Term S – Chap 05 : Cinématique et dynamique Newtoniennes

I) Comment décrire le mouvement ?

On étudie ici des systèmes dont les dimensions sont faibles par rapport à leurs déplacements et on les considère comme …………., on les représente par un ……. correspondant au ………………..

1) Le référentiel

C'est le ……………………, on choisit un objet qui sert de ………… pour décrire le mouvement.
Il est indispensable de préciser le référentiel choisi avant de décrire le mouvement.
On utilise les référentiels ………….. (lié à la Terre) pour une étude d'objet au voisinage de la Terre ou en laboratoire, le référentiel ……………… (lié au centre de la Terre) pour un objet tournant autour de la Terre, ou …………….. (lié au centre du Soleil) pour les planètes du système solaire.

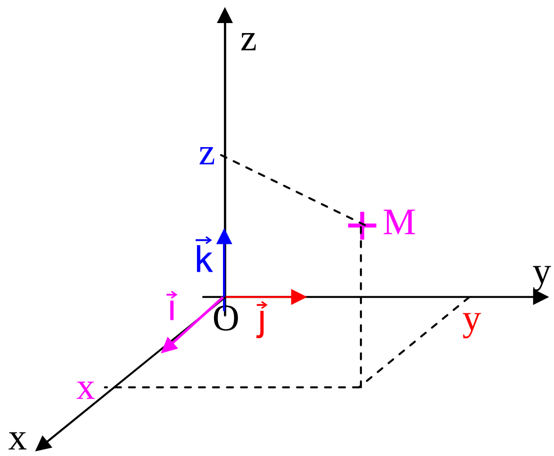
Ces trois référentiels sont considérés comme …………….. dans notre domaine d'étude.
Un référentiel dans lesquels les lois de Newton sont vérifiées, est ……………

Remarque : Un référentiel en mouvement ………………………….. par rapport au référentiel héliocentrique est galiléen.

2) Le vecteur position

On note M le point mobile étudié. Sa position dans l'espace est définie dans un repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$) par le vecteur position $\overrightarrow{OM}$.
Lorsque le point M est en mouvement,
ses coordonnées x, y et z sont des fonctions du temps :

$\overrightarrow{OM}$ = ………………………………..

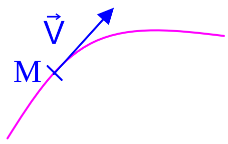


Parfois , on simplifie les notations en écrivant x, y et z sans indiquer qu'ils dépendent du temps.

Certains mouvements pourront être étudiés dans un plan en n'utilisant que deux coordonnées :
$\overrightarrow{OM}$ = ………………… et d'autres sur une droite (mouvement rectiligne) : $\overrightarrow{OM}$ = …………

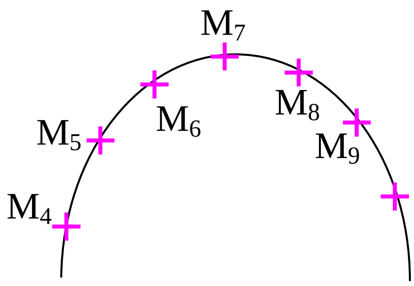
3) Le vecteur vitesse

Il caractérise la ……………… du vecteur position en fonction du temps.



A un instant t_i , le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ est défini par :
$\vec{v}_i$ = …………………………………………………..

Il est caractérisé par sa direction, ………………………………….,
par son sens (celui du ………………….) et sa ………………………..,
exprimée en ………… .



Sur un enregistrement donnant les différentes positions du mobile M, on peut tracer les vecteurs vitesse en différents points.

$\vec{v}_7$ = …………………..   On choisit une échelle pour le représenter (exemple : 1 cm $\leftrightarrow$ 2 m.s^{-1})

On définit aussi le vecteur vitesse comme la ………… du vecteur position par rapport au temps:

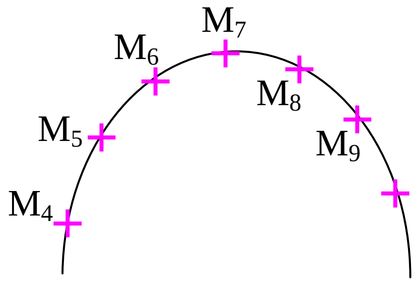
$\vec{v}(t)$ = ………………………………………………………..

v(t) = ………………………………

<u>Important :</u> la notation df / dt équivaut à ……. , …………….de f par rapport au temps.
En mathématique, on note toujours f ’ sans préciser que l’on dérive par rapport à x.
En physique, on dérive par rapport à différentes grandeurs, le temps t, la distance x ,le volume V…, il faut donc préciser.

4) Le vecteur accélération

Le vecteur accélération caractérise les …………. du vecteur vitesse.



A un instant t_i , le vecteur accélération $\vec{a}_i$ est défini par :

$\vec{a}_i$ = ………………………………………

Il est caractérisé par la direction et le sens de ….. et sa valeur ou norme a_i , exprimée en ……. . a_i = …………………………

Attention : norme …………………… (sauf trajectoire rectiligne)

Sur l’enregistrement, on peut tracer le vecteur accélération .

$\vec{a}_6$ = ……………………..   On choisit une échelle pour le représenter (ex : 1 cm ↔ 0,5 $m.s^{-2}$)

Point mathématique : f ’’(t) = …………………………

On définit aussi le vecteur accélération comme la ……….. du vecteur vitesse par rapport au temps:

$\vec{a}(t)$ = ………………………………………………………………………….

= ……………………………………………………

a(t) = …………………………..

Le vecteur accélération s'exprime en ……… ; il est toujours dirigé vers ………… de la trajectoire.

5) Le vecteur quantité de mouvement

La quantité de mouvement d'un objet est égale au produit de sa ………….. par son ………………..

$\vec{p}$ = …………..   (m : masse en …. , $\vec{v}$: vecteur vitesse (v en …..) ; p en …………)

II) Notions mathématiques : Dérivée et primitive d’une fonction :

Dérivée : $f_1(x) = a . x^2$; $f_1’(x)$ = ………..   (rappel : $f_1’(x) = df_1 / dx$)

$f_2(x) = b . x$; $f_2’(x)$ = …..   ; $f_3(x) = c$ (constante) ; $f_3’(x)$ = …..

Notion de primitive : Si on considère g(x) = f ’(x) = df/dx alors f(x) est appelée ………… de g(x).

Exemple 1 : g(x) = f ’(x) = b   ; primitive de g(x) = f(x) = ………………………….. = …………

Pour vérifier, on dérive le résultat : f ’(x) = d(…………..)/dx = ………………………….

Exemple 2 : g(x) = f ’(x) = a . x   ; primitive de g(x) = f (x) = …………………….. = …………..

Pour vérifier, on dérive le résultat: f ’(x) = d(…………)/dx = …………………………….

Exemple 3 : g(x) = f ’(x) = 0   ; primitive de g(x) = f (x) = ……………………..

Pour vérifier, on dérive le résultat: f ’(x) = d(…………….)/dx = …………………

III) Les différents types de mouvements

L'ensemble des positions successives d'un mobile s'appelle la ………………..

1) Mouvement rectiligne et uniforme

Le mouvement est dit rectiligne et uniforme si la trajectoire est une ……… et la vitesse …………..
(ou si le vecteur vitesse $\vec{v}$ est constant (même direction, même sens et même norme))
$\vec{v}$ = …………….. ; $\vec{a}$ = d$\vec{v}$/dt = ….
On utilise un seul repère (O, $\vec{i}$) correspondant à la trajectoire avec une seule coordonnée x.

a_x = … = ………
Pour trouver v_x, on cherche la ……………, fonction dont la dérivée par rapport à t est ………
v_x est donc une ………… par rapport au temps. v_x = …………. = …. (vitesse ………..) = ……….
La constante est déterminée à t = ……. (vérification : dv_x/dt = …..)
Pour trouver x , on cherche la ……………, fonction dont la dérivée par rapport à t est ……………
dx/dt = …. ; x = ... A t = 0s, x = ………. = …..
x = ……………… (vérification : dx/dt = ……………….)
x = ………………… ; v_x = ……….. ; a_x = ……….. équations horaires du mouvement

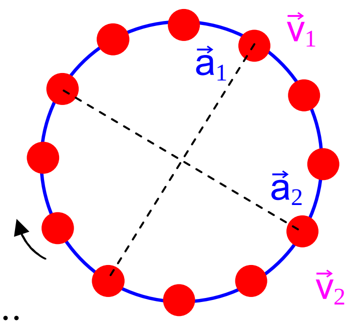
2) Mouvement rectiligne uniformément varié

Il s'agit d'un mouvement ……………. à accélération ……….... Dans ce cas, le vecteur accélération est ………… : il conserve ……………………………………………………… au cours du temps.
$\vec{a}$(t) = ….. ; a_x = …………………..
Pour trouver v_x, on cherche la ……………, fonction dont la dérivée par rapport à t est …………...
v_x = ………………….. On détermine c à t = 0s : v_x = ………………..
v_x = ……………….. (vérification : dv_x/dt = ………………….)

Pour trouver x , on cherche la ……………, fonction dont la dérivée par rapport à t est ………..
dx/dt = …………….. ; x = ... A t = 0s, x = ……………………….
x = ……………………………….. (vérification : dx/dt = ………………………………)
x = ………………………… ; v_x = ………… ; a_x = ……… équations horaires du mouvement

Le mouvement est accéléré si $\vec{a}$ et $\vec{v}$ sont ………………….. et ralenti s'ils sont ………………..

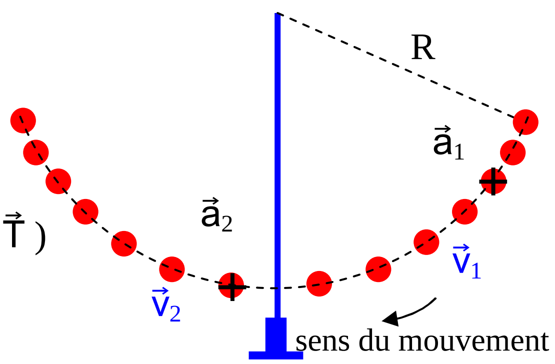
3) Mouvement circulaire et uniforme



La trajectoire est un ………… et la vitesse est …………. En revanche, la direction du vecteur vitesse ………. au cours du temps (tangente à la trajectoire), donc le vecteur vitesse …………….., l'accélération ………..
…… Elle est dirigée vers le ……………… (elle est ………….).
a = ………… (R : rayon de la trajectoire en …. ; v : vitesse en ……)
Période de révolution (durée d'un tour) : v = …………………………………

4) Mouvement circulaire non uniforme

Dans ce cas l'accélération …………………….. mais
la trajectoire reste un ……………………...
A chaque instant, le vecteur accélération est la somme de deux termes: la composante ……………………… et d'une composante ………………………… (Repère de Frenet : $\vec{N}$ et $\vec{T}$)
$\vec{a}$ = ……………………… ; a_N = ……….. ; a_T = ……...



III) Les lois de Newton

1) Première loi de Newton ou principe d'inertie

Lorsque les forces qui s'exercent sur un solide se compensent , son centre d'inertie est soit ………., soit ……………………………………………………………. dans un référentiel …………….
Réciproquement, si le centre d'inertie d'un solide est ……….. ou ……………………………………
…………………. dans un référentiel ………., alors les forces qui s'exercent sur lui se compensent.
$\Sigma \vec{F}_{ext}$ = …. , $\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3+$… = … (le sigle Σ signifie …………. en mathématique)
Le système est alors ……….. (aucune force) ou ……………………. ($\Sigma \vec{F}_{ext}$ = …)

2) Deuxième loi de Newton (relation fondamentale de la dynamique)

Dans un référentiel ……………, si un système ponctuel est soumis à l'action de différentes forces extérieures dont la somme vectorielle est notée $\Sigma \vec{F}_{ext}$ alors celle ci est égale à la ………… par rapport au temps de sa …………………………….:
$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 +$ … = …………………………….

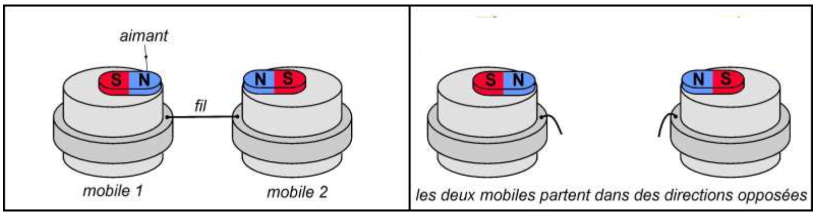
3) Troisième loi de Newton (principe des actions réciproques)

Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une action mécanique modélisée par la force $\vec{F}_{A/B}$, alors le corps B exerce sur le corps A une action mécanique modélisée par la force $\vec{F}_{B/A}$.
Ces interactions sont telles que : $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont ……………………..
…………….. et $\vec{F}_{A/B}$ = …………..

4) Loi de conservation de la quantité de mouvement :

Dans un système isolé ou pseudo-isolé, les forces se compensent, le vecteur quantité de mouvement ……………………...

Application à la propulsion par réaction :



Deux mobiles autoporteurs sans vitesse initiale sont liés par un fil. Les aimants fixés sur chacun des mobiles, sont positionnés pour s'opposer. Quand le fil est coupé, les deux aimants ………………., et **les mobiles …………………………………..**
<u>Avant et juste après</u> la rupture du fil, le système des deux mobiles est ……………….., le poids et la réaction de la table ……………………., la quantité de mouvement ………………. : $\vec{p}$ …. $\vec{p}$'
Avant : $\vec{p}_1$ = ……………………………………. . Après : $\vec{p}$' = …………………………….
Il y a propulsion par ……………….

Autres exemples : …………………………………………………………………………………...

Remarque : Souvent le système étudié n'est isolé qu'autour du ……………………
Une fusée n'est plus isolée lorsqu'elle …………………..