

Intro à la Physique PHYS3027

BAC1 Sci INFO
M. Verstraete

L'intendance

Le cours se découpe en 2 parties:

▪ Mécanique

- Les mouvements des corps simples**
- Les interactions entre eux**
- L'énergie, impulsion**
- La base classique de la compréhension physique**

▪ Electromagnétisme

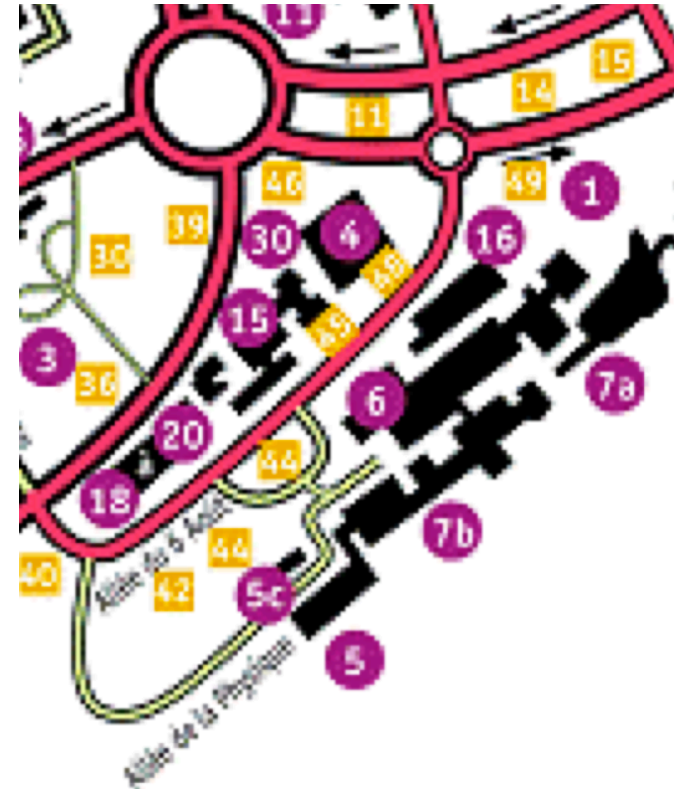
- Les forces électriques et magnétiques**
- Les différentes lois pour les particules**
- Les circuits électriques simples**
- S'appuie fortement sur la mécanique**

Bibliographie:

- Livre central: Kane & Sternheim
 - didactique et simple
 - traduction en français à l'Ulg
 - pas trop cher
 - utilisé dans beaucoup de sections
 - donc, **recupérer/emprunter des exemplaires**
- Autres livres pour plus de détail:
 - Benson
 - Halliday & Resnick
 - Berkeley course on Physics

Les TP:

- Tous les TP sont dans les salles de Physique du B5b (niveaux R et +1)
- Electromagnétisme, 2e semestre
- Manipuler les éléments électriques et phénomènes vus au cours
- Les **cahiers de TP** sont semblables à ceux des ingénieurs, vous vous les procurez à leur centrale de cours.
- ~~Une participation de 5 euros aux frais de matériel TP~~



Nouveau cours 2058:

- mettre en pratique les concepts et les équations
- programmation python (pygame...)
- coordination prog/math/phys
- faire le lien avec les exercices des TP / examens
- B Boigelot + assistants
- vous aurez vite besoin d'encore plus de physique!

Les examens

- Minisession ~ 1er novembre
- + Intro méthodologie
- Examen de mécanique en janvier
 - QCM
 - problèmes semblables à ceux faits en séance d'exo
 - une question "théorie"
- Examen écrit juin
 - + Electromagnétisme (80%)
 - + examen de TP (20%)
- 2e Session identique à la première

Le quotidien

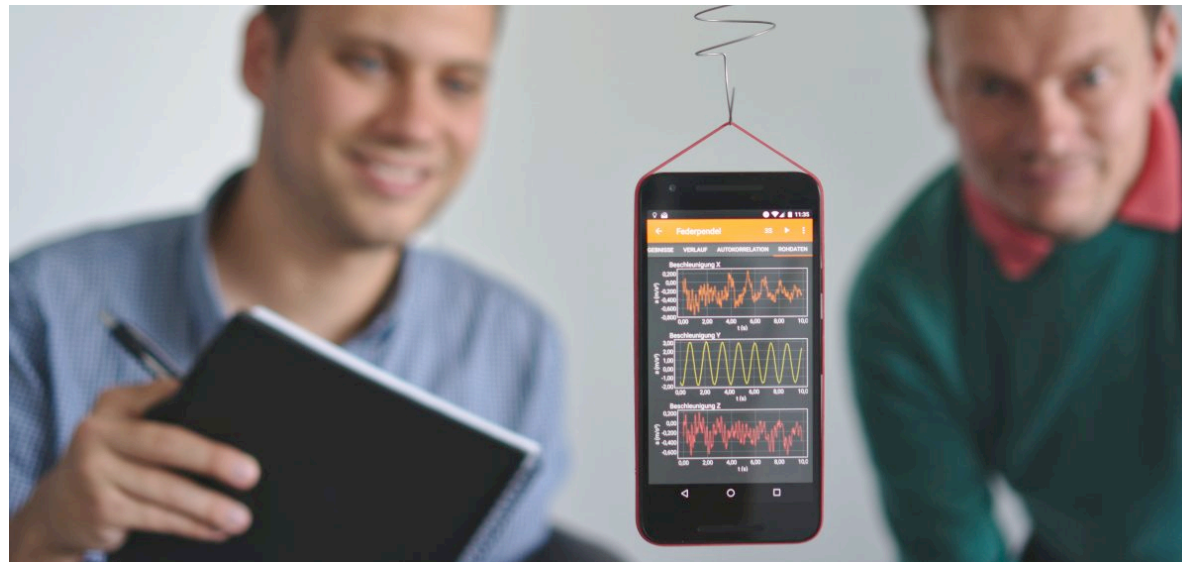
- **Pas** d'ordinateurs / tablettes / smartphones
- Ne comptez pas seulement sur les transparents
- Prenez des notes structurées
- PUBLICITE INFO : <https://amanote.com>
- Impossible de travailler seulement en blocus
- Travail quotidien – exos et révision
- **Posez des questions en live** ou en différé
- Vous avez la formation nécessaire! Reste à bosser

Fin de l'intendance

Interlude 1

<http://graphics.pixar.com/library/>
<http://www.disneyanimation.com/technology/publications>

Interlude 2: PhyPHOX



<http://phyphox.org/>

Accéléromètre, gyroscope, etc... pour expériences de physique
– proposez-en des nouvelles!

Introduction

Le mouvement :

conséquence fondamentale d'une **interaction physique**

La compréhension de la nature est

- basée sur
 - l'**observation** des mouvements et
 - une **réflexion** pour en interpréter les causes
- requiert
 - des **mesures quantitatives**
 - qui nécessitent de définir :
 - des **étalons**
 - des **unités**
 - qui nécessitent d'estimer :
 - les **erreurs**

Etalons et unités

Etalon = objet ou instrument arbitraire
qui sert de *référence* et qui
matérialise une *unité de mesure*

- Exemple : mesure d'une longueur avec une règle

- dimension mesurée : longueur
- unité de mesure : mètre
- étalon secondaire : règle
- étalon primaire :
 - barre de platine
 - λ_{rouge} du Kr^{86}
 - distance parcourue par la lumière ($c * t$)

Unités

Grandeurs fondamentales	Unités		
Longueur	mètre	centimètre	pied
Temps	seconde	seconde	seconde
Masse	kilogramme	gramme	livre
Système	SI	cgs	USA

Notation scientifique

10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	1	10^3	10^6	10^9	10^{12}
pico	nano	micro	milli	-	kilo	méga	giga	tera
p	n	μ	m	-	k	M	G	T

Conversions d'unités

Multiplication par “1”

- *Exemple :* $v = 60 \text{ mi/heure} = ??? \text{ m/s}$
 $1 \text{ mi} = 1609 \text{ m}$
 $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

$$\begin{aligned} v &= 60 \times 1 \text{ mi} / 1 \text{ h} \\ &= 60 \times 1609 \text{ m} / 1 \text{ mi} \times 1 \text{ mi} / 1 \text{ h} \times 1 \text{ h} / 3600 \text{ s} \\ &= 60 \times 1609 \text{ m} / 3600 \text{ s} \\ &= 26.8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Les erreurs

Impossibilité de définir exactement une grandeur

- Erreurs accidentelles

- aléatoires d'une mesure à l'autre
- éliminées en prenant la moyenne sur un grand nombre de mesures

- Erreurs systématiques

- identiques lors de chaque mesure

⇒

- on accède aux grandeurs avec une certaine précision
- on fournit le résultat avec un certain nombre de *chiffres significatifs* (le dernier étant incertain) :

$$2,4 \neq 2,40$$

$$2,3 \leq 2,4 \leq 2,5$$

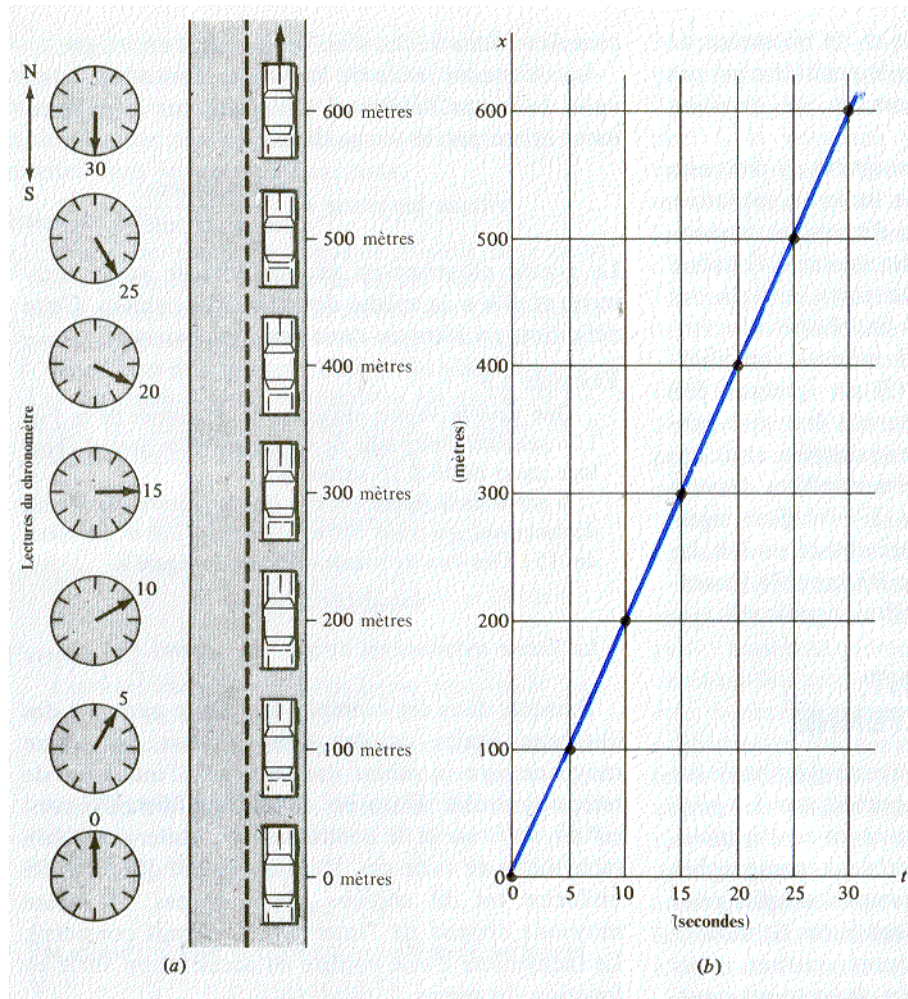
$$2,39 \leq 2,40 \leq 2,41$$

Physique Générale I

Chapitre 1

Le mouvement rectiligne

Le mouvement rectiligne uniforme (MRU)



Vitesse moyenne : \bar{v}

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Intervalle $t = 0 \rightarrow 10$ s

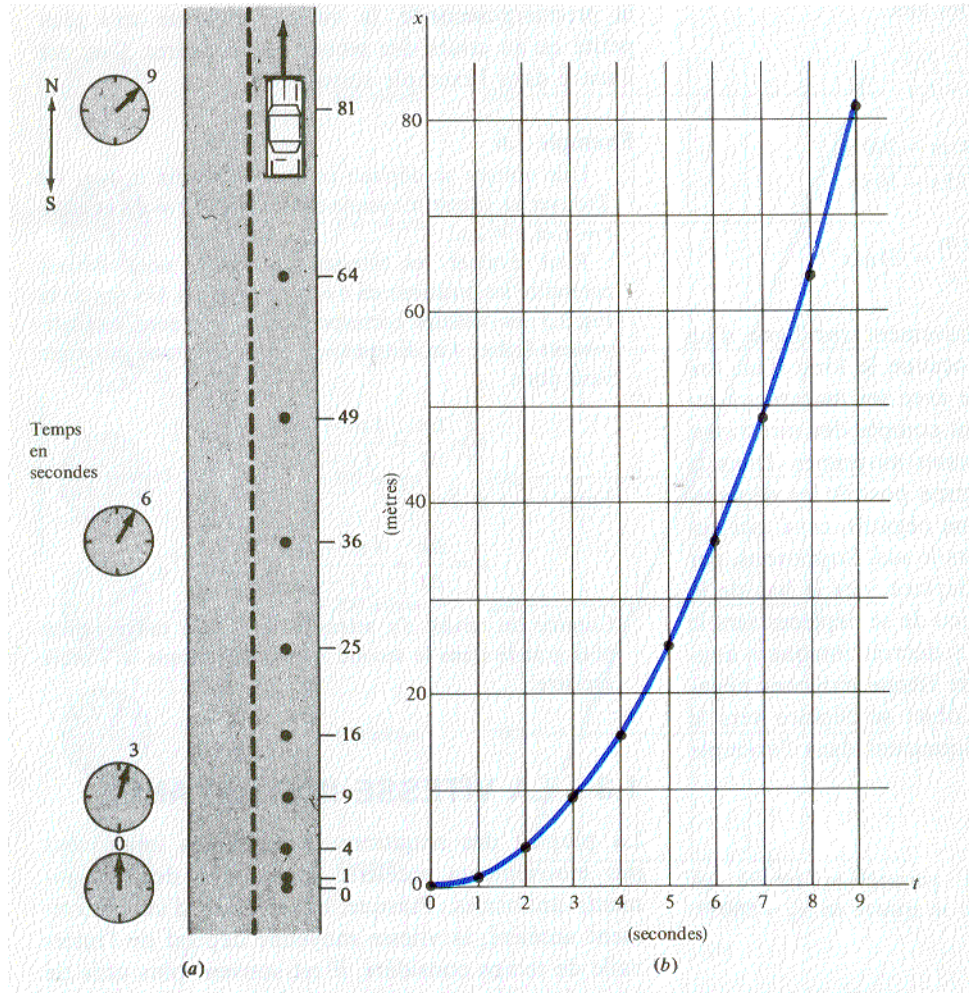
$$\bar{v} = \frac{200 - 0}{10 - 0} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

Intervalle $t = 15 \rightarrow 30$ s

$$\bar{v} = \frac{600 - 300}{30 - 15} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

**indépendant de l'intervalle
de temps considéré :**
mouvement **uniforme**
graphe x - t **linéaire**

Vitesse moyenne et vitesse instantanée



Vitesse moyenne : $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

$t = 0 \rightarrow 6 \text{ s}$ $\bar{v} = \frac{36 - 0}{6 - 0} = 6 \text{ m s}^{-1}$

$t = 6 \rightarrow 9 \text{ s}$ $\bar{v} = \frac{81 - 36}{9 - 6} = 15 \text{ m s}^{-1}$

fonction de l'intervalle Δt

Vitesse instantanée :

= Vitesse moyenne sur un intervalle de temps arbitrairement court

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

MRU: $v = \bar{v}$

Accélération

La vitesse peut **varier** dans le temps

- **Accélération moyenne**
sur un intervalle de temps donné

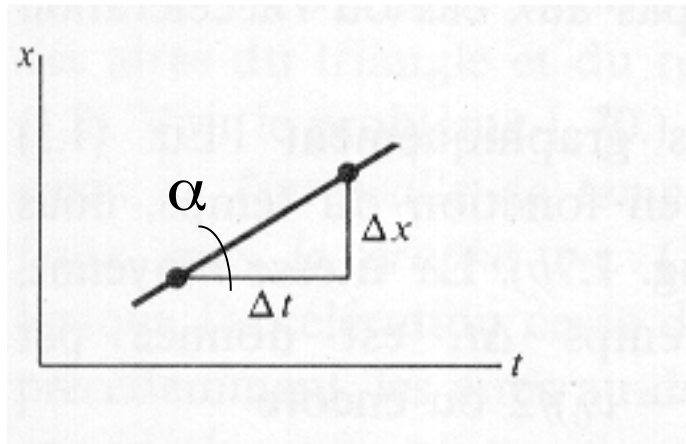
$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

- **Accélération instantanée**
= accélération moyenne sur un intervalle
de temps arbitrairement court

$$\begin{aligned} a &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \\ &= \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2} \end{aligned}$$

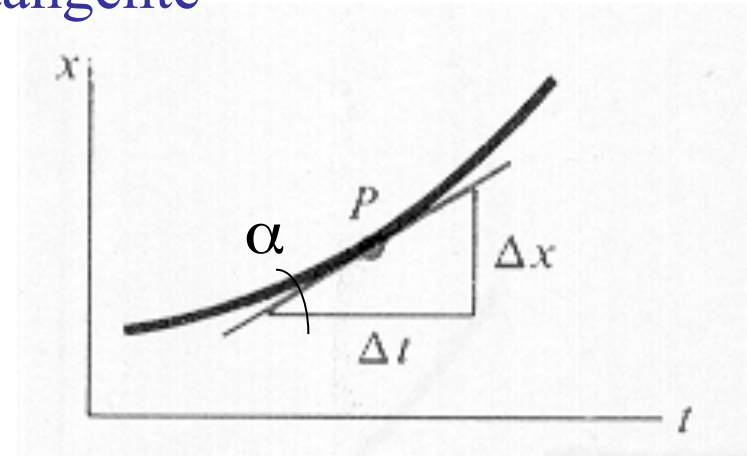
Interprétation graphique

La dérivée première
= “pente de la tangente”



$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{tg } \alpha$$

⇒ pente de la droite

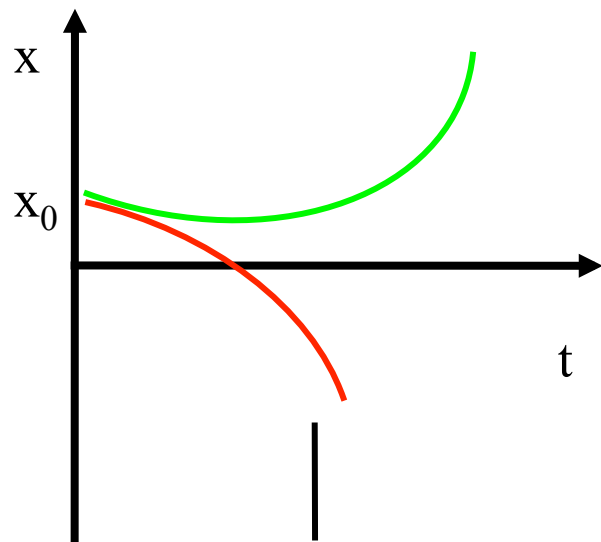


$$\left. \frac{dx}{dt} \right|_P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \text{tg } \alpha$$

⇒ pente de la tangente
à la courbe en P

Interprétation graphique

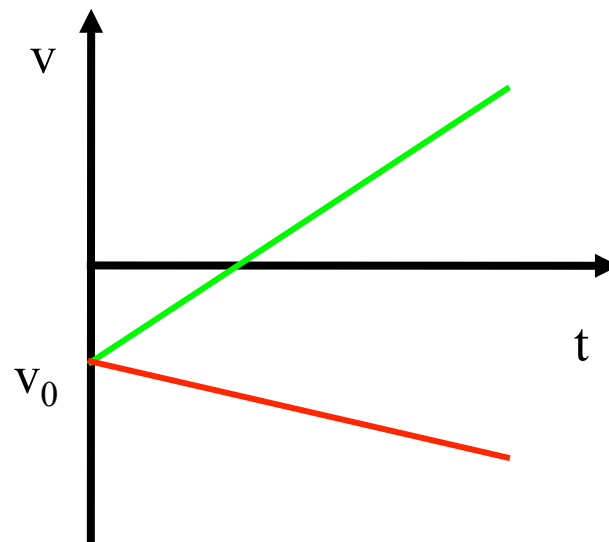
La dérivée seconde
= concavité (courbure)



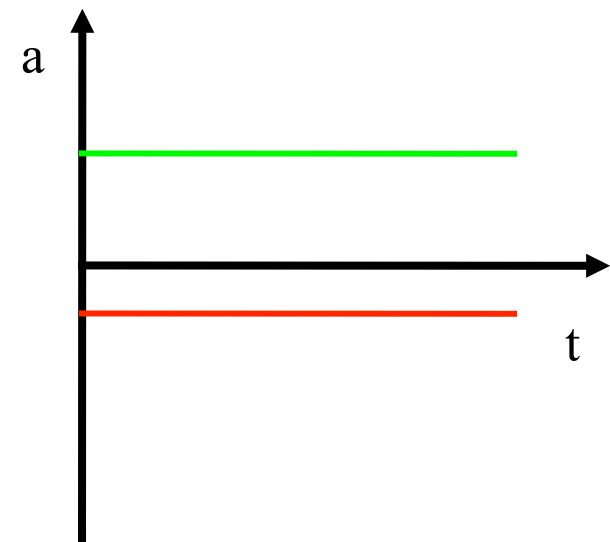
$$x = \left(\frac{g}{2}\right) t^2 + v_0 t + x_0$$



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



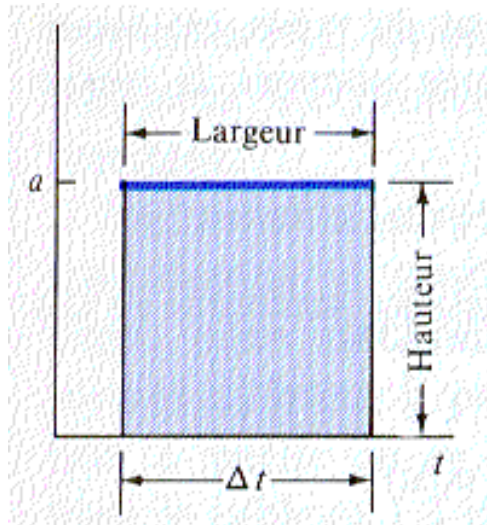
$$v = \frac{dx}{dt} = g t + v_0$$



$$a = \frac{dv}{dt} = g$$

> 0 concavité vers le haut (courbure positive)
 < 0 concavité vers le bas (courbure négative)

Mouvement rectiligne uniformément accéléré (MRUA)



Accélération :

$$a = \frac{dv}{dt} = cste = \bar{a}$$

Vitesse instantanée :

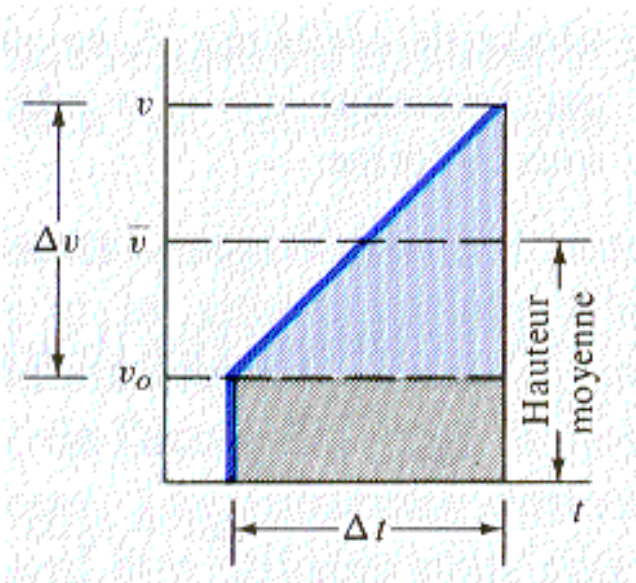
$$\int_{t_0}^t dv = \int_{t_0}^t a dt \Rightarrow \underbrace{v(t)}_v - \underbrace{v(t_0)}_{v_0} = a \underbrace{(t - t_0)}_{\Delta t}$$

$$v = v_0 + a \Delta t$$

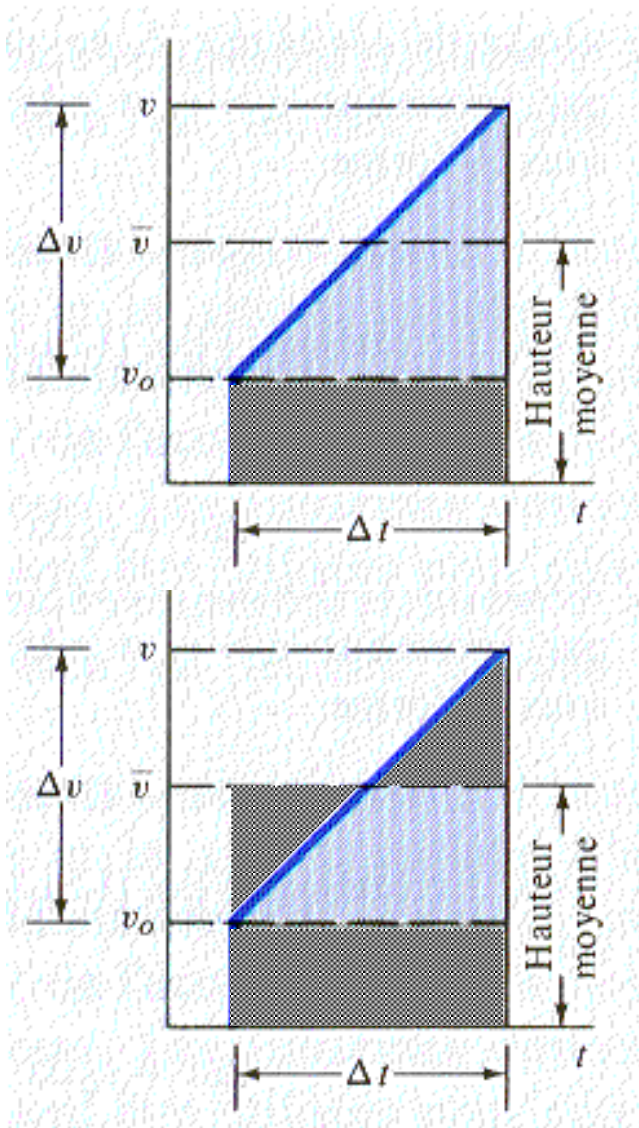
Vitesse moyenne :

$$\bar{v} = v_0 + \Delta v / 2 = v_0 + (v - v_0) / 2$$

$$\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v)$$



Mouvement rectiligne uniformément accéléré (MRUA)

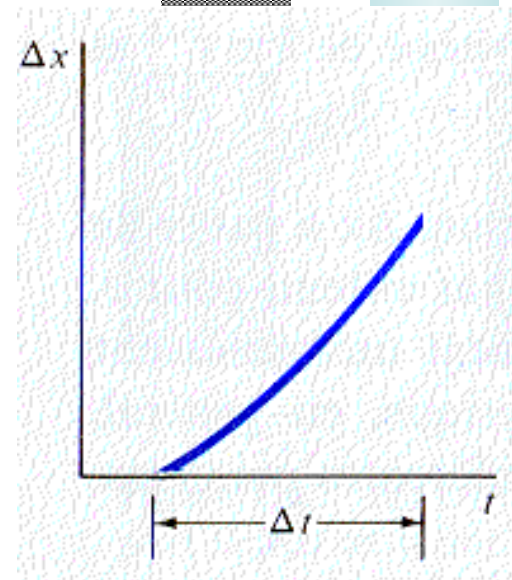


Position : $\Delta x = \bar{v} \Delta t$

$$= \frac{1}{2} (v_0 + v) \Delta t$$

$v_0 + a\Delta t$

$$\Delta x = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$



Mouvement rectiligne uniformément accéléré (MRUA)

Relation complémentaire :

- $v = v_0 + a \Delta t \quad \rightarrow \quad \Delta t = \frac{v - v_0}{a}$
- $\Delta x = \frac{(v + v_0)}{2} \Delta t \quad \rightarrow \quad \Delta x = \frac{(v + v_0)}{2} \times \frac{v - v_0}{a}$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{(v^2 - v_0^2)}{2a}$$
$$\Rightarrow v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

Mouvement rectiligne uniformément accéléré (MRUA)

Résumé :

- $a = cste$

- $v = v_0 + a \Delta t$

$$\bar{v} = \frac{(v + v_0)}{2} = v_0 + \frac{1}{2} a \Delta t$$

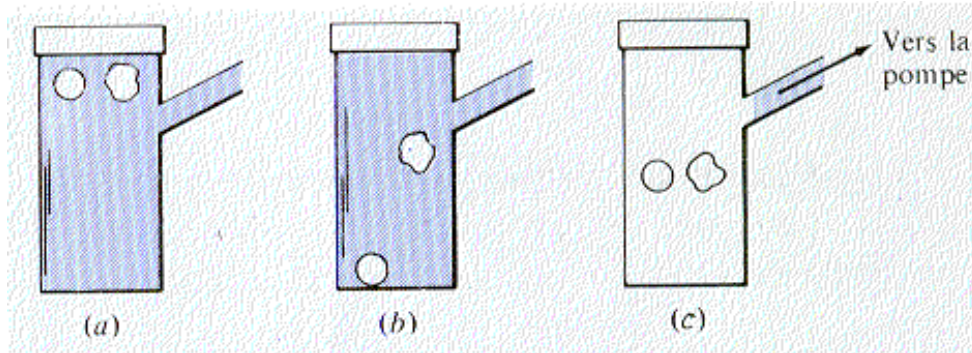
$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

- $\Delta x = \frac{(v + v_0)}{2} \Delta t$

$$\Delta x = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2$$

$$\Delta x = \frac{(v^2 - v_0^2)}{2a}$$

Objets en chute libre



Attraction gravitationnelle :
quotidiennement observable
 v augmente avec t : $a \neq 0$

Aristote (384-322 ACN) :

Objets lourds tombent + vite que les objets légers

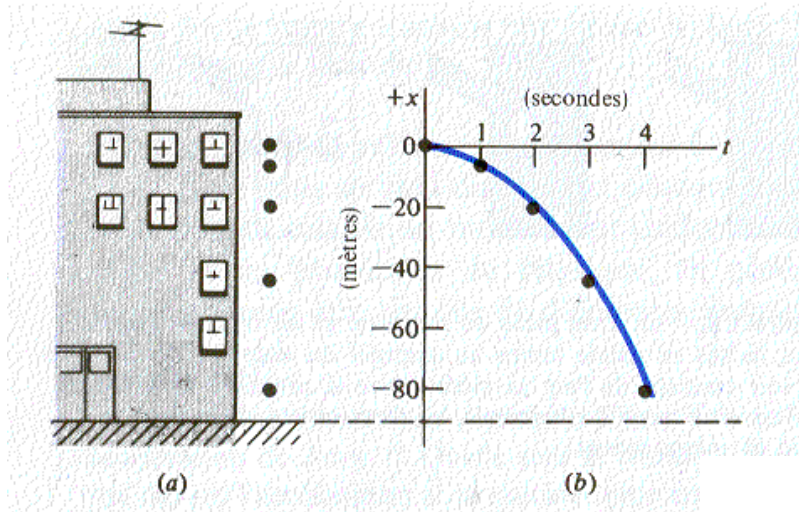
Galilée (1564-1642) :

En absence de frottement il observe :

1. Accélération gravitationnelle **identique** pour tous les objets
2. Accélération gravitationnelle **constante** au cours de la chute

Accélération gravitationnelle à la surface terrestre : $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$

Exemple : chute d'une balle



Données :

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = -84 \text{ m}$$

$$a = -g = -9,81 \text{ m/s}^2$$

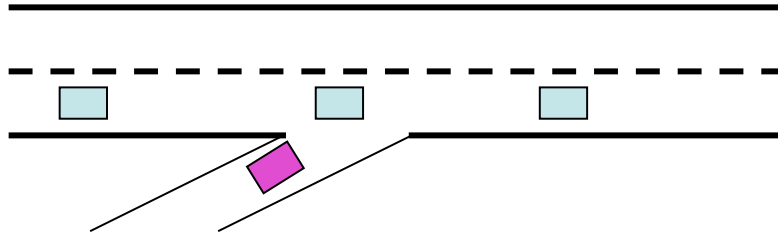
$$\Delta x = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2 \rightarrow \Delta x = \frac{a}{2} (\Delta t)^2$$

Temps de chute :

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2\Delta x}{a}} = \sqrt{\frac{2(-84)}{-9,81}} = 4,14 \text{ s}$$

Vitesse d'impact : $v = v_0 + a\Delta t = 0 + (-9,81) \times 4,14 = -40,6 \text{ m s}^{-1}$

Exemple : s'insérer dans le trafic



Données :

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$v = 24 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$a = 0 \text{ m/s}^2$$

Temps d'accélération: $v = v_0 + a_0 \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{(v - v_0)}{a_0} = \frac{24}{2} = 12 \text{ s}$

Distance pour accélérer: $\Delta x = v_0 \Delta t + (a_0 / 2)(\Delta t)^2 = 0 + (2 / 2) \times (12)^2 = 144 \text{ m}$

Voitures bleues : $\Delta x = v \Delta t + (a / 2)(\Delta t)^2 = 24 \times 12 = 288 \text{ m}$

Distance minimum (on néglige la longueur des voitures!):

$$d > (288 - 144) = 144 \text{ m}$$

Vision graphique

