Chapitre 2: Mouvements Rectilignes

1. Définitions

* Le mouvement est **rectiligne**

$\Leftrightarrow$ la trajectoire est une droite.

* Le mouvement est **uniforme**

$\Leftrightarrow$ v (intensité du vecteur vitesse instantanée) est constante.

* Le mouvement est **rectiligne et uniforme (MRU)**

$\Leftrightarrow$ $\vec{v}$ (vecteur vitesse instantanée) est constant.

* Le mouvement est **rectiligne et uniformément varié (MRUV)**

$\Leftrightarrow$ l'accélération $\vec{a}$ est constante.

2. Etude du mouvement rectiligne uniformément varié (MRUV)

a) Terminologie et conditions initiales

La trajectoire est une droite. Afin de repérer la position d'un mobile sur cette trajectoire nous utilisons un repère avec un seul **axe Ox** de même direction que celle de la trajectoire. Ceci constitue le repère le plus pratique car le vecteur position n'aura qu'une seule coordonnée, l'**abscisse x** du mobile.

Il suffit donc tout simplement de munir la trajectoire d'une origine O et d'une orientation, pour laquelle on choisira si possible celle du mouvement. L'origine O s'appelle encore **origine des espaces**.

L'instant où le chronomètre est déclenché est appelé **instant initial** ou **origine des temps**. A l'instant initial le temps t_0 est égal à zéro : $t_0 = 0$.

Si possible, on choisit l'origine O tel qu'elle coïncide avec la position initiale du mobile M_0, le vecteur position initiale est nul. Dans ce cas, l'**abscisse initiale** (=abscisse à l'instant initial) est nulle : $x_0 = 0$. Pourtant, *le cas général* est celui où, à l'instant initial, le mobile ne se trouve pas à l'origine O : l'abscisse initiale $x_0 \neq 0$.

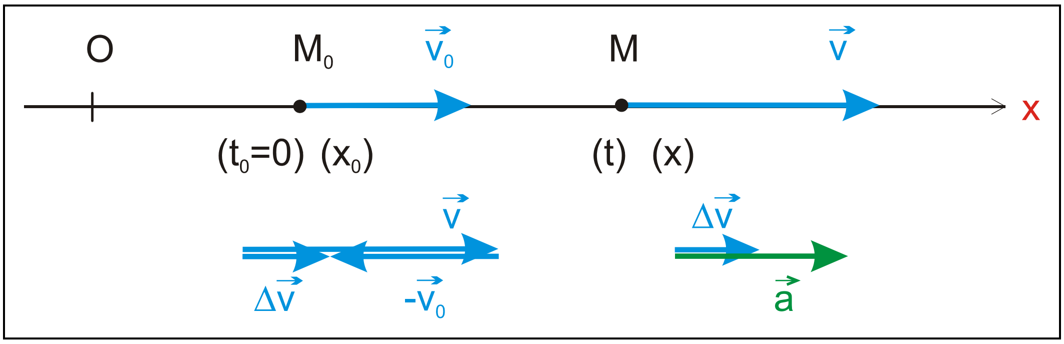
A l'instant initial, le mobile est en train de se déplacer avec la **vitesse initiale** $\vec{v}_0$, tangentielle à la trajectoire, donc de même direction que l'axe Ox. $\vec{v}_0$ n'a donc qu'une seule coordonnée, suivant Ox, notée v_{0x}. Si $\vec{v}_0$ est de même sens que l'axe Ox, $v_{0x} > 0$.

Les conditions initiales sont donc : Si $t = t_0 = 0$, $x = x_0$ et $v_x = v_{0x}$.

b) L'accélération $\vec{a}$ est constante : a_x constant

A l'instant $t_0 = 0$, $x = x_0$ et $v_x = v_{0x}$.

Un peu plus tard, à l'instant $t > 0$, le mobile se trouve au point M d'abscisse x, et la vitesse du mobile est $\vec{v}$. De même que $\vec{v}_0$, le vecteur $\vec{v}$ n'a qu'une seule coordonnée, suivant Ox, notée v_x. Si $\vec{v}$ est de même sens que l'axe Ox, $v_x > 0$.



Le vecteur vitesse $\vec{v}$ varie donc de $\Delta\vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_0$ au cours de l'intervalle de temps $\Delta t = t - t_0$. L'accélération moyenne $\vec{a}_m$ du mobile M s'écrit par définition :

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Comme l'accélération instantanée $\vec{a}$ est constante, elle est égale à l'accélération moyenne $\vec{a}_m$.
Donc :

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

L'accélération $\vec{a}$ a la même direction que $\Delta\vec{v}$: elle n'a donc qu'une seule coordonnée suivant Ox, notée a_x. Elle est égale à la coordonnée suivant Ox de $\Delta\vec{v}$, notée $(\Delta\vec{v})_x$, divisée par Δt.
Sur la figure on voit que $(\Delta\vec{v})_x = v_x - v_{0x} = \Delta v_x$.

$$a_x = \frac{(\Delta\vec{v})_x}{\Delta t} = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$$

$$\boxed{a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}}$$ **(formule à retenir)**

Si $\Delta\vec{v}$ est de même sens que l'axe Ox, $\Delta v_x > 0$ et $a_x > 0$!

Exemple : *La coordonnée suivant Ox de la vitesse d'une bicyclette passe de 3 m/s à 13 m/s en 4 s. Quelle est l'accélération de la bicyclette ?*

Réponse : *$a_x = \Delta v_x/\Delta t = 10/4\ m/s^2 = 2{,}5\ m/s^2$. L'accélération est donc dirigée dans le sens de l'axe Ox et a la norme de $2{,}5\ m/s^2$!*

c) Relation entre vitesse v_x et temps t

On a donc $\Delta v_x = a_x \cdot \Delta t$.

Comme $\Delta v_x = v_x - v_{0x}$ et $\Delta t = t - t_0 = t$, on obtient :

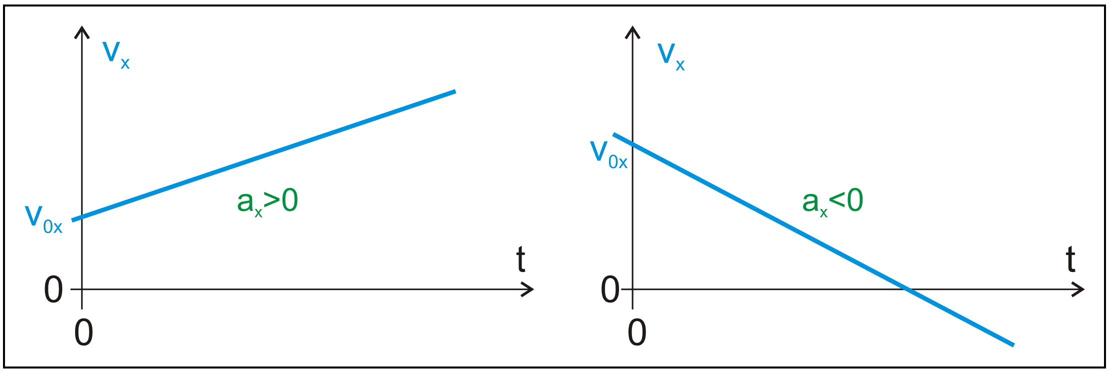
$$\boxed{v_x = a_x \cdot t + v_{0x}}$$

Voilà l'expression mathématique (l'équation) de la vitesse suivant Ox en fonction du temps. Elle permet de calculer cette vitesse à n'importe quelle date, connaissant la vitesse initiale v_{0x} et l'accélération a_x (qui sont des constantes !).

Si on connaît la seule coordonnée v_x du vecteur $\vec{v}$, celui-ci est entièrement déterminé.

Norme du vecteur $\vec{v}$: $v = |v_x|$. Si $v_x > 0$ alors $v = v_x$.

La représentation de la vitesse v_x en fonction du temps t est **<u>une droite</u>**, soit croissante (si $a_x > 0$), soit décroissante (si $a_x < 0$).



Questions de compréhension

1. *L'équation paramétrique de v_x est-elle valable si le mouvement a lieu dans le sens négatif de l'axe Ox ?*

2. *Le mouvement d'un mobile M pour lequel v_x augmente est-il automatiquement un mouvement où M devient de plus en plus rapide.*

3. *Les trois affirmations suivantes sont-elles équivalentes ?*
   Le mobile est accéléré. Le mobile devient de plus en plus rapide. La vitesse du mobile augmente.

Exemple 1 Une voiture a une vitesse initiale de 10 m/s. Elle est en train de rouler sur une route rectiligne avec une accélération constante de 0,8 m/s². Calculer sa vitesse au bout de 10 s.

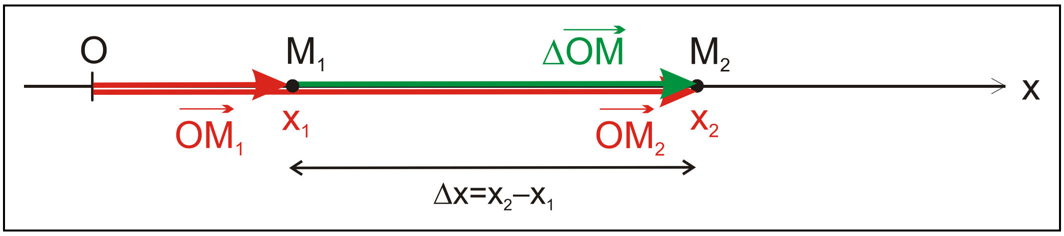
Solution $v_x = a_x \cdot t + v_{0x}$

$v_x = (0{,}8 \cdot 10 + 10)$ m/s = 18 m/s

d) Vitesse moyenne et vitesse instantanée

Définition de la vitesse moyenne **:** $\vec{v}_m = \dfrac{\Delta\overrightarrow{OM}}{\Delta t}$

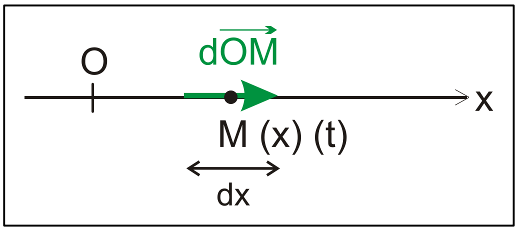
Dans le cas du mouvement rectiligne, où le mobile se trouve en M_1 à l'instant t_1, et en M_2 à l'instant t_2, on obtient pour la coordonnée suivant Ox :
:



$$v_{mx} = \frac{(\Delta\overrightarrow{OM})_x}{\Delta t} = \frac{(\overrightarrow{OM_2})_x - (\overrightarrow{OM_1})_x}{t_2 - t_1} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\boxed{v_{mx} = \frac{\Delta x}{\Delta t}}$$ **(formule à retenir)**

Définition de la vitesse instantanée : $\vec{v} = \dfrac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$



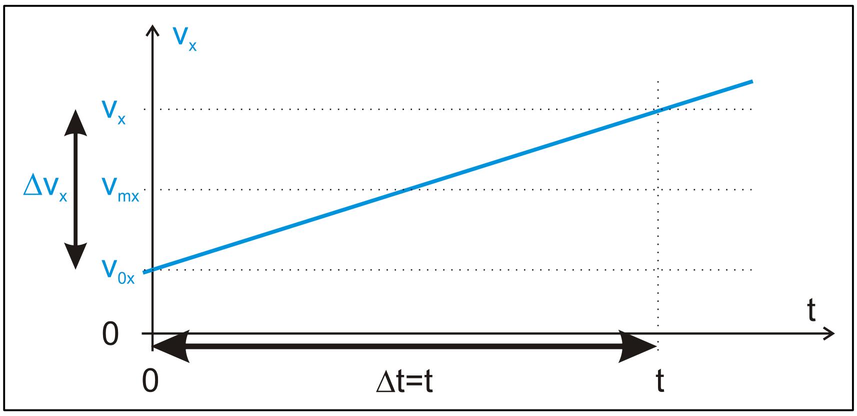
Dans le cas du mouvement rectiligne, où le mobile se trouve en M à l'instant t, on obtient pour la coordonnée suivant Ox :

$$\boxed{v_x = \frac{dx}{dt}}$$

e) Relation entre abscisse x et temps t

Exprimons la vitesse moyenne entre l'instant initial $t_0 = 0$ et un instant t ultérieur quelconque.

$$v_{mx} = \frac{x - x_0}{t - 0} \Leftrightarrow x = x_0 + v_{mx} \cdot t$$



Afin de déterminer v_{mx} examinons la variation de v_x en fonction du temps !

La figure montre que la vitesse moyenne v_{mx} est donnée par :

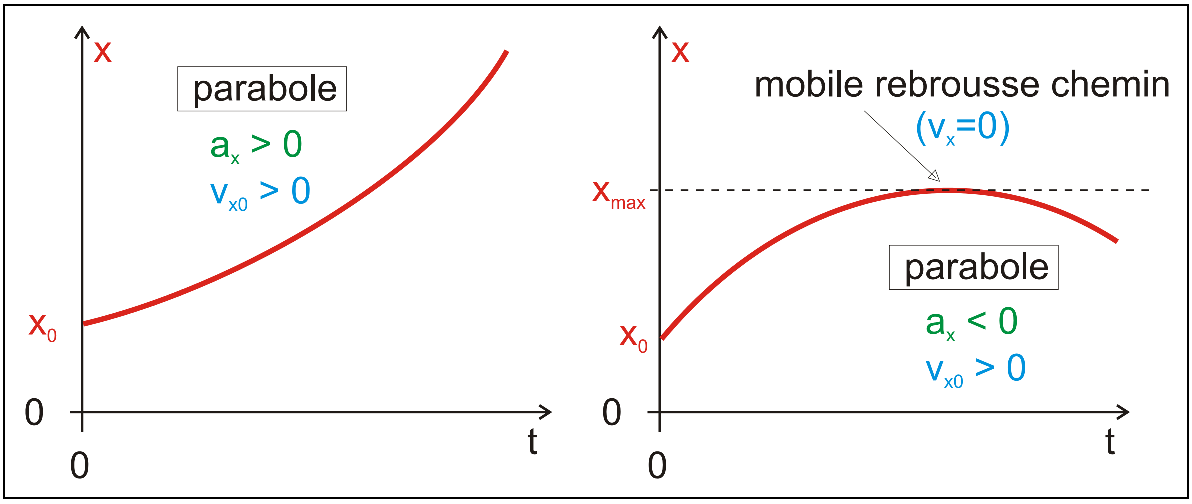
$$v_{mx} = \frac{v_x + v_{0x}}{2}$$

Il vient : $x = x_0 + v_{mx} \cdot t = x_0 + \left(\frac{v_x + v_{0x}}{2} \right) \cdot t$

Comme : $v_x = a_x \cdot t + v_{0x}$, on obtient : $\boxed{x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t + x_0}$

C'est **l'équation horaire du mobile** qui permet de calculer l'abscisse x à n'importe quelle date t, connaissant les conditions initiales (x_0, v_{0x}) et l'accélération a_x.

La représentation graphique de l'abscisse x en fonction du temps t est une **<u>parabole</u>**.



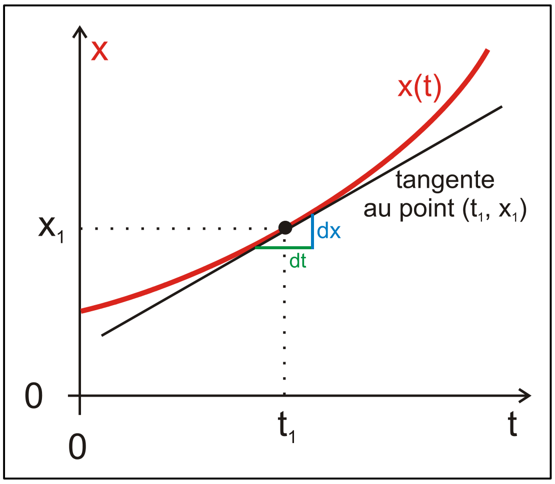
Remarque importante :

La pente de la tangente à la courbe x(t) est numériquement égale à v_x !

Explication (figure ci-contre) :

v_x au point (t_1, x_1) = dx/dt en ce point de la courbe x(t)

= dx/dt en ce point de la tangente



Exemple 2 Reprendre l'exemple 1 et calculer la distance parcourue entre t_1 = 2 s et t_2 = 5 s.

Solution Choisissons l'origine O tel que x_0 = 0 !

Abscisse à t_1 = 2 s : $x_1 = \frac{1}{2} a_x t_1^2 + v_{0x} t_1$

$x_1 = (0{,}4 \cdot 4 + 10 \cdot 2)$ m = 21,6 m

Abscisse à t_2 = 5 s : $x_2 = \frac{1}{2} a_x t_2^2 + v_{0x} t_2$

$x_2 = (0{,}4 \cdot 25 + 10 \cdot 5)$ m = 60,0 m

Distance cherchée : $\Delta x = x_2 - x_1$ = 38,4 m

f) Relation entre vitesse v_x et abscisse x

Partons des équations paramétriques x = f(t) et v_x = g(t) **:**

$$v_x = a_x \cdot t + v_{0x} \qquad (1)$$

$$x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t + x_0 \qquad (2)$$

(1) ⇒ $$t = \frac{v_x - v_{0x}}{a_x}$$

Dans (2) ⇒ $$x = \frac{1}{2} \cdot a_x \cdot \left(\frac{v_x - v_{0x}}{a_x} \right)^2 + v_{0x} \cdot \frac{v_x - v_{0x}}{a_x} + x_0$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot a_x \cdot \left(\frac{v_x^2 - 2v_x v_{0x} + v_{0x}^2}{a_x^2} \right) + \frac{v_x v_{0x} - v_{0x}^2}{a_x} + x_0$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_x^2 - 2v_x v_{0x} + v_{0x}^2 + 2v_x v_{0x} - 2v_{0x}^2}{a_x} + x_0$$

$$x - x_0 = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$$

Finalement on obtient :

$$\boxed{v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x \left(x - x_0 \right) \Leftrightarrow \Delta(v_x^2) = 2a_x \cdot \Delta x}$$

Exemple 3 Reprendre l'exemple 1 et calculer la vitesse de la voiture après un parcours de 50 m.

Solution $v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x \cdot \Delta x \quad \Rightarrow \quad v_x = \sqrt{v_{0x}^2 + 2a_x \cdot \Delta x}$

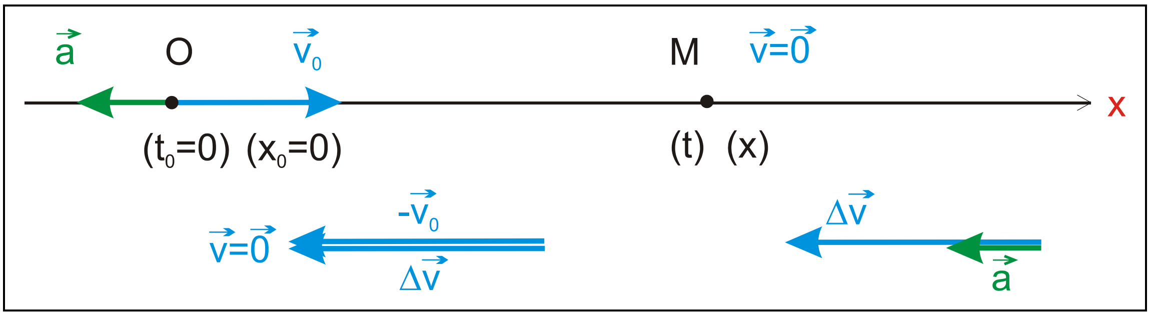
$$v = \sqrt{100 + 1{,}6 \cdot 50}\ \frac{m}{s} = 13{,}4\ \frac{m}{s}$$

Exemple 4 Une voiture initialement en mouvement avec la vitesse de 120 km/h, freine avec accélération constante de sorte qu'elle arrive au repos au bout de 5 s.

a) Quelle est l’accélération du mouvement ?
b) Quel est le chemin parcouru pendant le freinage ?
c) Quelle est la vitesse après 3,15 s de freinage ?
d) Quel est le chemin parcouru jusqu'à l'instant où la vitesse ne vaut plus que 20 km/h ?
e) Quel est le chemin parcouru après 2 s ?

Solution Afin de résoudre un tel exercice, il faut obligatoirement faire un croquis en y reportant toutes les données.

Choisissons l'origine des espaces telle qu'elle coïncide avec la position du mobile à $t_0 = 0$: $x_0 = 0$.



a) L'accélération est donnée par : $v_x = a_x \cdot t + v_{0x}$

avec $v_x = 0$, $v_{0x} = \dfrac{120}{3,6}$ m/s et $t = 5$ s

Donc : $$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t} = -6,67 \text{ m/s}^2$$

$a_x < 0$ signifie que l'accélération $\vec{a}$ est orientée dans le sens opposé à celui de l'axe Ox.

b) On a : $$v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x \cdot x$$

Donc : $$x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x} = 83,3 \text{ m}$$

c) Vitesse à $t = 3,15$ s : $v_x = a_x \cdot t + v_{0x} = 12,3$ m/s

d) Le chemin parcouru x est donné par : $v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x x$

avec $v_x = \dfrac{20}{3,6}$ m/s et $v_{0x} = \dfrac{120}{3,6}$ m/s

Donc : $$x = \frac{v_{0x}^2 - v_x^2}{2a_x} = 81,0 \text{ m}$$

e) Chemin parcouru à $t = 2$ s : $$x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t$$

Donc : $$x = \left(-\frac{1}{2} \cdot 6,67 \cdot 2^2 + \frac{120}{3,6} \cdot 2 \right) \text{m} = 53,3 \text{m}$$

g) Résumé : formules générales du MRUV (à retenir absolument !)

Conditions initiales (C.I.) : $\boxed{\text{Si } t = 0,\ x = x_0 \text{ et } v_x = v_{0x}}$

Accélération constante : $\boxed{a_x = \text{constante}}$

Relation entre vitesse v_x et temps t : $\boxed{v_x = a_x t + v_{0x}}$

Relation entre abscisse x et temps t (équation horaire) : $\boxed{x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t + x_0}$

Relation entre vitesse v_x et l'abscisse x : $\boxed{v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x \cdot (x - x_0) \Leftrightarrow \Delta(v_x^2) = 2a_x \cdot \Delta x}$

3. Etude du mouvement rectiligne uniforme (MRU)

Il s'agit d'un cas particulier du MRUV, celui où le vecteur accélération est nul. Les formules se dégagent de celles du MRUV !

Conditions initiales : $\boxed{\text{Si } t = 0,\ x = x_0 \text{ et } v_x = v_{0x}}$

Accélération nulle : $\boxed{a_x = 0}$

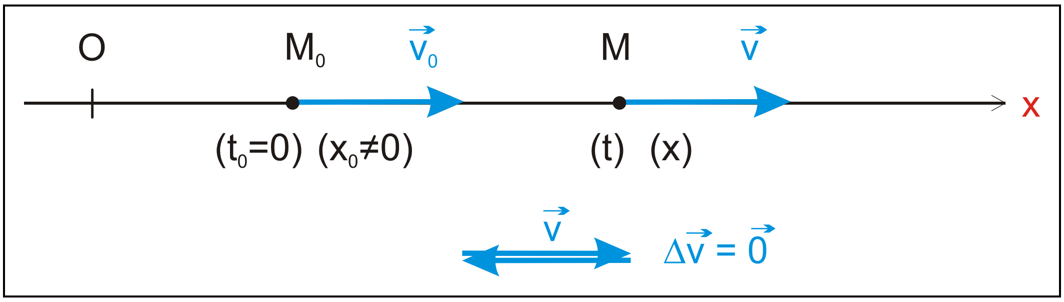
Vitesse constante : $\boxed{v_x = v_{0x} = \text{constante}}$

Relation entre abscisse x et temps t (équation horaire) : $\boxed{x = v_x \cdot t + x_0}$

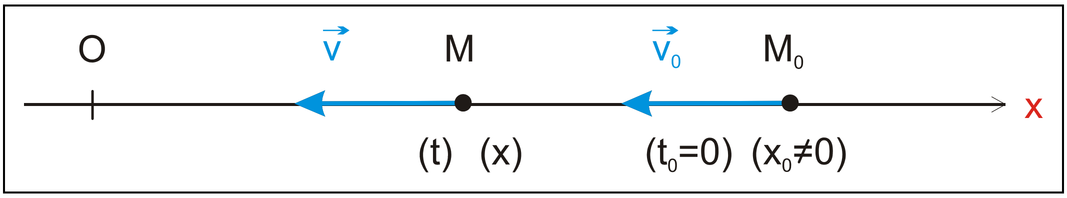
Voilà les formules générales du MRU (à retenir absolument !).

L'équation horaire est valable dans tous les cas :

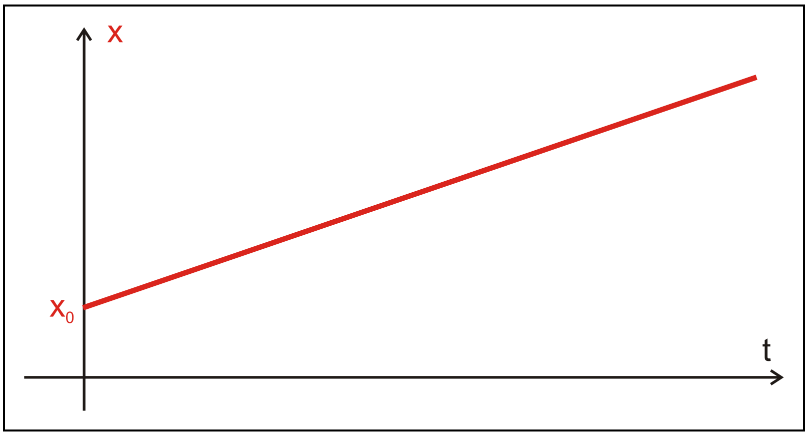
* cas où $\vec{v}$ est orienté dans le sens de l'axe Ox ($v_x > 0$) :



* cas où $\vec{v}$ est orienté dans le sens opposé à celui de l'axe Ox ($v_x < 0$) :

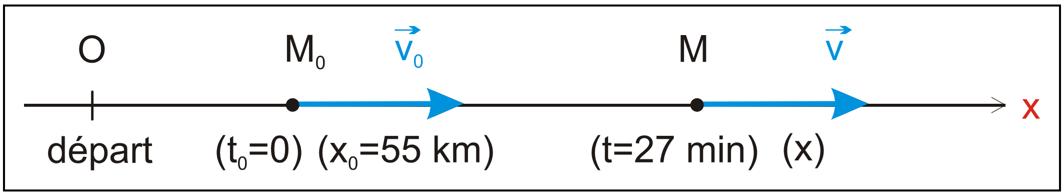


La représentation graphique de la fonction affine $x = f(t)$ est une droite croissante si $v_x > 0$ (figure), et décroissante si $v_x < 0$. **La pente équivaut à v_x !**



Exemple 5 Une voiture roule sur une autoroute rectiligne à la vitesse constante de 130 km/h. Lorsqu'on déclenche le chronomètre, elle se trouve à 55 km du lieu de départ. Calculer la position à partir du lieu de départ de la voiture quand le chrono indiquera un temps de 27 min.

Solution Origine O au lieu de départ !



Vitesse : $v_x = \frac{130}{3,6}$ m/s

Temps : t = 27·60 s

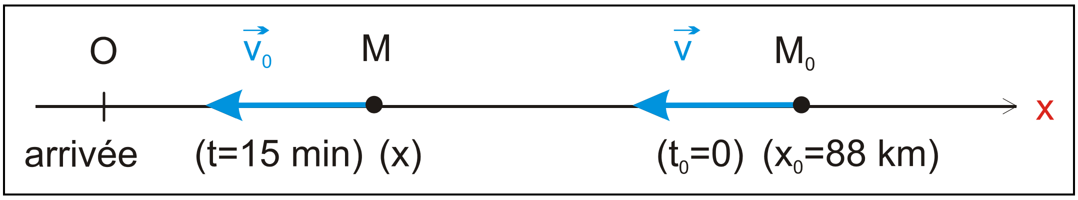
Position : $x = v_x \cdot t + x_0$

$$x = \left(\frac{130 \cdot 27 \cdot 60}{3,6} + 55000\right) m = 113500 \, m$$

La voiture se trouve à 113,5 km du lieu de départ.

Exemple 6 Une voiture roule sur une autoroute rectiligne à la vitesse constante de 100 km/h. Lorsqu'on déclenche le chronomètre, elle se trouve à 88 km du lieu d'arrivée. Déterminer la position à partir du lieu d'arrivée de la voiture quand le chrono indiquera un temps de 15 min.

Solution Origine O au lieu d'arrivée !



Vitesse : $v_x = -\frac{100}{3,6}$ m/s

Temps : t = 15·60 s

Position : $x = v_x t + x_0$

$$x = \left(-\frac{100 \cdot 15 \cdot 60}{3,6} + 88000\right) m = 63000 \, m$$

La voiture se trouve à 63 km du lieu d'arrivée.

Remarque : mouvement curviligne uniforme

Dans ce cas, l'accélération n'est pas nulle. Par contre, v = constant. On utilise le repérage de la position à l'aide de l'abscisse curviligne s.
L'abscisse curviligne s en fonction du temps s'écrit :

$$\boxed{s = \pm v \cdot t + s_0}$$

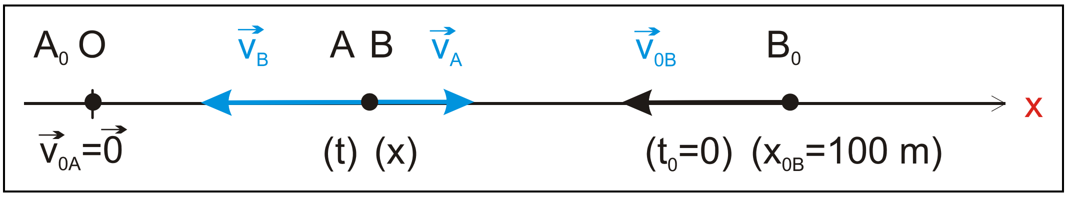
+ v si le mouvement a lieu dans le sens de l'orientation de la trajectoire,
– v si le mouvement a lieu dans le sens opposé à celui de l'orientation de la trajectoire.

Exemple Soit l'équation horaire : s = 2500 + 15t
La vitesse vaut donc 15 m/s et l'abscisse curviligne initiale 2500 m !

4. Exercice résolu (Exemple 7)

Une voiture A démarre à l'instant initial auprès d'un feu rouge avec une accélération de 1 m/s^2.
Une deuxième voiture B se trouve à cet instant à 100 m de la voiture A, en train de rouler à la vitesse constante de 60 km/h à l'encontre de A.
Déterminer l'endroit où les 2 voitures se croiseront !

Solution Origine O auprès du feu rouge !



Voiture A : Conditions initiales : $x_{A0} = 0$; $v_{A0x} = 0$.

$$x_A = \frac{1}{2} a_x \cdot t^2$$

$$x_A = 0{,}5 \cdot t^2$$

Voiture B : Conditions initiales : $x_{B0} = 100$ m; $v_{B0x} = -\frac{60}{3{,}6}\frac{m}{s}$.

$$x_B = v_{Bx} \cdot t + x_{B0}$$

$$x_B = -\frac{60}{3{,}6} \cdot t + 100$$

Croisement : $\Rightarrow$ $x_A = x_B$

$$0{,}5 \cdot t^2 = -\frac{60}{3{,}6} \cdot t + 100$$

C'est une équation du second degré dont les solutions sont :
t = 5,19 s (bonne solution) et t = –38,5 s (solution à rejeter).

A la date t = 5,19 s, la voiture A se trouve à la position d'abscisse :

$$x_A = 0{,}5 \cdot 5{,}19^2 \text{ m} = 13{,}5 \text{ m}$$

Vérifions que B se trouve au même endroit :

$$x_B = \left(-\frac{60}{3{,}6} \cdot 5{,}19 + 100\right) \text{m} = 13{,}5 \text{ m}$$

5. Expérience : Etude d'un mouvement rectiligne uniformément varié

a) Dispositif expérimental

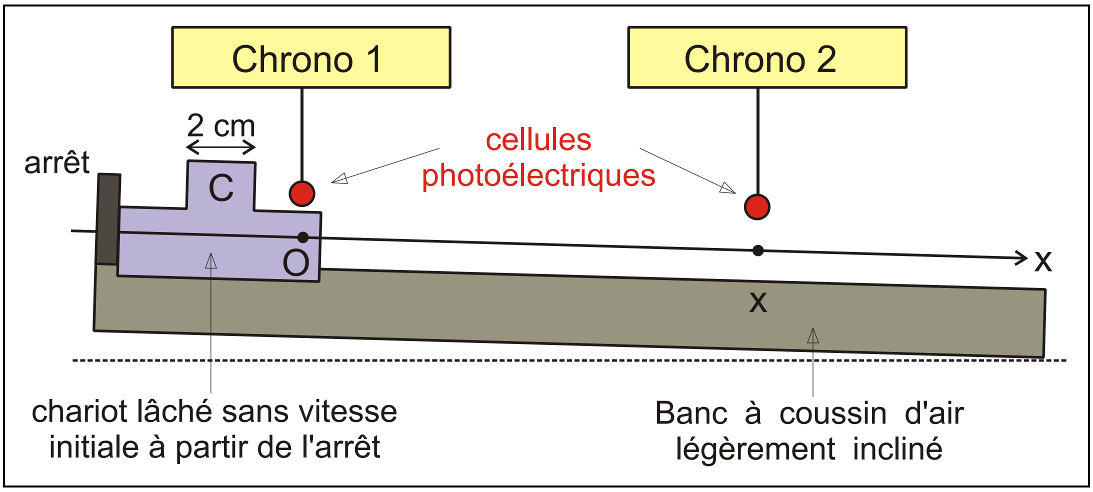
Le dispositif expérimental comprend un chariot descendant un banc à coussin d'air légèrement incliné. L'axe Ox qui permet de repérer la position du chariot est parallèle au banc. Son origine correspond avec la position de la cellule photoélectrique connectée au chrono 1. Le chariot est lâché sans vitesse initiale à partir de la position déterminée par l'arrêt.

Le chrono 1 est déclenché dès que le bord droit de la cache C passe devant sa cellule photoélectrique (dont la position n'est pas modifiée!). C'est l'origine des temps t = 0. Le bord droit de C se trouve alors en O, c.-à-d. en x = 0. Le chrono 1 est arrêté lorsque ce même bord passe devant la cellule photoélectrique du chrono 2. Le chrono 1 permet donc de repérer la date t du passage à l'abscisse x. En déplaçant successivement la cellule du chrono 2 le long de l'axe nous pouvons repérer la date t pour différentes abscisses x.

Le chrono 2 est déclenché dès que le bord droit passe devant sa cellule photoélectrique. Il est arrêté lorsque le bord gauche y passe. Il mesure donc la durée nécessaire Δt pour parcourir la distance Δx = 2 cm.

Comme Δx et Δt sont petits nous calculons la vitesse instantanée v_x à l'instant t :

$$v_x = \frac{dx}{dt} \simeq \frac{\Delta x}{\Delta t}$$



b) Mesures et calculs

Nous allons mesurer pour différentes abscisses x de la cellule photoélectrique connectée au chrono2 la date t et nous allons calculer la vitesse v_x.

Tableau des mesures :

x (cm)	t (s)	Δt (s)	v_x (cm/s)

c) Exploitation graphique

Nous représentons graphiquement la vitesse v_x en fonction de la date t. L'allure de la courbe est une droite croissante. Comme $v_x = a_x t + v_{0x}$ nous en déduisons que a_x est constant !

Un **calcul de régression linéaire** permet de trouver l'expression de la vitesse v_x en fonction de la date t. Nous en déduisons l'accélération a_x et la vitesse initiale v_{0x}. Nous notons également le coefficient de corrélation.

$v_x(t) =$	$r^2=$

$a_x =$	$v_{0x} =$

Nous représentons également graphiquement l'abscisse x en fonction de la date t. L'allure de la courbe est une parabole. Nous en déduisons l'abscisse initiale x_0.

Finalement nous écrivons l'équation horaire du mouvement (Unités S.I.) :

x(t) =

e) Conclusion

Le mouvement d'un corps descendant sans frottements un plan incliné en ligne droite est uniformément varié !

En pratique les frottements ne sont pas négligeables. Pourtant si la vitesse est faible on assimile en première approximation les mouvements réels à des mouvements rectilignes uniformément variés : skieur descendant la piste en schuss, cycliste descendant une côte sans pédaler, corps glissant vers le bas le long d'une surface inclinée, …

6. Expérience : Etude de la chute libre d'un corps (voir TP)

On appelle chute libre d'un corps le mouvement d'un corps, à partir du repos, sous la seule action de la pesanteur (donc soumis uniquement à son poids).

On néglige donc la résistance de l'air ainsi que l'effet de la rotation terrestre (déviation vers l'Est sur l'hémisphère Nord). Cette approximation est valable pour des corps de faible vitesse (premiers mètres de chute), plus ou moins sphériques, de petite taille et de grande densité.

Voici les résultats obtenus au cours d'une expérience de chute libre menée aux travaux pratiques :

Le mouvement de chute libre d'un corps est rectiligne et uniformément varié.
L'accélération des corps en chute libre est la même pour tous les corps : elle est verticale, dirigée vers le bas et de norme a = 9,8 m/s^2.

Cette intensité est notée g et est appelée <u>accélération de la pesanteur</u>.

Si le corps est lancé initialement avec $\vec{v}_0 \neq \vec{0}$, et si $\vec{v}_0$ est vertical (donc parallèle à l'accélération), le corps effectue également un MRUV.

On orientera le seul axe Ox vers le bas. Les formules générales s'écrivent :

$$\boxed{a_x = g \qquad v_x = gt + v_{0x} \qquad x = \frac{1}{2}gt^2 + v_{0x}t + x_0 \qquad \Delta(v_x^2) = 2g \cdot \Delta x}$$

Remarque : mouvement de chute en présence de résistance de l'air

- Les corps sont freinés par la résistance de l'air : l'accélération est donc inférieure à g !
- Il se peut que la résistance de l'air équilibre exactement le poids : l'accélération est alors nulle et le mouvement est rectiligne et uniforme !

Exercices supplémentaires

1 Distances de sécurité sur route

La vitesse est limitée à 50 km/h en ville, 90 km/h sur route et 130 km/h sur autoroute. On suppose que l'accélération est constante de valeur 6 m/s^2, lors d'un freinage (sur route rectiligne), et en admettant que le conducteur a un temps de réaction de 1 s à la vue d'un obstacle, calculer dans chaque cas la distance de sécurité à conserver.

2 Temps de freinage

Une voiture lancée à 90 km/h stoppe sur une distance de 37,5 m. En supposant que le mouvement de freinage est rectiligne et uniformément varié, déterminer l'accélération et la durée de freinage. Même question pour une distance de 75 m et une vitesse initiale de 130 km/h.

3 Chute libre

a) Une pomme met 0,5 s pour tomber d'un arbre. Quelle est la hauteur de chute? Quelle serait la hauteur si la durée était de 1 s?

b) Une pomme tombe d'une hauteur de 10 m. Quelle est sa vitesse juste avant de toucher le sol? Quelle serait sa vitesse si la hauteur était de 20 m? Quelles sont les durées de chute?

On donne: L'accélération de la pesanteur vaut 9,8 m/s^2.

(Réponses: 1,23 m; 4,90 m; 14,0 m/s; 19,8 m/s; 1,43 s; 2,02 s)

4 Chute libre

Un homme se trouve au bord du toit d'un gratte-ciel de hauteur h. Il lance une balle verticalement vers le haut, de sorte que celle-ci s'immobilise après 0,8 s, puis tombe au sol, devant l'entrée du bâtiment.

a) Calculer la vitesse initiale v_o de la balle !

b) Calculer la hauteur h du bâtiment, sachant que la balle met 5 s au total pour arriver au sol.

c) Calculer la vitesse avec laquelle la balle touche le sol.

d) Maintenant, on lance la balle verticalement vers le bas, avec une vitesse initiale de même intensité que précédemment. Calculer à nouveau la vitesse avec laquelle la balle touche le sol. Comparer au cas précédent. Conclusion !

5 Rencontre de deux mobiles

Une automobile se trouvant à 5 m devant un feu rouge, démarre lorsque le feu passe au vert avec une accélération $a = 2,5 \text{ m/s}^2$.
Lorsque le feu passe au vert un camion roulant à la vitesse $v = 45$ km/h, se trouve à une distance $d = 25$ m du feu devant celui-ci. Il maintient sa vitesse constante. Dans un premier temps, le camion va doubler l'automobile, puis celui-ci va dépasser le camion.

On choisit comme origine des dates l'instant où le feu passe au vert, et comme origine des espaces, la position du feu tricolore. Les mouvements sont rectilignes.

a) Faire un croquis de la situation **à l'instant initial** : représenter le repère, les vecteurs vitesse et accélération de la voiture et du camion, les abscisses du camion et de la voiture.

b) Ecrire les équations horaires $x = f(t)$ du camion et de l'automobile en introduisant les valeurs numériques. Représenter sur un même graphique ces deux fonctions du temps.

c) Ecrire les équations horaires $v_x = f(t)$ du camion et de l'automobile en introduisant les valeurs numériques. Représenter sur un même graphique ces deux fonctions du temps.

d) Déterminer les dates des dépassements, les abscisses du camion et de l'automobile à ces dates et les vitesses du camion et de l'automobile à ces dates.

e) Faire un croquis de la situation **à l'instant où le camion double l'automobile** : représenter le repère, les vecteurs vitesse et accélération de la voiture et du camion, les abscisses du camion et de la voiture.

f) Faire un croquis de la situation **à l'instant où l'automobile double le camion** : représenter le repère, les vecteurs vitesse et accélération de la voiture et du camion, les abscisses du camion et de la voiture.

6 Croisement de véhicules

Reprendre l'exercice 5, avec en plus une moto venant à la rencontre de l'automobile et du camion à la vitesse constante de 72 km/h. Le mouvement de la moto est également rectiligne.

A l'instant $t = 2$ s, la moto se trouve à 100 m devant le feu rouge. Ecrire l'équation horaire $x = f(t)$ de la moto. Où se trouvera-t-elle lorsque l'automobile dépassera le camion ?

(Rép. : $x_M = -20t+140$; à $t = 8$ s $x_M = -20$ m)