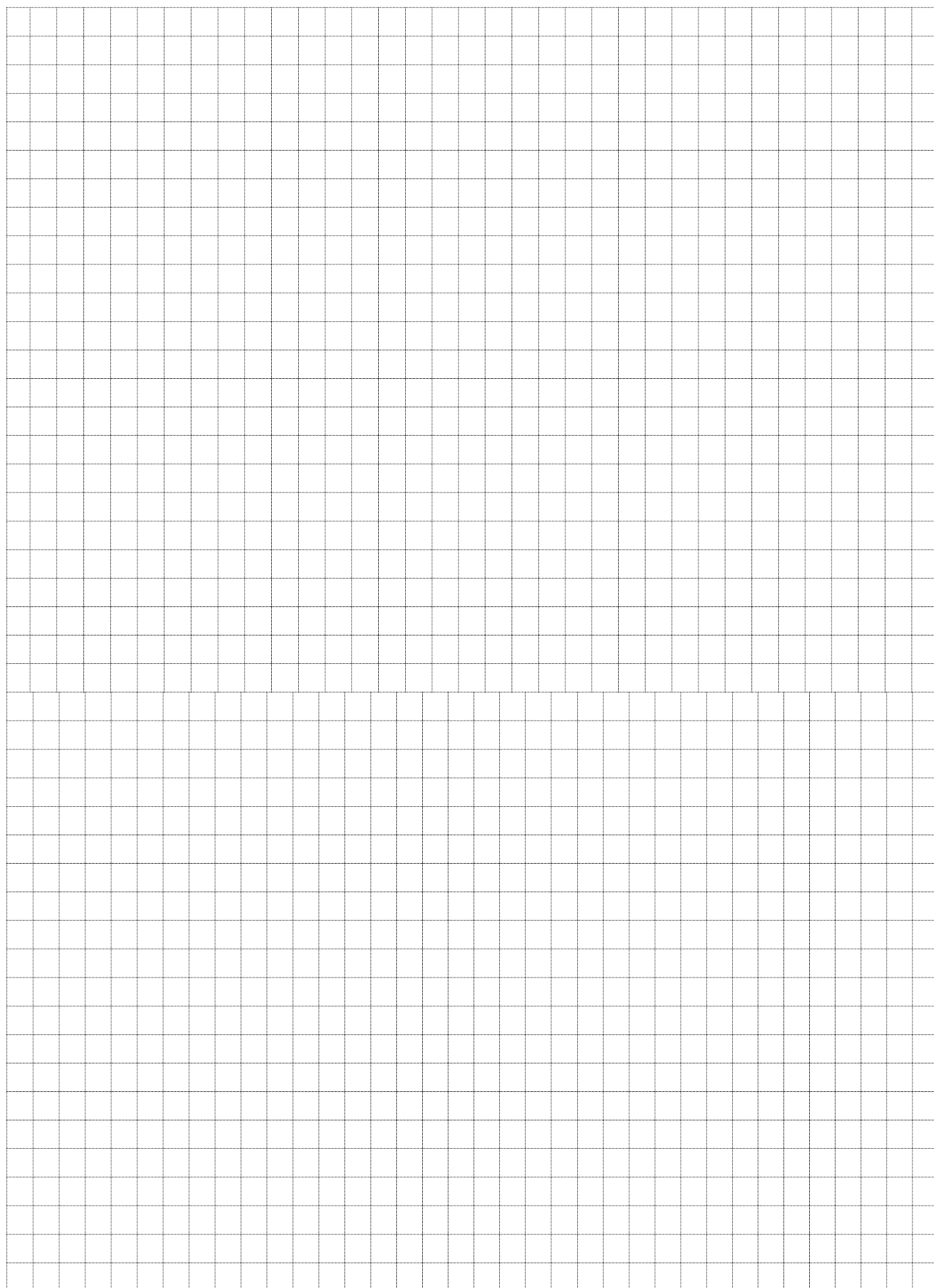
Synthèse générale

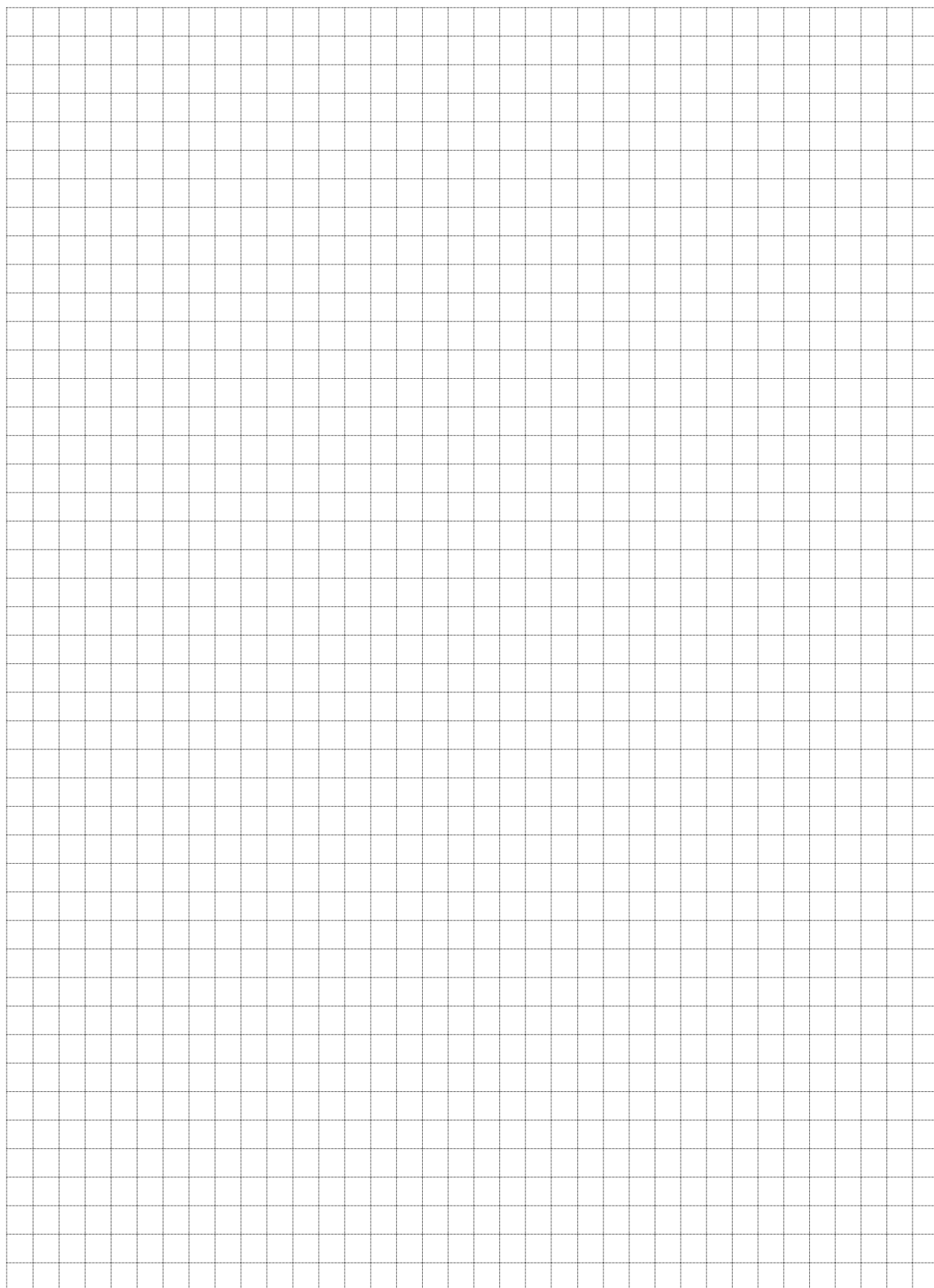


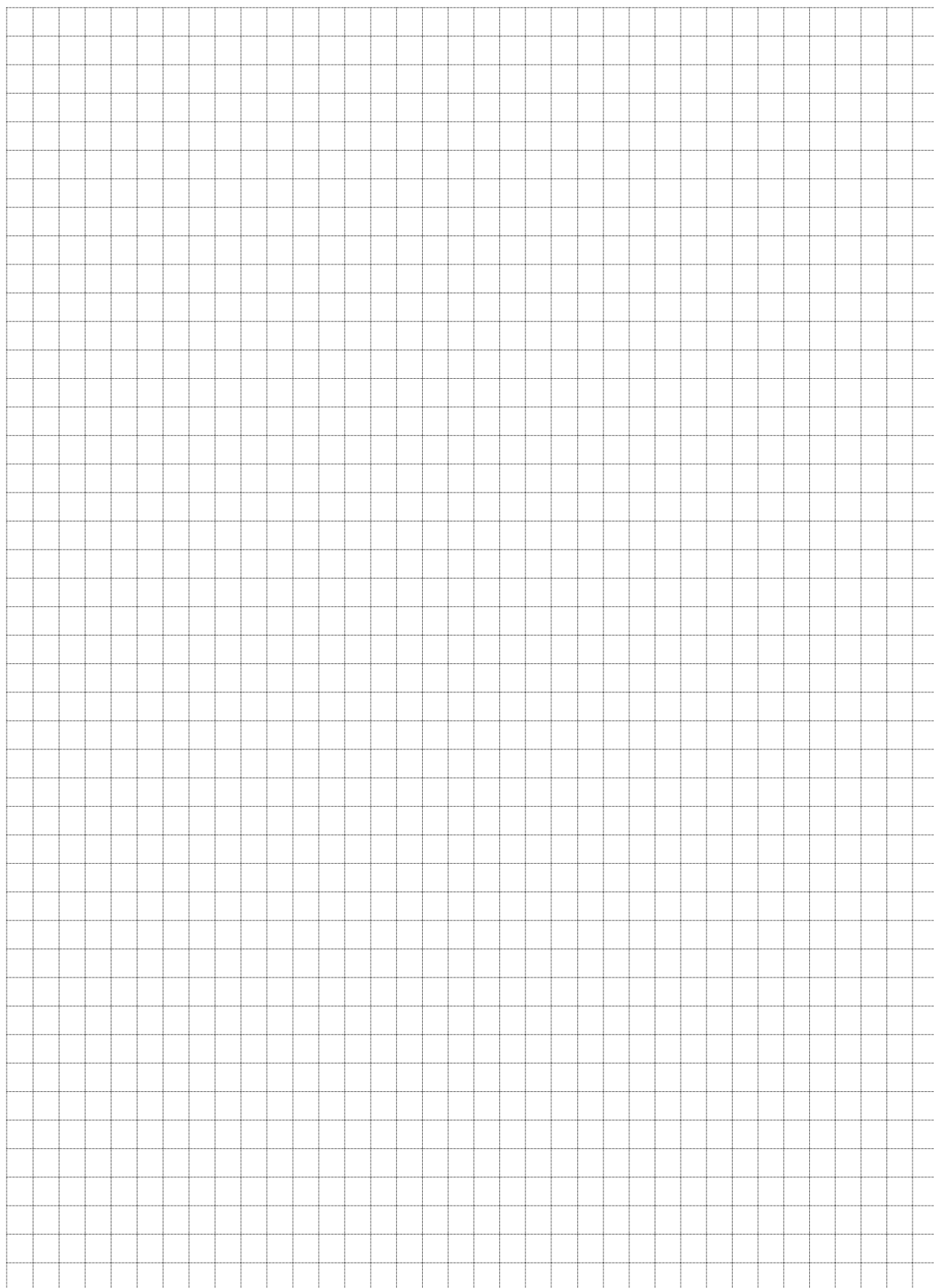


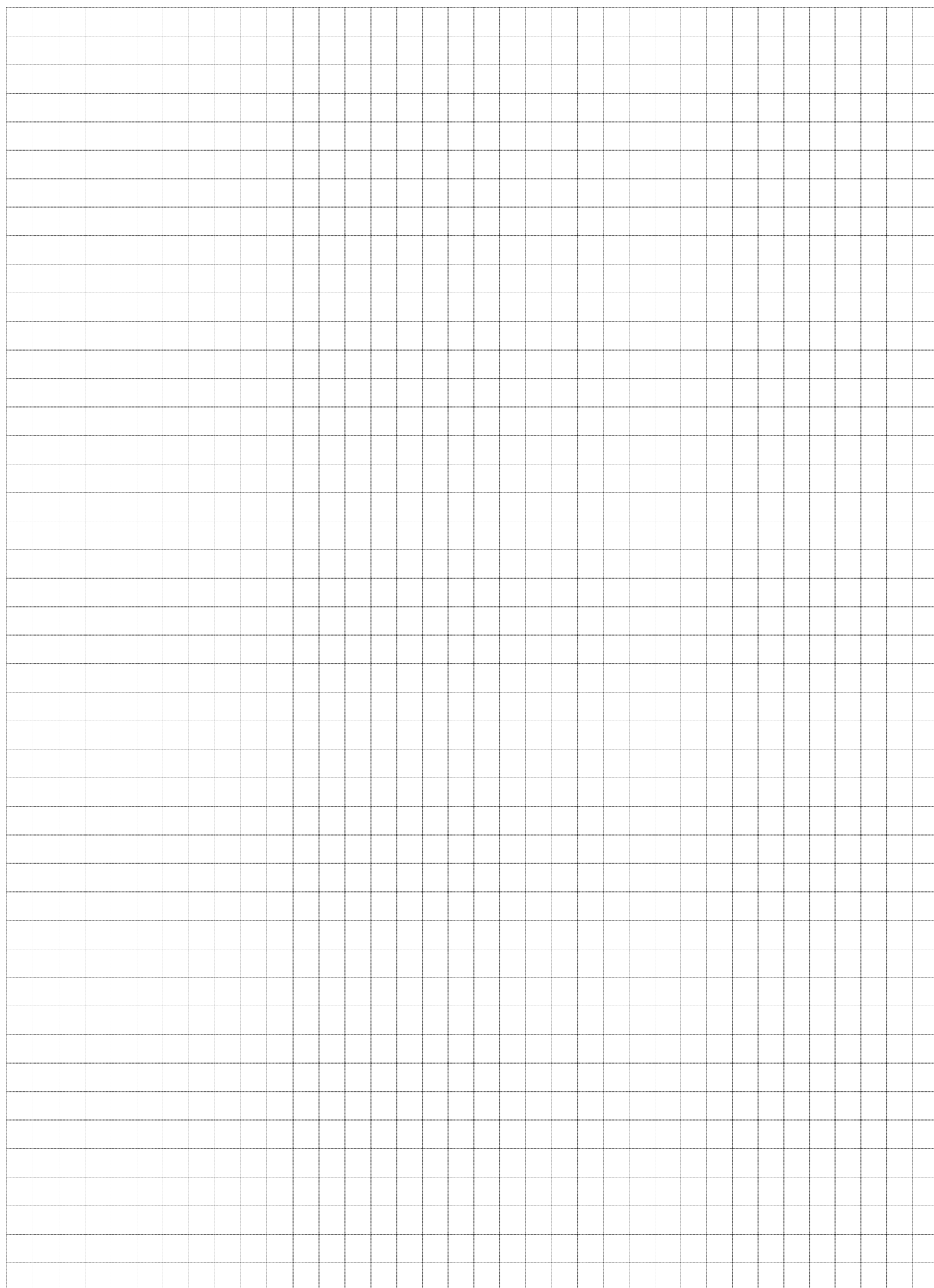


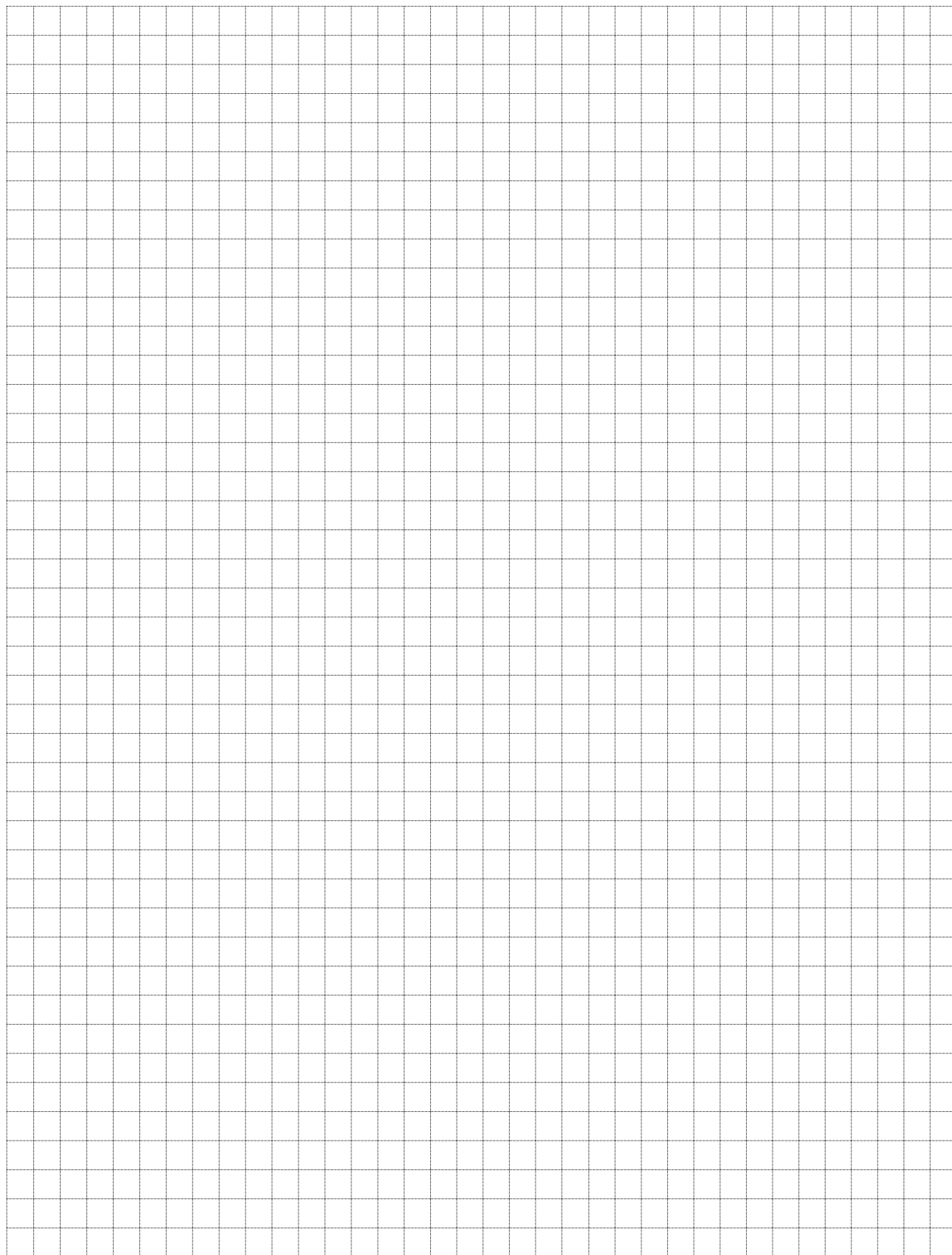


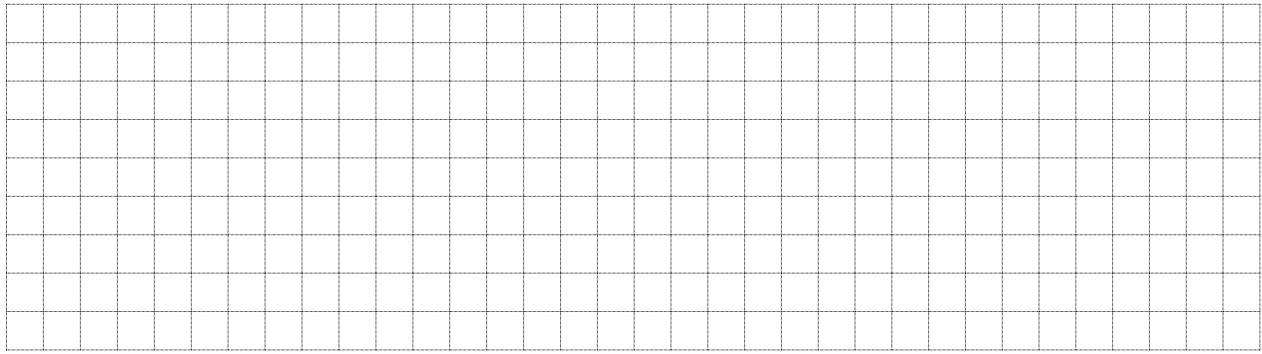












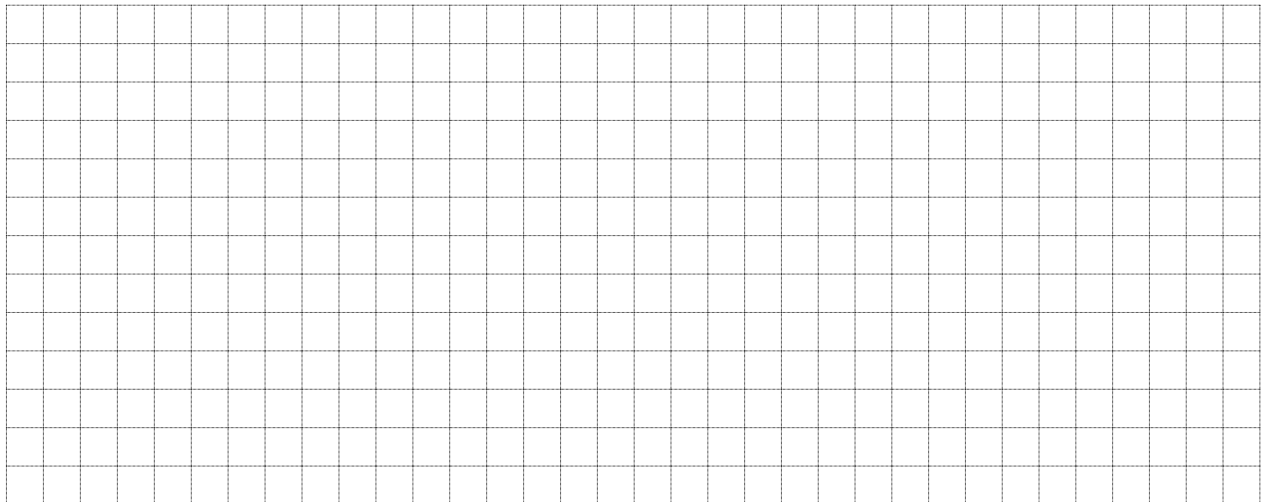
Activité 2 : Flux propre et f.é.m. d'auto-induction

Le flux à travers le circuit fermé (bobine-néon) est proportionnel à l'intensité du courant i . On note L (inductance de la bobine) la constante de cette proportionnalité.

➤ Consigne : (4 min)

1. Ecris l'expression du flux appelé flux propre.
2. Ecris l'expression de la f.é.m. d'auto-induction instantanée e en fonction du flux ϕ , en déduis son expression en fonction de L et i .

➤ Synthèse partielle :



Activité 3 : Inductance d'un solénoïde

➤ Consigne : (5 min)

1. Ecris l'expression du flux propre qui traverse un solénoïde en fonction de :
 - a) L et i ;
 - b) N, B et S sachant que le vecteur normal à la surface S et $\vec{B}$ ont même sens.
2. En déduis l'expression de l'inductance L en fonction de N, R et l (rappel : pour un solénoïde $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} i$ et $S = \pi \cdot R^2$).

➤ Synthèse partielle





Synthèse générale



