

T.P. P4 : Etude de mouvements à partir d'enregistrements graphiques.

Objectif : revoir les notions de mouvement, trajectoire et vitesse abordées en classe de seconde et approfondies en classe de première S. Introduire la notion d'accélération et savoir tracer le vecteur accélération en un point M d'une trajectoire.

I.- Réalisation d'enregistrements graphiques à partir d'une table à coussins d'air.

S.1. : Représenter le dispositif expérimental utilisé sur un schéma légendé.

Q.2. : Quel est l'intérêt du coussin d'air ?

Q.3. : On veut réaliser les enregistrements de quatre types de mouvement :

Enregistrement 1 : mouvement rectiligne uniformément varié

Enregistrement 2 : mouvement curviligne, ici parabolique

Enregistrement 3 : mouvement rectiligne uniforme

Enregistrement 4 : mouvement circulaire uniforme

Expliquer comment, avec le matériel disponible, réaliser ces quatre enregistrements. Préciser à chaque fois la position de la table à coussin d'air : horizontale ou inclinée.

E.4. : Identifier chacun des mouvements sur les enregistrements fournis (échelle 1 : 1). Numéroté ces quatre enregistrements et donner le sens du mouvement.

E.5. : Tracer les trajectoires de chaque mouvement.

Q.6. : Dans quel enregistrement le mobile peut-il être considéré comme pseudo-isolé ? Justifier.

Q.7. : Comment vérifier simplement l'horizontalité de la table (sans l'aide des niveaux à bulle) ?

Q.8. : Pour les autres enregistrements, faire l'inventaire des forces et préciser les caractéristiques de la résultante des forces qui s'appliquent au mobile (on conservera une expression littérale pour l'intensité).

S.9. : Pour chacun des quatre enregistrements, faire un schéma du mobile autoporteur en représentant les forces appliquées **et la résultante**.

Q.10. : Comment vérifier expérimentalement que le système d'enregistrement est bien situé sur la verticale passant par le centre de masse du mobile ?

Q.11. : Comment fonctionne le système d'enregistrement ? Quelle est sa précision ?

II.- Etude des enregistrements.

Pour tous les enregistrements proposés, l'intervalle de temps τ entre deux pointés consécutifs vaut : $\tau = \Delta t = 40 \text{ ms}$.

1) Vecteur vitesse instantanée en un point M_i : \vec{v}_{M_i}

1.1.- Détermination graphique du vecteur-vitesse instantanée en un point M_i : \vec{v}_{M_i}

C.12. : On assimilera le vecteur-vitesse instantanée en un point M_i : \vec{v}_{M_i} (où $i = 1, 2, 3, \dots$) au vecteur-vitesse moyenne sur l'intervalle le plus petit possible centré sur M_i : soit l'intervalle entre M_{i-1} et M_{i+1} . On assimilera, sur ce petit intervalle, le mouvement à un mouvement rectiligne uniforme de durée $\Delta t = 2\tau$. Les caractéristiques de ce vecteur sont alors :

1.1.1. : Sa direction :

Celle de la tangente (t_i) à la trajectoire au point M_i .

1.1.2. : Son sens :

Celui du mouvement au point M_i .

1.1.3. : Son point d'application :

Le point M_i .

1.1.4. : Son module (ou sa norme) :

1.1.5.

$$v_{M_i} = \left\| \vec{v}_{M_i} \right\| = \frac{\left\| \overrightarrow{OM_{i+1}} - \overrightarrow{OM_{i-1}} \right\|}{2\tau} = \frac{\left\| \overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}} \right\|}{2\tau}$$

Pour représenter graphiquement ce module, on choisit une échelle adaptée : **1cm pour $0,1 \text{ cm.s}^{-1}$**

1.2.- Application aux différents enregistrements

1.2.1. : Détermination du sens du mouvement pour les différents enregistrements :

Q.13. : Pour les mouvements considérés comme uniformes, comment peut-on déduire le sens du mouvement du mobile à partir des enregistrements réalisés avec la table à coussin d'air ? (les frottements sont-ils réellement nuls ?) Indiquer ce sens sur chacun de ces enregistrements.

Q.14. : Pour les deux autres enregistrements (mouvements non uniformes), peut-on déterminer le sens du mouvement si on ne le connaît pas a priori ? Justifier la réponse et si, pour un (ou les deux) enregistrement(s), on peut déterminer le sens du mouvement, le faire et l'indiquer sur l'enregistrement.. Si non, prendre un sens arbitraire (à indiquer sur l'enregistrement).

1.2.2. : Détermination de la tangente en un point M d'une trajectoire :

1.2.2.1. : Cas d'une droite :

C.15. : La tangente (t) est confondue avec la trajectoire.

1.2.2.2. : Cas d'un cercle :

C.16. : La tangente en M est perpendiculaire au rayon OM, O étant le centre du cercle, en M.

On trouve le centre O d'un cercle en utilisant la propriété que O est le point de concours des médiatrices des cordes de ce cercle.

1.2.2.3. : Cas d'une parabole :

C.17. : On utilise le théorème de Poncelet : la tangente en M passe par le milieu I du segment SH, où S est le sommet de la parabole et H la projection orthogonale de M sur la tangente (T_S) en S à la parabole. La tangente (T_S) est orthogonale à l'axe de symétrie de la parabole déterminé en superposant, par pliage, les deux branches de la parabole : on peut le vérifier par transparence (le pliage permet aussi de déterminer précisément S : intersection de l'axe de symétrie avec la parabole).

1.2.3. : Détermination des vecteurs-vitesse instantanée pour les quatre enregistrements :

Q.18. : Choisir pour chaque enregistrement **trois points**, de préférence espacés et déterminer graphiquement, pour chaque point, le vecteur-vitesse instantanée. Faire les constructions graphiques **avec grand soin ! Détailler tous les calculs soigneusement !** Indiquer, pour chaque enregistrement, l'échelle utilisée pour représenter le module de la vitesse instantanée.

Q.19. : Pour chaque enregistrement, comparer les différents vecteurs-vitesse instantanée. Conclure à chaque fois en justifiant les caractères rectiligne ou non et uniforme ou non.

2) Vecteur accélération instantanée en un point M_i : \vec{a}_{M_i}

2.1.- Détermination graphique du vecteur-accélération instantanée en un point M_i : \vec{a}_{M_i}

C.20. : On assimilera le vecteur-accélération instantanée en un point M_i : \vec{a}_{M_i} (où $i = 1, 2, 3, \dots$) au vecteur-accélération moyenne sur l'intervalle le plus petit possible centré sur M_i : on va donc chercher l'accélération moyenne du mobile entre son passage en M_{i-1} et son passage en M_{i+1} . Il faut donc déterminer les vecteurs-vitesse instantanée en M_{i-1} et en M_{i+1} . Pour cela, on appliquera la méthode décrite au paragraphe 1.1.-. Les caractéristiques de ce vecteur sont alors :

2.1.1. : Sa direction :

Celle du vecteur $\vec{\Delta v}_{M_i}$

2.1.2. : Son sens :

Celui du vecteur $\vec{\Delta v}_{M_i}$

2.1.3. : Son point d'application :

Le point M_i .

2.1.4. : Son module (ou sa norme) :

$$a_{M_i} = \|\vec{a}_{M_i}\| = \frac{\|\vec{v}_{M_{i+1}} - \vec{v}_{M_{i-1}}\|}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\|\vec{\Delta v}_{M_i}\|}{2\tau}$$

Pour représenter graphiquement ce module, on choisit une échelle adaptée : **1cm pour 0,5 cm.s⁻²**

2.2.- Application aux différents enregistrements

Q.21. : Pour chaque enregistrement, tracer $\vec{\Delta v}_{M_i} = \vec{v}_{M_{i+1}} - \vec{v}_{M_{i-1}}$ et en déduire la valeur de $\|\vec{\Delta v}_{M_i}\|$ **pour chaque**

point précédemment choisi. Calculer ensuite $\|\vec{a}_{M_i}\|$ et tracer le vecteur-accélération instantanée \vec{a}_{M_i} avec l'échelle choisie.

Faire des constructions graphiques avec **grand soin ! Détailler tous les calculs !**

Q.22. : Pour chaque enregistrement, comparer les différents vecteurs-accélération instantanée. Conclure à chaque fois. Justifier l'appellation mouvement uniforme ou **uniformément** varié.