LES MOUVEMENTS RECTILIGNES

Objectifs : L'élève doit être capable de :
- *définir un mouvement rectiligne*
- *définir un mouvement rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, rectiligne sinusoïdal*
- *définir un mouvement circulaire uniforme, circulaire uniformément varié, circulaire sinusoïdal*
- *écrire les équations caractéristiques de ces mouvements*
- *donner les caractéristiques des vecteurs vitesse et accélération de ces mouvements*
- *tracer les diagrammes des élongations, vitesse et accélération de ces mouvements*
- *écrire la relation entre espaces, vitesses et accélération dans le cas de mouvement rectiligne uniformément varié*
- *calculer l'accélération d'un mouvement uniformément varié à partir d'espaces parcourus pendants des intervalles de temps successifs égaux*
- *définir un mouvement périodique*
- *définir l'amplitude, la période, la fréquence d'un mouvement sinusoïdal*
- *écrire les relations entre pulsation, période et fréquence*
- *écrire l'équation différentielle régissant un mouvement sinusoïdal*

A - GENERALITES SUR LES MOUVEMENTS RECTILIGNES

1. Trajectoire
Un mouvement est dit rectiligne lorsque la trajectoire du mobile est une droite.

2. Repère
Le repère le mieux indiqué est la base cartésienne $\left(O,\vec{i}\right)$ lié à un référentiel terrestre et dont l'axe $\overrightarrow{\mathbf{Ox}}$ est confondu avec la trajectoire. Le mouvement du mobile est entièrement déterminer à chaque instant par son **abscisse** ou **élongation x = f(t)** (Fig. 1).

Fig. 1

3. Equation de la trajectoire
$\overrightarrow{\mathbf{OM}} = \mathbf{x}\vec{\mathbf{i}}$ avec **x = f(t)** : l'équation de la trajectoire se confond avec celle de l'équation horaire.

4. Vecteur vitesse $\vec{v}$
Le vecteur vitesse est la dérivée du vecteur position par rapport au temps :

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = \vec{i}\,\frac{dx}{dt}$$

Le vecteur vitesse $\vec{v}$ d'un mobile animé d'un mouvement rectiligne a la direction de la trajectoire et le sens du mouvement.

4. Vecteur accélération $\vec{a}$
Le vecteur accélération est la dérivée du vecteur vitesse par rapport au temps ou la dérivée seconde du vecteur position par rapport au temps :

$$\vec{v} = \vec{i}\,\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{i}\,\frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2} = \vec{i}\,\frac{d^2x}{dt^2}$$

***Le vecteur* accélération $\vec{a}$ *d'un mobile animé d'un mouvement rectiligne a la direction de la trajectoire*. *Son sens est donné par le signe du module a de* $\vec{a}$.**

B - LE MOUVEMENT RECTILIGNE UNIFORME

1. Définitions

Un mouvement rectiligne est dit uniforme si et seulement si son équation horaire est une fonction linéaire du temps.
Un mouvement rectiligne est dit uniforme si et seulement si le vecteur vitesse du mobile reste constant au cours du temps.

2. Equations horaires caractéristiques

2.1. Equation horaire du mouvement

Selon la définition l'élongation du mobile s'écrit : x = bt + c avec b et c des constantes à déterminer.
Détermination de b et c

- A t = 0 on a x(t = 0) = c $\Rightarrow$ la constante c est un espace. En particulier c est la distance parcourue par le mobile à l'origine des temps. la distance parcourue par le mobile à l'origine des temps est appelée **espace initial**, **distance initiale**, **abscisse** ou **élongation initiale** et elle notée en général $\mathbf{x_0}$: c = x_0 et x = bt + x_0.
- En dérivant l'équation horaire x = bt + x_0 on trouve $\frac{dx}{dt}$ = b, or par définition la dérivée $\frac{dx}{dt}$ est la vitesse v du mobile ; par conséquent que b = v = constante.

***L'équation horaire de l'élongation d'un mobile dont le mouvement rectiligne est uniforme est : x = vt + x_0*.**

2.2. Equation horaire de la vitesse du mobile

v = constante

2.3. Equation horaire de l'accélération du mobile

$$\mathbf{a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = 0}$$

Les équations horaires caractéristiques du mouvement rectiligne uniforme sont :
x = vt + x_0, v = constante et a = 0.

Nota Bene : ***Chacune de ces relations constitue à elle seule la condition suffisante pour affirmer qu'un mouvement rectiligne est uniforme et réciproquement***.

$$\begin{cases} \textbf{Le mouvement rectiligne est uniforme} \Leftrightarrow \mathbf{x = vt + x_0} \\ \textbf{Le mouvement rectiligne est uniforme} \Leftrightarrow \mathbf{v = constante}. \\ \textbf{Le mouvement rectiligne est uniforme} \Leftrightarrow \mathbf{a = 0} \end{cases}$$

3. Diagrammes (Fig. 2)

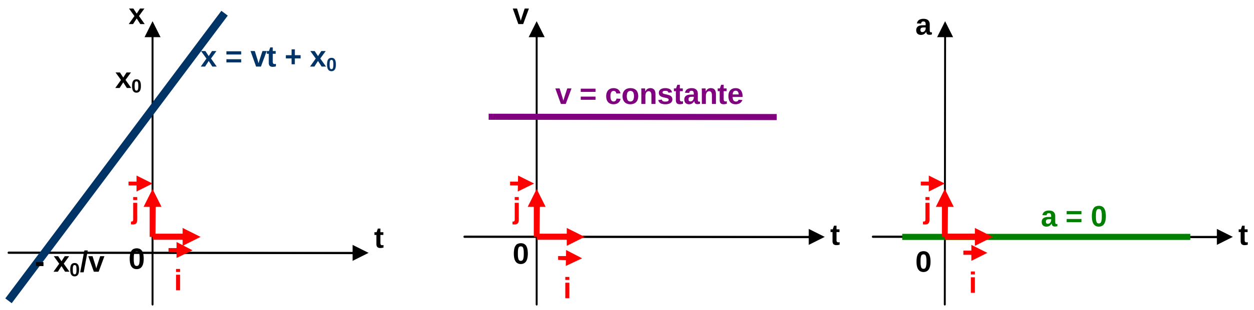


Fig. 2

C - LE MOUVEMENT RECTILIGNE UNIFORMEMENT VARIE

1. Définitions

Un mouvement rectiligne est dit uniformément varié si et seulement si son équation horaire est une fonction du second degré du temps.

2. Equations horaires caractéristiques

2.1. Equation horaire de l'élongation du mobile

Selon la définition l'élongation du mobile s'écrit : $x = bt^2 + ct + d$ avec b, c et d des constantes à déterminer.

Détermination de b, c et d

- A t = 0 on a $x(t = 0) = d = x_0$ espace initial.
- En dérivant l'équation horaire $x = bt^2 + ct + x_0$ on trouve $\frac{dx}{dt} = v = 2bt + c$. A t = 0 on $v(t = 0) = c \Rightarrow$ c est une vitesse ; c'est la **vitesse à l'origine des temps** ou encore la **vitesse initiale** du mobile. On la note $\mathbf{v_0}$. on a alors $v = 2bt + v_0$ et $x = bt^2 + v_0t + x_0$.
- En dérivant la vitesse on trouve $\frac{dv}{dt} = a = 2b \Rightarrow b = a/2$

L'équation horaire du mouvement rectiligne uniformément varié est $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$.

2.2. Equation horaire de la vitesse du mobile

$$v = at + x_0$$

2.3. Equation horaire de l'accélération du mobile

$$a \; Z \; \frac{dv}{dt} \; Z \; \frac{d^2x}{dt^2} = \text{constante} \div 0$$

Les équations horaires caractéristiques du mouvement rectiligne uniforme sont :

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0, \; v = at + x_0 \text{ et } a = \text{constante} \div 0.$$

Nota Bene : Chacune de ces relations constitue à elle seule la condition suffisante pour affirmer qu'un mouvement rectiligne est uniforme.

$$\begin{cases} \text{Le mouvement rectiligne est uniforme} \Leftrightarrow x = \dfrac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \\ \text{Le mouvement rectiligne est uniforme} \Leftrightarrow v = at + v_0 \\ \text{Le mouvement rectiligne est uniforme} \Leftrightarrow a = \text{constante} \neq 0 \end{cases}.$$

3. Diagrammes (Fig. 3 et 4)

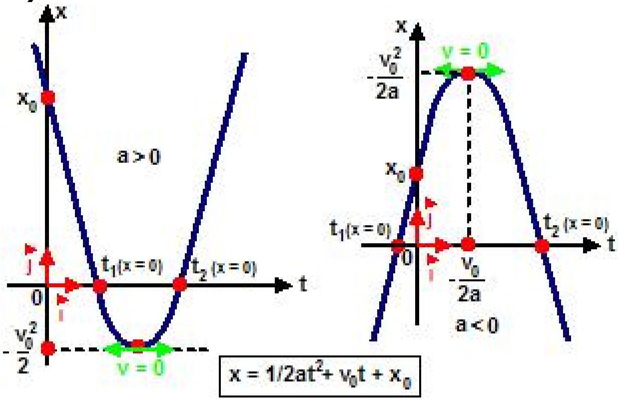


Fig. 3

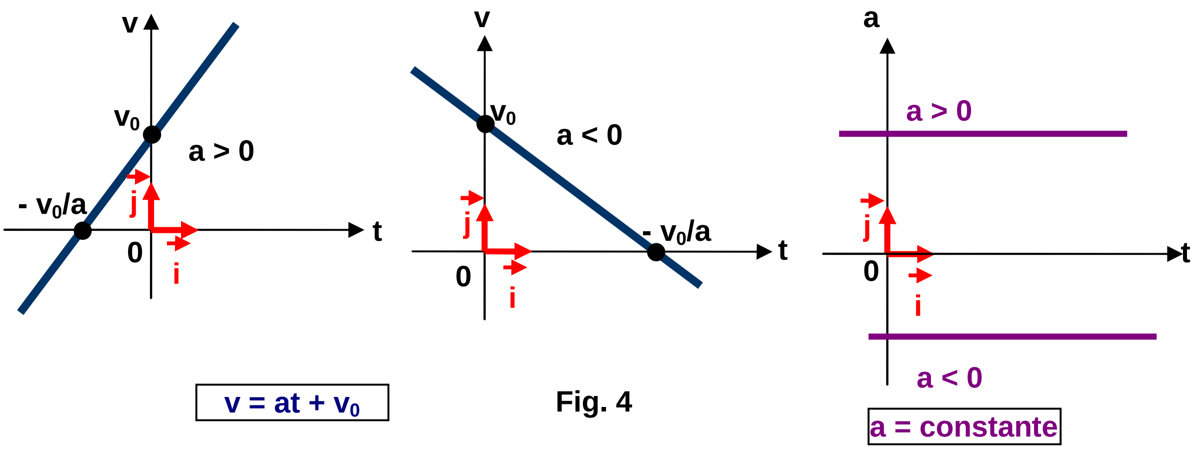


Fig. 4

4. Autres relations caractéristiques du mouvement rectiligne uniformément varié

4.1. Relation entre espaces, vitesses et accélération

De l'expression $v = at + v_0$ de la vitesse on obtient $t = \dfrac{v - v_0}{a}$. Cette expression portée dans celle de l'équation horaire de l'élongation du mobile donne $x = \dfrac{1}{2}a\left(\dfrac{v - v_0}{a}\right)^2 + v_0\left(\dfrac{v - v_0}{a}\right) + x_0 \Leftrightarrow$ $x - x_0 = \dfrac{1}{2a}(v - v_0)(v + v_0)$. On en déduit la relation $\mathbf{v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)}$ qui permet le calcul des grandeurs y figurant lorsque l'on ne connaît pas le temps.

4.2. Espaces parcourus pendant des intervalles de temps successifs égaux

Soit un mobile en mouvement rectiligne uniformément varié. Son élongation à un instant t quelconque a pour équation $x = \dfrac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$.

A l'instant t + θ l'équation horaire de l'élongation du mobile s'écrit :

$$x_1 = \frac{1}{2}a(t+\theta)^2 - \ v_0(t+\theta) + x_0$$

A l'instant t + 2θ l'équation horaire de l'élongation du mobile s'écrit :

$$x_2 = \frac{1}{2}a(t+2\theta)^2 - \ v_0(t+2\theta) + x_0$$

A l'instant t + 3θ l'équation horaire de l'élongation du mobile s'écrit :

$$x_3 = \frac{1}{2}a(t+3\theta)^2 - \ v_0(t+3\theta) + x_0$$

Ainsi de suite, à l'instant t + nθ on a :

$$x_n = \frac{1}{2}a(t+n\theta)^2 - \ v_0(t+n\theta) + x_0 .$$

On pose $e_1 = x_1 - x$, $e_2 = x_2 - x_1$, $e_3 = x_3 - x_2$, … $e_n = x_n - x_{n-1}$ les espaces respectifs parcourus entre les instants t et t + θ, t + θ et t + 2θ, t + 2θ et t + 3θ,… t + (n – 1)θ et t + nθ c'est-à-dire les espaces parcourus pendant les intervalles successifs [(t + θ) – t = θ], [(t + 2θ) – (t + θ) = θ], [(t + 3θ) – (t + 2θ) = θ], … [(t + nθ) – (t + (n – 1)θ) = θ].

Il vient :

$$e_1 = x_1 - x = at\theta + \frac{1}{2}a\theta^2$$
$$e_2 = x_2 - x_1 = at\theta + \frac{3}{2}a\theta^2$$
$$e_3 = x_3 - x_2 = at\theta + \frac{5}{2}a\theta^2$$

– – – – – – – – – – – – – – –

$$e_n = x_n - x_{n-1} = at\theta + \frac{2n-1}{2}a\theta^2$$

Constatation :

$$e_2 - e_1 = \left(at\theta + \frac{3}{2}a\theta^2\right) - \left(at\theta + \frac{1}{2}a\theta^2\right) = \frac{2}{2}a\theta^2 = a\theta^2$$

$$e_3 - e_2 = \left(at\theta + \frac{5}{2}a\theta^2\right) - \left(at\theta + \frac{3}{2}a\theta^2\right) = \frac{2}{2}a\theta^2 = a\theta^2$$

– –

$$e_n - e_{n-1} = \left(at\theta + \frac{2n-1}{2}a\theta^2\right) - \left(at\theta + \frac{2n-3}{2}a\theta^2\right) = \frac{2}{2}a\theta^2 = a\theta^2$$

c'est-à-dire que : $e_2 = e_1 + a\theta^2$, $e_3 = e_2 + a\theta^2$, …, $e_n = e_{n-1} + a\theta^2$ ce qui rappelle l'expression d'une suite ou progression arithmétique $u_n = u_{n-1} + r$ avec r la raison de la suite arithmétique. On déduit que ***dans un mouvement rectiligne uniformément varié, les espaces parcourus pendant des intervalles successifs égaux ¯ forment une progression arithmétique de raison r = a¯^{2}***. On admettra qu'inversement : ***lorsque dans un mouvement rectiligne, les espaces parcourus pendant des intervalles de temps successifs égaux ¯ forment une progression arithmétique de raison r, le mouvement rectiligne est uniformément varié d'accélération a = r/¯^{2}***.

C - LE MOUVEMENT RECTILIGNE SINUSOÏDAL

1. Définition

Un mobile est en mouvement rectiligne sinusoïdal lorsque l'équation horaire de son élongation est une fonction sinusoïdale du temps.

2. Expressions de l'équation horaire de l'élongation

L'équation horaire de l'élongation d'un mobile en mouvement rectiligne sinusoïdal s'écrit :

$$\mathbf{x = x_m \cos(µt + ¤) \text{ ou } x = x_m \sin(µt + ¤)}$$

a, ω et ϕ sont des constantes dont il faut déterminer les natures physiques.

3. Amplitude x_m du mouvement rectiligne sinusoïdal (Fig. 5)

Le cosinus ou le sinus d'un angle est sans unité et compris entre -1 et +1, par conséquent la constante x_m est un espace et l'élongation x du mobile est comprise entre – x_m et $+x_m$:

- x_m á **x** á **+ x_m** ce qui veut dire que **le mobile se déplace sur un segment de droite de longueur $2x_m$**.

La valeur maximale positive x_m de l'élongation x du mobile est appelée amplitude du mouvement rectiligne sinusoïdal : ***x*** á ûxû. **L'amplitude s'exprime donc en mètre**.

Le mobile se déplace sur le segment de longueur $2x_m$ alternativement dans un sens puis dans l'autre : on dit que le ***mobile oscille*** ou effectue des ***oscillations***. Les oscillations du mobile se font de part et d'autre du point O d'abscisse $x_O = 0$, milieu du segment de longueur $2x_m$. **Le milieu O du segment de longueur $2x_m$ sur lequel le mobile M effectue ses oscillations est considéré comme l'origine des espaces**. **Les positions pour lesquelles l'élongation du mobile M a sa valeur maximale** : **$x = - x_m$ et $x = + x_m$ sont appelées les extremums de l'élongation**.

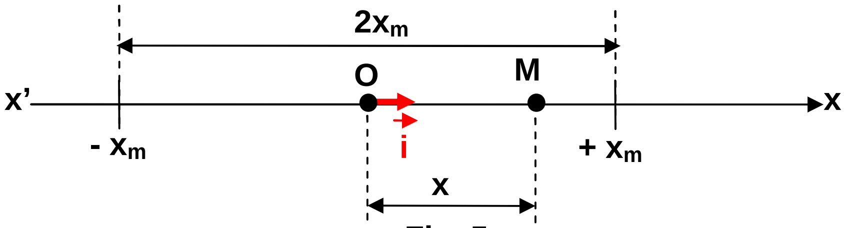


Fig. 5

4. La pulsation µ du mouvement

La grandeur µ est appelée la pulsation du mouvement sinusoïdal. **Elle s'exprime en radians par seconde (symbole : rad/s ou rad.s^{-1})**.

5. Les phases du mouvement sinusoïdal

L'angle (µt + ¤) est appelé la phase à l'instant t tandis que l'angle ¤ représente la phase à l'origine des temps (t = 0).

6. Périodicité du mouvement sinusoïdal – Période T du mouvement

5.1 Périodicité

Soient un mobile M animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal et x sa position à l'instant t quelconque, au bout d'un temps T, sa phase ($\omega t + \phi$) aura augmenté de 2π radians ; le sinus et par conséquent l'élongation x du mobile auront repris les mêmes valeurs et le mobile repasse à l'instant (t + T) par la position qu'il avait à l'instant t en se déplaçant dans le même sens. Le mobile, à l'instant t reproduit **le même mouvement** chaque fois que le **temps augmente de T**. On dit que le **mouvement est périodique**.

5.1. ***Un mouvement est dit périodique, lorsqu'il se répète identique à lui-même, à des intervalles de temps successifs de même durée T, appelée période***.

5.2. Période T

La période T est l'intervalle de temps constant qui sépare deux passages consécutifs du mobile au même point, dans le même sens.

Des instant t à t + T, la phase a augmenté de 2π et conserve la même valeur, c'est-à-dire que : $\omega\,[(t + T) + \phi] = \omega t + \phi + 2\pi \Leftrightarrow \omega T = 2\pi$ et $\mathbf{T} = \dfrac{2\pi}{\omega}$.

6. Oscillation – Battement

On appelle oscillation (ou cycle) le mouvement effectué par le mobile pendant une période.

Un battement est une demi oscillation. ***Sa durée est la demi période***.

7. Fréquence N ou f du mouvement

La fréquence est le nombre de périodes ou d'oscillations (ou encore de cycles) par seconde. $\mathbf{N} = \mathbf{f} = \dfrac{1}{T} = \dfrac{\omega}{2\pi}$. La fréquence s'exprime en **hertz (Hz)**.

Des expressions de la fréquence et de la période on déduit $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = \mathbf{2\pi N}$.

L'expression de l'équation horaire du mouvement rectiligne sinusoïdal encore s'écrire :

$\mathbf{x = x_m\cos(\frac{2\pi}{T}t + \phi) = x_m\cos(2\pi Nt + \phi)}$ ou $\mathbf{x = x_m\sin(\frac{2\pi}{T}t + \phi) = x_m\sin(2\pi Nt + \phi)}$.

7. Equation horaire de la vitesse v du mobile

On a $v = \dfrac{dx}{dt}$. Pour x = $\mathbf{x = x_m\cos(\omega t + \phi)}$ on a $\mathbf{v = -\,x_m\omega\sin(\omega t + \phi)}$ **ou** $\mathbf{x = x_m\sin(\omega t + \phi)}$ et $\mathbf{v = x_m\,\omega\cos(\omega t + \phi)}$.

La vitesse du mobile est une fonction sinusoïdale du temps de même pulsation ω, par conséquent de même période T que l'élongation.

Les valeurs extremums de la vitesse sont $v_{max} = \pm\, x_m\omega$. En adoptant pour expression de la vitesse $v = -\,x_m\omega\sin(\omega t + \phi)$, les valeurs extremums correspondent aux valeurs $\sin(\omega t + \phi) = \pm 1 \Leftrightarrow \cos(\omega t + \phi) = 0$ et $x = 0$: le mobile passe par l'origine O des élongations encore appelée position d'équilibre du mobile.

On retiendra qu'aux passages par la position d'équilibre la vitesse du mobile est maximale (positive ou négative). **Par contre aux positions extremums ($-\,x_m$ et $+\,x_m$) la vitesse du mobile est nulle ($x = \pm\, x_m \Rightarrow v = 0$)**.

8. Déphasage entre deux fonctions sinusoïdales de même période

En adoptant l'expression $x = x_m\sin(\omega t + \phi)$ comme équation horaire du mouvement d'un mobile animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal, l'équation horaire de la vitesse est alors $v = x_m\,\omega\cos(\omega t + \phi)$. Cette expression peut encore s'écrire $\mathbf{v = x_m\,\omega\sin(\omega t + \phi + \frac{\pi}{2})}$.

Les phases de ces deux fonctions sont $\phi_x = \omega t + \phi$ et $\phi_v = \omega t + \phi + \dfrac{\pi}{2}$. **On constate que** $\phi_v = \phi_x + \dfrac{\pi}{2}$, on dit que **la vitesse est en quadrature avance sur l'élongation ou que l'élongation est en quadrature retard sur la vitesse**.

La différence $\phi_v - \phi_x = \Delta\phi$ est appelée différence de phase ou déphasage entre les deux fonctions.

9. Accélération a du mobile

$$\mathbf{a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow \begin{cases} \text{Pour } v = x_m\,\omega\cos(\omega t + \phi) \text{ on a } a = -\,\omega^2\underbrace{x_m\sin(\omega t + \phi)}_{x} = -\,\omega^2 x \\ \text{Pour } v = -\,x_m\,\omega\cos(\omega t + \phi) \text{ on a } a = -\,\omega^2\underbrace{x_m\cos(\omega t + \phi)}_{x} = -\,\omega^2 x \end{cases}}$$

Le vecteur accélération $\vec{a}$ Z J µ$^2\vec{x}$ est proportionnel et de sens contraire au vecteur position.
En posant **x = x$_m$ sin(µt + ¤) on a** a = - $\omega^2 x_m \sin(\omega t + \phi)$ ou encore a = $\omega^2 x_m \sin(\omega t + \phi + \pi)$. Le déphasage entre x et a est a¤ **= ¤$_x$ - ¤$_a$ =** ® ; on dit que **l'accélération et l'élongation sont en opposition de phase**.

10. Equation différentielle caractéristique du mouvement sinusoïdal

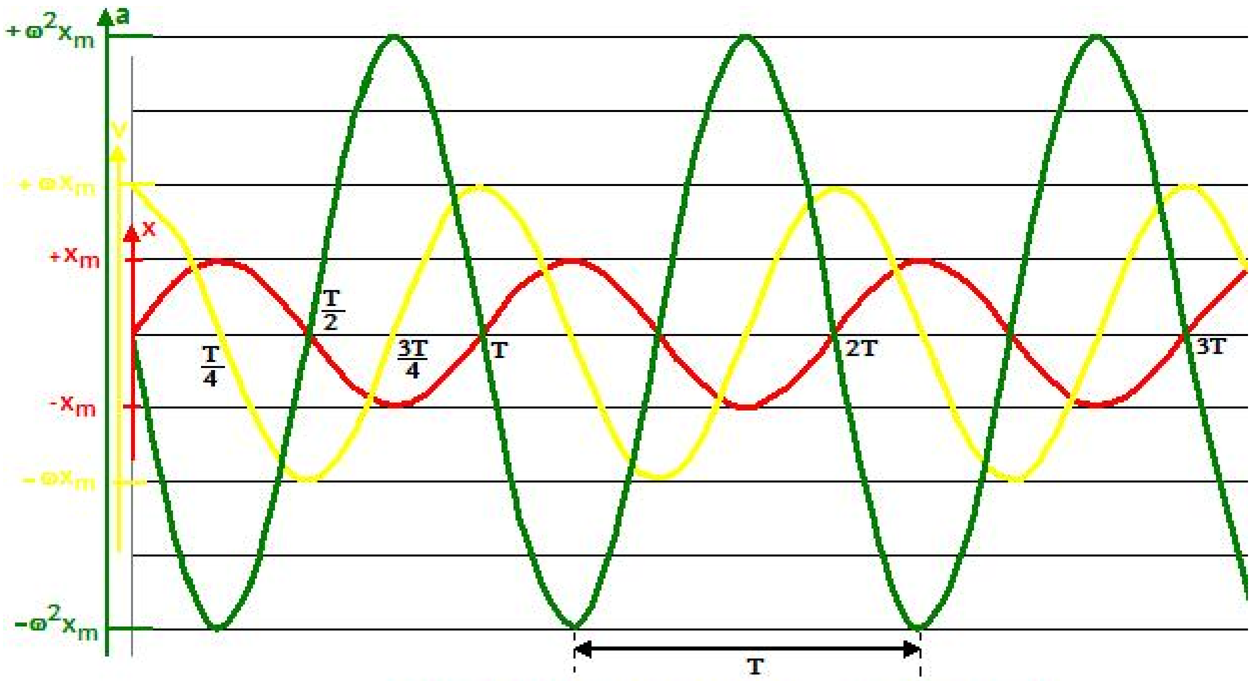
L'accélération du mouvement rectiligne sinusoïdal peut s'écrire a = - ω^2x ; sachant que $a = \frac{d^2x}{dt^2}$

cette relation devient, par transposition $\frac{d^2x}{dt^2}$ H µ^2**x** Z **0** .

L'équation $\frac{d^2x}{dt^2}$ H µ^2**x** Z **0** , appelée **équation différentielle**, caractérise le mouvement sinusoïdal.
La solution de cette équation est effectivement **x = x$_m$ sin(µt + ¤)** ou **x = x$_m$ cos(µt + ¤)**.
On retiendra que lorsqu'un mouvement rectiligne est régit par une équation différentielle de la forme $\frac{d^2x}{dt^2}$ H µ^{2}x Z 0 , le mouvement rectiligne est sinusoïdal et inversement.

$\frac{d^2x}{dt^2}$ H µ^2**x** Z **0** **(ou a = - µ^{2}x)** ę **le mouvement rectiligne est sinusoïdal**

9. Diagrammes (Fig. 6)
Les courbes sont des **sinusoïdes**.



x = x$_m$sinωt v = ωx$_m$cosωt a = -ω^{2}x$_m$sinωt

MOTS CLES
CINÉMATIQUE, MOBILE, RÉFÉRENTIEL, REPÈRE, TRAJECTOIRE, CURVILIGNE, CIRCULAIRE, ÉQUATION HORAIRE, VITESSES MOYENNE ET INSTANTANÉE, ACCÉLÉRATIONS MOYENNE ET INSTANTANÉE, COORDONNÉES CARTÉSIENNES, CURVILIGNES, UNIFORME, UNIFORMEMENT VARIÉ, ACCÉLÉRÉ, RETARDÉ (OU DÉCÉLÉRÉ), RÉFÉRENTIEL TERRESTRE, RÉFÉRENTIEL GÉOCENTRIQUE, RÉFÉRENTIEL DE COPERNIC, REPÈRE DE DATE, REPÈRE D'ESPACE SINUSOÏDAL, AMPLITUDE, PULSATION, PHASE, PÉRIODIQUE, PÉRIODE, OSCILLATION, BATTEMENT, FRÉQUENCE, DIFFÉRENCE DE PHASE OU DÉPHASAGE, ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE.

Évaluation

1. Les expressions ou les phrases suivantes sont-elles correctes ? Sinon énoncer la formulation correcte.
   a) La vitesse du mouvement
   b) La vitesse du mobile
   c) L'accélération du mouvement
   d) La courbe représentant les élongations d'un mouvement rectiligne uniformément varié est une parabole, la trajectoire de ce mouvement est donc parabolique
   e) La période du mobile
   f) l'amplitude du mobile
   g) L'équation horaire du mobile
   h) La phase du mobile
   i) L'élongation du mouvement

2. Un mobile parcourt une droite à la vitesse de 12 m/s. A la date t = 2s, il se trouve à l'abscisse – 5m. Quelle est son abscisse à la date t = 20s ?

3. L'équation horaire d'un mouvement rectiligne est x = 5(5 – t), avec x en mètres et t en seconde. Quelle est la nature de ce mouvement ? Calculer la valeur algébrique du vecteur vitesse. Préciser la position du mobile à l'instant t = 0 par rapport à l'origine des abscisses.

4. un mobile décrit l'axe x'Ox d'un mouvement uniforme. Il part à l'instant t = 0 de l'abscisse – 5 dans le sens positif avec la vitesse de 3m/s. Ecrire les équations caractéristiques du mouvement et tracer les diagrammes.

5. Déterminer un mouvement uniformément varié avec les données suivantes :
a) t = 0, x = 0, v = - 4 m/s
b) t = 2s, v = 2 m/s

6. Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié. A t = 0, le mobile est à l'abscisse + 2 m. A t = 1s, le mobile est à l'abscisse + 2 m. A t = 3s, le mobile est à l'abscisse – 4 m. Ecrire les équations horaires, tracer les diagrammes et étudier le mouvement.

7. un mobile en mouvement de translation sur un axe x'Ox a une accélération égale à chaque instant à 2 m.s^{2}. Son abscisse initiale est 9 m et sa vitesse initiale – 10 m.s^{1}.
a) Ecrire l'équation horaire du mouvement
b) Déterminer l'abscisse minimum du mobile et l'instant correspondant
c) Calculer l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'instant initial et les deux passages à l'origine des abscisses
d) Calculer la vitesse du mobile aux deux passages à l'origine des abscisses
e) Calculer la vitesse du mobile lorsqu'il passe à l'abscisse 3 m.

8. Un mobile ponctuel se déplace sur une droite x'x. Son accélération est constante. A l'instant t = 2s, il se trouve au point – 5 cm et est animé de la vitesse 4 cm.s^{1}. A t = 5s, il se trouve au point d'abscisse 35 cm et est animé de la vitesse 16 cm/s.
a) Déterminer l'accélération du mouvement, la vitesse à l'instant initial. Quelle est alors sa position ?
b) Un deuxième mobile se déplace sur la même droite d'un mouvement uniforme. Aux instants 2s et 5s, il se trouve en des points d'abscisses respectives 71 cm et 57,5 cm. Déterminer l'équation horaire du mouvement du second mobile
c) A quel instant les mobiles se croisent-ils ?

9. Un ascenseur que l'on suppose réduit à une plateforme plane horizontale s'élève d'un mouvement uniforme dans une cage de trente mètres de hauteur. Il accomplit le trajet sans arrêt en 15 s. A l'instant où il part un observateur situé au sommet de la cage laisse tomber une bille qui rencontre la plateforme de l'ascenseur
a) Ecrire les équations horaires des mouvements en prenant pour origine des espaces le point le plus bas de la cage d'ascenseur et que l'axe des abscisses est orienté vers le haut. Le mouvement de la bille est un mouvement rectiligne uniformément accéléré d'accélération 9,8 $m.s^{-2}$.
b) A quel instant et à quelle hauteur a lieu le croisement ?
c) Tracer dans un même repère les digrammes des espaces des deux mouvements et retrouver les résultats précédents.

10. un mobile chemine sur un axe x'Ox orienté positivement de x' vers x, avec un vecteur vitesse de valeur algébrique constante de 72km/h
a) Représenter le vecteur vitesse à l'échelle 0,5 cm pour 1 m/s
b) L'abscisse à l'instant t = 0 étant de 50 m, calculer les abscisses du mobile aux instants $\pm$ 5 s et la date de passage par l'origine des abscisses.

11. Une autoroute présente un tronçon rectiligne entre deux aires de repos A et B, distantes de 5 km
Un véhicule M_1 passe devant A à 11h et se dirige vers B à une vitesse de 72 km/h
a) Ecrire les équations horaires des mouvements de M_1 et de M_2
b) En déduire l'heure et le lieu de rencontre des deux véhicules.

12. On réalise une expérience simple consistant à relever l'abscisse x d'un mobile à différents instants. Les résultats expérimentaux sont les suivants :

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
x(cm)	1	4	7	10	10	10	10	6	2

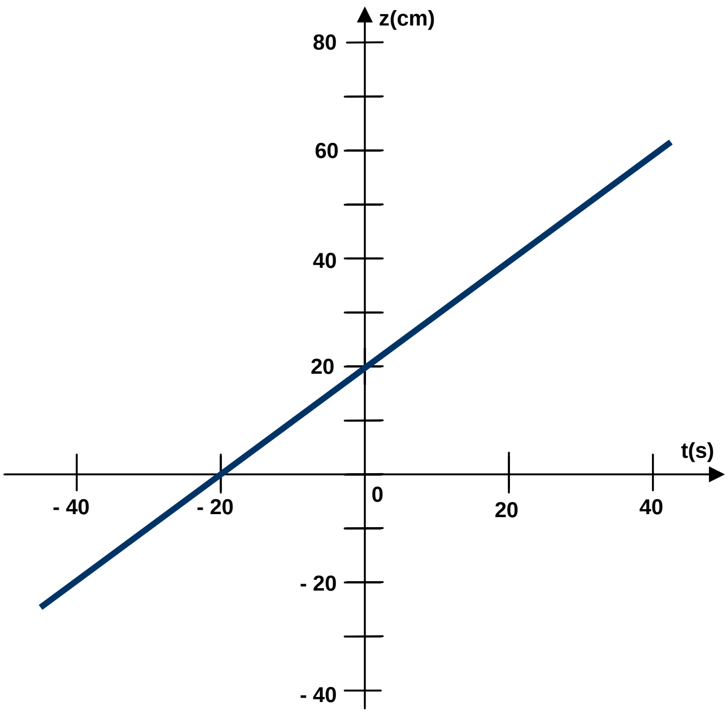
a) Représenter graphiquement x = f(t)
b) Donner, pour chaque phase du mouvement, les équations horaires.

13. Trois villes A, B et C sont situées le long d'une route rectiligne. AB = 5 km, AC = 10 km. A l'instant t = 0, un mobile M_1 passe par la ville A et se dirige vers B avec la vitesse constante de 75 km/h
a) Quelle est l'équation horaire de M_1 ? A quel instant le mobile par la ville B ?
b) A l'origine des temps un mobile M_2 passe par la ville B. Il se déplace dans le même sens que M_1 d'un mouvement rectiligne uniforme de vitesse 50 km/h. A l'instant et en quel lieu M_1 et M_2 se rencontrent-ils ?
c) Un mobile M_3 passe par la ville B à l'instant 140 s. Son mouvement est rectiligne uniforme de vitesse 50 km/h. A quel instant et en quel lieu M_1 et M_3 se rencontrent-ils ?
d) Un mobile M_4 passe par la ville B à l'instant 140 s. Quelle doit être la vitesse minimale pour que le mobile M_1 ne le rejoigne pas avant la ville C ?

14. On considère trois points A, B, C dans un plan (O, x, y), de coordonnées en cm : A(0, 0), B(100, 0), C(100, 50).
A l'instant t = 0, un mobile M_1 animé d'un mouvement rectiligne uniforme de vitesse $\vec{v}_2 = \overrightarrow{\text{constante}}$ passe par B.
a) M_1 arrive au point C en cinq C en cinq secondes tandis que M_2 ne met qu'une seconde pour parcourir BC. Quelles sont les caractéristiques des vecteurs $\vec{\mathbf{v}}_1$ et $\vec{\mathbf{v}}_2$ dans ces conditions ? (Donner les composantes, le module et l'angle α compris entre x'Ox et les vecteurs).

b) Quelles devraient être les caractéristiques de $\vec{v_2}$ pour que les deux mobiles arrivent en même temps en C ?

15. Un mobile se déplace sur un axe zz'. On a représenté graphiquement la fonction t → z(t).



a) Déterminer la position du mobile à l'origine des temps
b) A quelle date le mobile passe-t-il par la position z = 0 ?
c) Déterminer l'équation horaire du mouvement. Quelle est la nature de ce mouvement ?
d) Déterminer la vitesse du mobile en chaque point de la trajectoire rectiligne

16. Déterminer pour quel instant et pour quelle élongation le mouvement d'équation $x = -12t^2 + 3t - 5$ change de sens.

17. Un mobile démarre sur une trajectoire rectiligne et atteint au bout de 3 s une vitesse de 10 m/s
a) Quelle est la nature de son mouvement ?
b) Calculer son accélération sachant qu'elle est constante
c) Quelle est la longueur du trajet parcouru par le mobile pendant ce temps ?

18. Les positions d'un point matériel en mouvement rectiligne sont consignées dans le tableau ci-dessous :

t(s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
x(cm)	5	15	29	47	69	95	124,5	154,5	184,5	214,5	244,5

a) Montrer que le mouvement admet une première phase uniformément accélérée et calculer son accélération. Etablir l'équation horaire du mouvement dans cette phase
b) Montrer que le mouvement devient uniforme vers la fin de l'enregistrement. Etablir l'équation horaire du mouvement pour cette phase. On considérera que la vitesse est nulle.
19. Partant du repos, un mobile en mouvement rectiligne acquiert une vitesse de 10 m/s après 25 m de parcours. Il poursuit ensuite 50 m avec cette vitesse et s'arrête à 125 m de son point de départ.

a). Etablir les équations horaires des différents phases du mouvement en précisant les origines des dates et d'espaces choisies.
b). Construire les diagrammes des espaces sur un même graphique.

20. Un car effectue le trajet rectiligne entre deux villes A et B distances de 50 km. On donne les différentes phases de son mouvement.
A l'instant initiale, le car se trouve en A à l'abscisse $x_o = 0$; son mouvement est ensuite uniformément accéléré : $a_1 = 1,66\ m.s^{-2}$ pendant 10 s, puis sa vitesse devient constante égale à v_0 ; enfin, le mouvement est uniformément retardé pendant 5 s et le car s'arrête en B.
a). Donner la valeur v_0 de la vitesse, ainsi que la valeur a_2 de l'accélération en fin de parcours
b). Représenter les diagrammes horaires $x = f(t)$ et $v = g(t)$.
c). Quelle est la durée du trajet AB ?

21. On considère un puits dont la surface de l'eau se trouve à 21 m du bord de la margelle. A un instant choisi comme origine des temps, on envoie du bord de la margelle, une pierre vers le fond du puits avec une vitesse initiale $\vec{\mathbf{v}}_{\mathbf{0}}$ verticale.
Le mouvement de la pierre uniformément accéléré, le vecteur accélération du mouvement étant celui de la pesanteur $\vec{g}$. Soit t la durée de la chute jusqu'à la surface de l'eau.
a). On suppose $v_0 = 0$; sachant que $t = 2,07s$, calculer g.
b). On suppose maintenant que $v_0 = 10\ m/s$. Au bout de combien de temps la pierre touchera-t-elle la surface de l'eau ?
c). Dans les deux cas ci-dessus, avec quelle vitesse v la pierre entrera-t-elle en contact avec l'eau ?

22. Une bille B_1 est lancée verticalement vers le haut à partir d'un point A, avec une vitesse initiale d'intensité $v_0 = 15\ m/s$; son accélération est celui de la pesanteur $\vec{g}$ dirigé vers le bas (on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$).
a). Ecrire l'équation horaire du mouvement de la bille B_1 en prenant pour origine des temps l'instant de lancement.
b). Quelle est l'altitude maximale atteinte par la bille ? Quelle est la durée de son ascension ?
c). Une seconde après le départ de B_1, on lance une bille B_2 dans les mêmes conditions.
c_1. A quelle altitude et quel instant les billes se rencontrent-elles ?
c_2. Quelles sont les vitesses de B_1 et B_2 juste avant la rencontre ?

23. Deux véhicules A et B partent en même temps de deux points C et D distants de 2 m. Leurs mouvements ont lieu dans le même sens sur la droite CD. Leurs accélérations, constantes, sont respectivement $a_1$et a_2.
a). Les véhicules partent avec des vitesses initiales nulles et les accélérations telles que $a_1 = 5\ m.s^{-2}$ et $a_2 = 3\ m.s^{-2}$. Déterminer l'instant et le lieu de leur croisement.
b). Inversement, quelles devraient être leurs vitesses initiales et leurs accélérations pour que, partant à l'instant $t = 0$, ils se rencontrent à l'instant $t = 2s$ au point P situé à 1 m de D avec une vitesse nulle ?