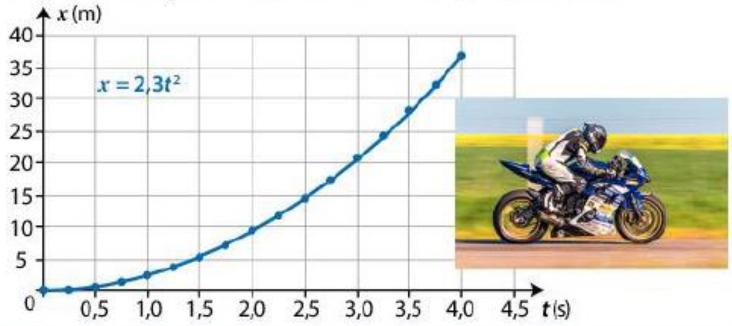
Exercices Ch 11 mouvement et deuxième loi de Newton p225
Qcm

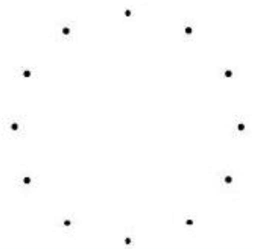
A

Un motard effectue un essai sur une piste rectiligne. M est un point du système {moto et motard} d'abscisse x.



B

On a représenté les positions à intervalles de temps réguliers d'un point P pris sur le plateau horizontal d'un manège en mouvement de rotation autour d'un axe vertical.



1 Les vecteurs position, vitesse et accélération

Si erreur, revoir § 1 p. 221

1. Dans la situation A, la distance parcourue par la moto 3 s après le départ est :	$d = 20{,}7$ m	$d = 6{,}9$ m	$d = 10{,}4$ m
2. Dans la situation A, la vitesse de la moto est donnée par la relation :	$v(t) = 2{,}3t$	$v(t) = 4{,}6t$	$v(t) = 4{,}6t + 2{,}3$
3. Dans la situation B, le vecteur vitesse $\vec{v}$ du point P :	est un vecteur constant.	a une valeur constante.	varie au cours du temps.
4. D'après la situation B, le vecteur accélération $\vec{a}$ du point P :	est dirigé vers le centre de la trajectoire.	a une valeur égale à $\frac{dv}{dt}$.	a une valeur égale à $\frac{v^2}{R}$, avec R le rayon du cercle.

1. **A**

2. **B**

3. **B** et **C**

4. **A** et **C**

2 Des exemples de mouvements

Si erreur, revoir § 2 p. 222

5. Dans la situation A, le mouvement du point M du système est :	rectiligne uniforme.	rectiligne uniformément accéléré.	curviligne accéléré.
6. Dans la situation B, le mouvement du point P du système est circulaire :	uniforme.	uniformément accéléré.	uniformément retardé.

5. **B**

6. **A**

3 La deuxième loi de Newton

Si erreur, revoir § 3 p. 223

7. Le centre de masse G d'un système :	est un point quelconque choisi d'un système.	est le seul point de ce système où peut toujours s'appliquer le principe d'inertie.	a en général un mouvement plus simple que les autres points du système.
8. La deuxième loi de Newton est donnée par la relation :	$\Sigma\vec{F} = m\dfrac{d\vec{v}_G}{dt}$	$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}_G$	$\Sigma F = m \times a_G$
9. Dans la situation **B**, la somme des forces appliquées au point P est :	colinéaire et de même sens que le vecteur accélération.	perpendiculaire et de même sens que le vecteur accélération.	dirigée vers le centre de la trajectoire.

7. **B** et **C**

8. **A** et **B**

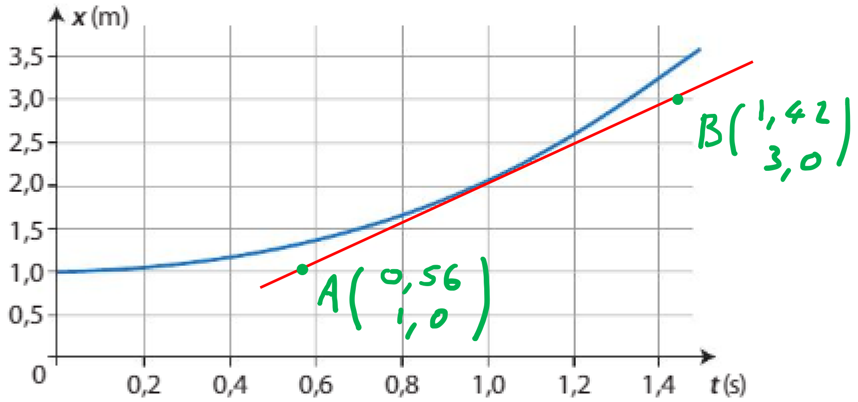
9. **A** et **C**

Ex 3

3 Déterminer les coordonnées d'un vecteur vitesse (2)

| Exploiter un graphique.

On donne l'évolution de la position d'un point matériel P qui se déplace suivant un axe horizontal Ox, dans un repère (O ; $\vec{i}, \vec{j}$) lié au référentiel d'étude.



1. Rappeler l'interprétation graphique d'un nombre dérivé en mathématiques.

2. Déterminer alors la valeur de la vitesse de P à la date $t = 1,0$ s.

1. Graphiquement le nombre dérivé représente le **coefficient directeur de la tangente** à la courbe x = f(t)

2. Graphiquement on peut lire un **coefficient directeur** voisin de

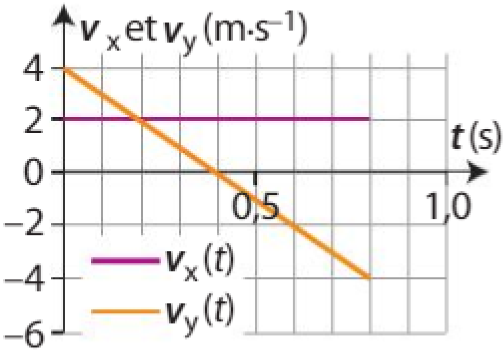
$$v_{(t=1s)} = \frac{3,0-1,0}{1,42-0,56} = 2,3 \text{ ms}^{-1}$$

Ex 5

5 Déterminer les coordonnées d'un vecteur accélération (2)

| Exploiter un graphique.

Une bille est lancée dans le plan vertical (O ; x, y) associé à un repère (O ; $\vec{i}$, $\vec{j}$) lié à un référentiel terrestre (voir graphique ci-contre).



1. Déterminer l'expression des coordonnées cartésiennes v_x et v_y du vecteur vitesse.

2. Établir l'expression des coordonnées cartésiennes a_x et a_y du vecteur accélération.

1. Graphiquement on peut lire :

$\boldsymbol{v_x = 2\ m.s^{-1}}$ et $\boldsymbol{v_y = -10 \times t + 4}$ $en\ m.s^{-1}$

2. $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc $\boldsymbol{a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0\ m.s^{-2}}$

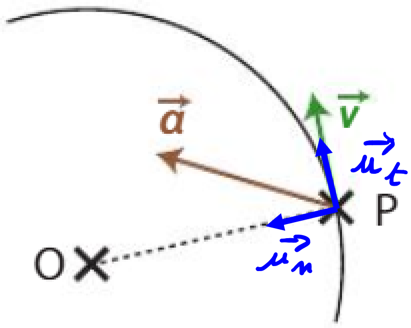
$$\boldsymbol{a_y = \frac{dv_y}{dt} = -10\ m.s^{-2}}$$

Ex 7

7 Exploiter la représentation d'un vecteur accélération

| Exploiter un schéma.

On a représenté sur le schéma ci-contre le vecteur accélération $\vec{a}$ d'un point matériel P qui se déplace suivant une trajectoire circulaire autour d'un point O.



1. a. Définir et représenter le repère de Frenet lié à P.
b. Exprimer les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$ de P dans ce repère.

2. Le mouvement de P est-il uniforme ?

1.a. Le repère de **Frenet** est défini par :
– une **origine mobile liée au point P** ;
– un **vecteur unitaire** $\vec{u_n}$ perpendiculaire en P à la trajectoire et orienté vers l'intérieur de la trajectoire ;
– un **vecteur unitaire** $\vec{u_t}$ tangent en P à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement.

b. $$\vec{a} = \frac{v^2}{R} \cdot \vec{u_n} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{u_t}$$

2. D'après le schéma, le vecteur accélération à une composante suivant le vecteur tangentiel de la base de Frenet. Donc $\frac{dv}{dt}$ **n'est pas nulle**. Donc la valeur de sa vitesse n'est pas constante. Donc le mouvement n'est **pas uniforme**.

Ex 9

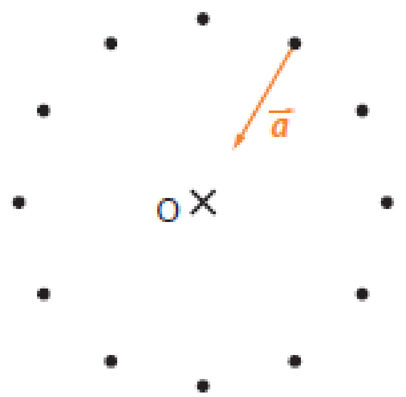
9 Exploiter les caractéristiques du vecteur accélération (2)

| Faire un schéma adapté.

Le vecteur accélération d'un point matériel P en mouvement circulaire a pour coordonnées dans le repère de Frenet : $a_n = 4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ et $a_t = 0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

- Représenter, sans souci d'échelle, un pointage possible du mouvement de P.

a_t étant nulle, c'est un mouvement circulaire **uniforme**. Son **accélération** est **centripète**.

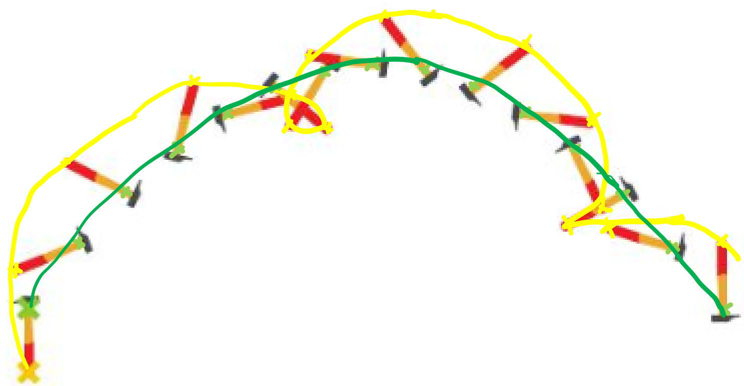


Ex 11

11 Justifier la position du centre de masse d'un système

| Exploiter un schéma.

On a filmé le mouvement d'un marteau lancé en l'air.



1. Utiliser le schéma fourni et repérer le point jaune et le point vert pour chacune des positions du marteau.

2. Justifier que le point vert est le centre de masse du marteau.

3. Le marteau est-il soumis à des forces qui se compensent ?

1 et 2. La courbe verte ressemble à une **parabole**. Cela correspond au mouvement d'un **centre de masse**.

3. Dans le référentiel terrestre, considéré comme galiléen, le centre de masse n'a **pas** un mouvement rectiligne uniforme (ou au repos), d'après le principe d'inertie le marteau n'est pas soumis à des **forces qui se compensent**.

Ex 13

13 Appliquer la deuxième loi de Newton (2)

| Utiliser un modèle pour décrire.

un peu grand ⚠

Une montgolfière et l'air qu'elle contient (masse $m = 1{,}20 \times 10^4$ kg) sont animés d'un mouvement vertical uniformément accéléré vers le haut. La valeur de l'accélération est $a = 0{,}20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

La montgolfière est soumise à son poids $\vec{P}$ et à la poussée d'Archimède $\vec{F}_p$ exercée par l'air extérieur. On néglige les forces de frottement devant les autres forces. Les forces sont représentées sans souci d'échelle au centre de masse du système sur la photo ci-dessus.

1. Déterminer les caractéristiques de la somme des forces $\Sigma\vec{F}$ appliquées au système.

2. En déduire la valeur F_p de la poussée d'Archimède.

Donnée

Intensité de la pesanteur : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Dans le référentiel terrestre, considéré galiléen, d'après la deuxième loi de Newton, la somme des forces qui s'appliquent à la montgolfière est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre de masse.

$$\Sigma \vec{F} = m \times \vec{a}_G$$

$\Sigma\vec{F}$ a donc même direction et même sens que $\vec{a}_G$

$\Rightarrow$ $\Sigma\vec{F}$ est verticale, vers le haut et de valeur

$m \times a_G = 1{,}20 \times 10^4 \times 0{,}20 = 2{,}4 \times 10^3$ N

2. Valeur de la poussée d'Archimède

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{F}_p = m\vec{a}_G$$

$$\Rightarrow -P + F_p = m a_G$$

$$F_p = P + m a_G$$

$$= mg + m a_G$$

$$= 1{,}20 \times 10^4 (10 + 0{,}20)$$

$$= 1{,}2 \times 10^5 \text{ N}$$

sûrement $1{,}2 \times 10^4$ N ⚠

Ex 17

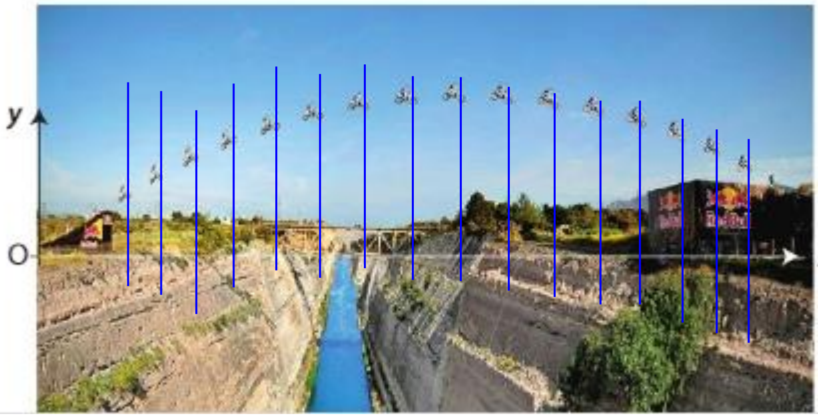
17 Saut au-dessus du canal de Corinthe

Mobiliser et organiser ses connaissances ; exploiter des informations.

En avril 2010, le pilote de moto Robbie MADDISON a pris son élan pour franchir le canal de Corinthe.

Le mouvement du centre de masse G du système {R. MADDISON et sa moto} est étudié dans un référentiel terrestre supposé galiléen. À l'instant $t = 0$ s, il se trouve à l'origine du repère et quitte le tremplin. Son vecteur vitesse $\vec{v}_0$ fait un angle $\alpha = 33°$ avec l'axe horizontal et a pour valeur 125 km·h^{-1}.

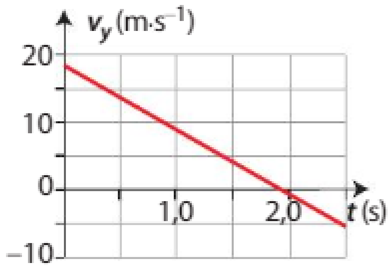
1. a. Utiliser la chronophotographie ci-dessous pour montrer que le mouvement suivant l'axe (Ox) est uniforme.



b. Montrer que si le poids est la seule force qui s'applique sur le système, le vecteur accélération est vertical.

c. Vérifier que les réponses aux deux questions précédentes sont cohérentes entre elles.

2. a. En utilisant l'allure de la courbe ci-contre, justifier que le mouvement suivant l'axe vertical est uniformément varié.



b. Quelle position particulière de la trajectoire est occupée par G à la date pour laquelle $v_y = 0$? Quelle est alors la valeur de la vitesse ?

1. a. Les **projections** des positions de la moto sur l'axe horizontal étant **régulièrement espacées** on peut considérer que le mouvement est **uniforme sur l'axe (ox)**

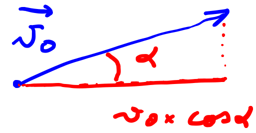
b. Dans le référentiel terrestre, considéré galiléen, d'après la **deuxième loi de Newton**, la somme des forces qui s'appliquent à la moto est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre de masse. Donc si la seule force est le poids, l'**accélération** aura la **même direction** que le **poids**, soit **verticale**.

c. Si l'**accélération** est uniquement verticale alors elle est **nulle suivant l'horizontale** et la vitesse suivant l'axe (Ox) est donc constante. a. et b. sont donc **cohérentes**.

2. a. D'après le graphique la vitesse v_y représente une droite en fonction du temps. Donc l'accélération $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ = coefficient de cette droite = constante

$\Rightarrow$ mouvement uniformement varié suivant l'axe (Oy)

b. à la date **v_y =0** la moto se trouve dans la **position haute extrême** car la moto a fini de monter (v_y = 0).
La valeur de sa vitesse est donc La **valeur de sa vitesse horizontale constante**.



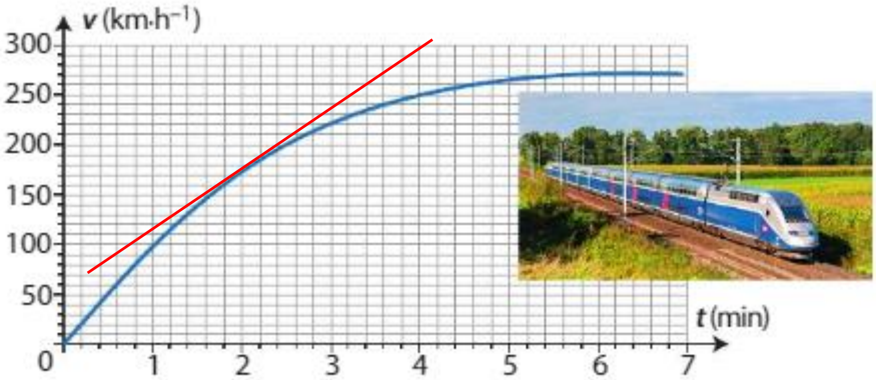
Soit : $v = v_0 \times \cos\alpha = 125 \times \cos 33 = 105\ km\ h^{-1}$

Ex 18

18 Accélération d'un TGV

| Exploiter un graphique.

L'étude du mouvement du centre de masse G d'une rame de TGV se déplaçant en ligne droite donne les résultats suivants :



1. Expliquer comment déterminer graphiquement la valeur a_G de l'accélération.

2. Comment la valeur de l'accélération évolue-t-elle au cours du temps ?

3. Caractériser le vecteur accélération à $t = 2$ min, instant de la photographie.

1. L'accélération est de **coefficient directeur de la tangente** à la courbe v =f (t)

2. Le **coefficient directeur des tangentes diminue** au cours du temps. La valeur de l'**accélération diminue** donc au cours du temps.

3. A la date **t = 2 minutes**, le **coefficient directeur** de la tangente est voisin de

$$a_{(t=2\,min)} = 0,27\ m.s^{-2}$$

Donc le **vecteur accélération** est de **même sens** et de **même direction** que la vitesse est de **valeur 0,27 m.s^{-2}**.

Ex 19

19 Accélération d'un parachutiste

Exploiter un tableau ; effectuer des calculs ; interpréter des résultats.

La somme $\vec{f}$ des forces exercées par l'air sur un parachutiste de masse $m = 80$ kg en chute verticale est verticale vers le haut, et sa valeur est variable. On définit un axe vertical Oy orienté dans le sens du mouvement.

Phase 1	Phase 2	Phase 3
$f = 0$ N	$f = 300$ N	$f = 800$ N

1. Établir l'inventaire des forces qui s'exercent sur le parachutiste pour chaque phase du saut. Faire un schéma de ces forces sans souci d'échelle mais de façon cohérente.

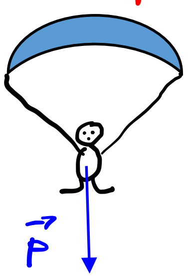
2. Pour chaque phase, caractériser le vecteur accélération du centre de masse G du parachutiste et donner la nature de son mouvement.

Donnée

Intensité de la pesanteur : $g = 10\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. et 2. Deuxième loi de Newton : $\vec{f} + \vec{P} = m \times \vec{a}_G$

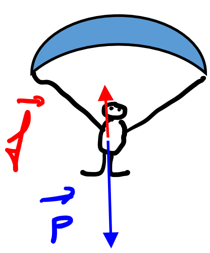
Phase 1 $f = 0\ N$



$\vec{a}_G = \vec{g}$

Phase 2 $f = 300\ N$

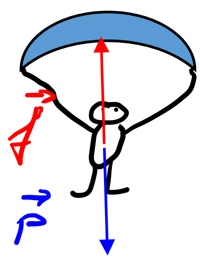
$f < P$



$\vec{a}_G = \dfrac{\vec{P} + \vec{f}}{m}$

Phase 3 $f = 800 N$

$f = P$



$a_G = \dfrac{\vec{P} + \vec{f}}{m}$

$a_G = g$	$a_G = \dfrac{mg - f}{m}$	$a_G = \dfrac{mg - f}{m}$
$a_G = 9{,}8\ ms^{-2}$	$a_G = 6{,}3\ ms^{-2}$	$a_G = 0\ ms^{-2}$
mvt rectiligne accéléré	mvt rectiligne accéléré	mvt rectiligne uniforme

Ex 20

20 Le curling

| Extraire et organiser l'information ; effectuer des calculs.

Une pierre de curling initialement immobile de masse $m = 18$ kg est poussée par une joueuse qui exerce sur elle une force parallèle au sol, de valeur constante F pendant la durée $\Delta t_1 = 4{,}0$ s (phase 1).

La pierre est ensuite lâchée et glisse sur la glace à vitesse constante. Elle parcourt la distance $d = 20$ m en une durée $\Delta t_2 = 10$ s (phase 2).

On néglige les frottements de l'air et de la glace sur la pierre de centre de masse G lors de son mouvement.

1. Représenter les forces exercées sur la pierre durant les deux phases du mouvement et sans souci d'échelle.

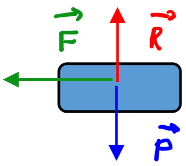
2. Calculer la valeur v_G de la vitesse lors de la phase 2.

3. En déduire la valeur a_G constante de l'accélération de la pierre lors de la première phase.

4. Calculer la valeur F de la force exercée par la joueuse sur la pierre lors de la phase de lancer.

1. Forces sur la pierre

Phase 1

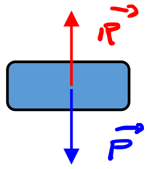


$\vec{R}$: Réaction du plan

$\vec{P}$: Poids

$\vec{F}$: Poussée de la joueuse

Phase 2



2. Calcul de v_G lors de la phase 2

$\sum \vec{F} = \vec{0}$ et Deuxième Loi de Newton $\Rightarrow v_G = \text{constante} = \dfrac{d}{\Delta t_2} = \dfrac{20}{10} = \underline{\underline{2{,}0\ ms^{-1}}}$

3. Lors de la première phase :

$\Sigma\vec{F} = \vec{F}$ (qui est constante) et deuxième loi de Newton

$\Rightarrow \quad \vec{F} = m\,\vec{a}_G$

$\Rightarrow \quad \vec{a}_G = \dfrac{\vec{F}}{m}$ Donc a_G = constante $= \dfrac{\Delta v_G}{\Delta t_1} = \dfrac{2{,}0 - 0}{4{,}0} = \underline{\underline{0{,}50\ m.s^{-2}}}$

4. Calcul de la valeur de la force de poussée de la joueuse F

D'après la question 3. $F = m\,a_G = 18 \times 0{,}50 = \underline{\underline{9{,}0\ N}}$

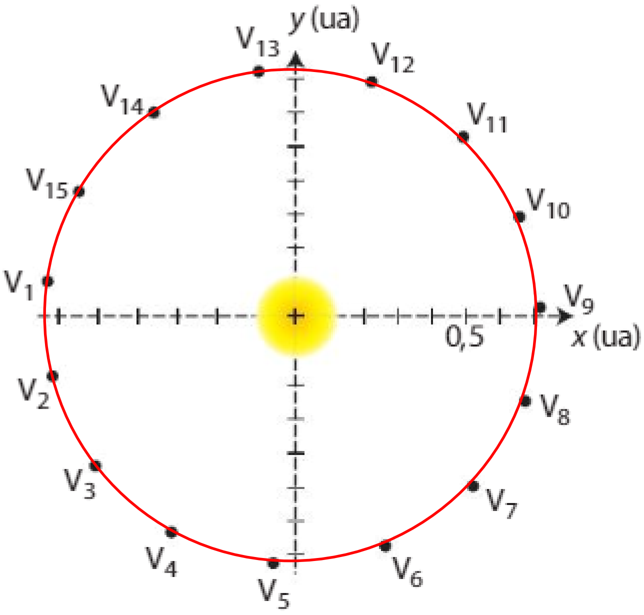
Ex 21

21 Le mouvement de Vénus

Effectuer des calculs ; construire des vecteurs ; interpréter des observations.

Vénus, deuxième des huit planètes du Système solaire en partant du Soleil, est la sixième par masse ou par taille décroissante. La distance Vénus-Soleil est voisine de 0,72 ua. Sa trajectoire autour du Soleil est quasiment circulaire.

Le site de l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides permet d'obtenir, pour une durée au choix, la trajectoire de Vénus dans un référentiel donné. Ci-dessous sont représentées les positions de Vénus tous les 15 jours entre le 1er septembre 2019 (V_1) et le 29 mars 2020 (V_{15}).



1. a. Dans quel référentiel le mouvement de Vénus est-il étudié ?

b. Utiliser le schéma fourni pour vérifier la cohérence entre les informations extraites du pointage et celles du texte.

2. On suppose que la vitesse de Vénus autour du Soleil a une valeur constante $v = 34 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$.

a. Construire en V_2 et en V_4 les vecteurs vitesse $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ en précisant l'échelle utilisée.

b. Construire en V_4 le vecteur accélération $\vec{a}_3$ de Vénus en précisant l'échelle utilisée.

c. Indiquer les caractéristiques (direction, sens et valeur) de ce vecteur.

3. a. Exprimer la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par le Soleil sur Vénus.

b. Par application de la deuxième loi de Newton, exprimer le vecteur accélération $\vec{a}$ et calculer sa valeur.

c. Vérifier alors le caractère galiléen du référentiel.

Données

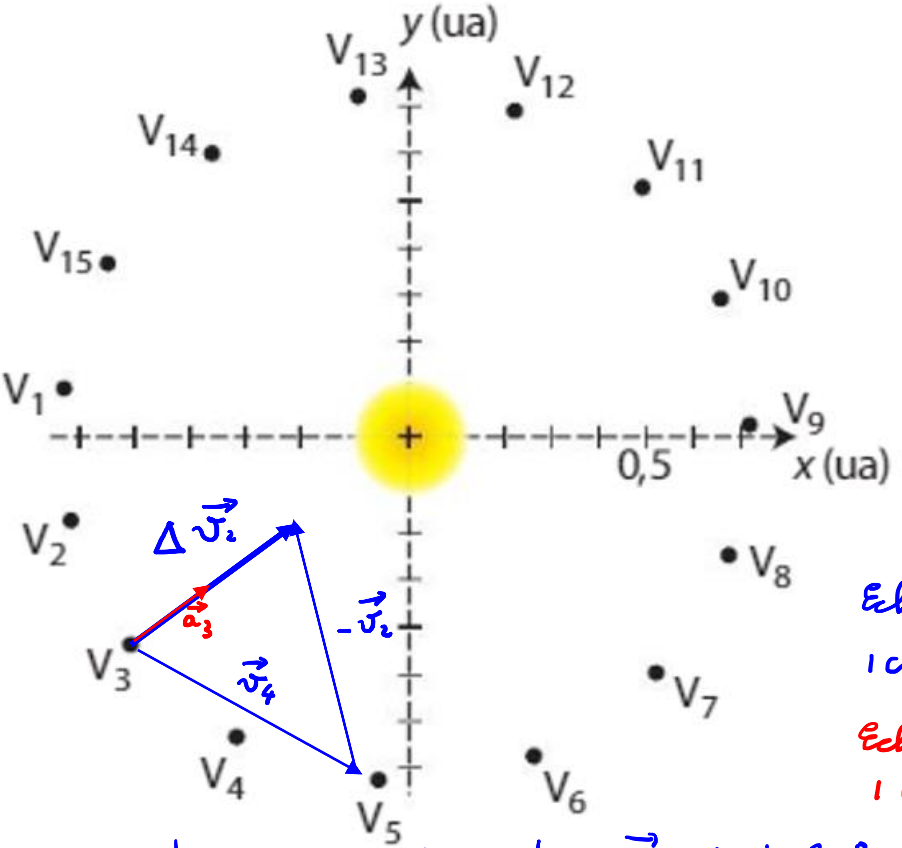
- 1 ua $= 1{,}5 \times 10^{11}$ m.
- Masse de Vénus : $m_V = 4{,}9 \times 10^{24}$ kg.
- Masse du Soleil : $m_S = 2{,}0 \times 10^{30}$ kg.
- Constante universelle de gravitation : $G = 6{,}67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$

---

1. a. Vénus est étudiée dans le **référentiel héliocentrique**, supposé galiléen.

b. La trajectoire est **quasi circulaire** (**voir le cercle rouge sur l'énoncé**)

2. Construction de $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ et $\vec{a}_3$



Echelle des vitesses
1 cm ↔ 10 km s^{-1}

Echelle des accélérations
1 cm ↔ 10^{-2} m s^{-2}

la longueur de représentation de $\Delta\vec{v}_2$ est de 2,8 cm.
Donc $\Delta v_2 = 28$ km s^{-1}.

l'accélération en position 3 est $\vec{a}_3 = \dfrac{\Delta\vec{v}_2}{2\times\Delta t}$

$$a_3 = \frac{\Delta v_2}{2\times\Delta t} = \frac{28\times10^3}{2\times15\times24\times3600} = \underline{\underline{1,1\times10^{-2}}}\ \text{m s}^{-2}$$

l'accélération est centripète

3. a. Force de gravitation

$$\vec{F} = \frac{G\times m_S\times m_V}{R^2}\,\vec{u}_{V\to S}$$

b. accélération

Dans le référentiel héliocentrique, considéré galiléen, d'après la deuxième loi de Newton, la somme des forces qui s'appliquent sur Vénus est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre de masse.

$$\frac{G\times m_S\times m_V}{R^2}\times\vec{u}_{V-S} = m_V\times\vec{a}_G$$

$$\vec{a}_G = G \times \frac{m_S}{R^2} \vec{u}_{V \to S}$$

$$\Rightarrow \quad a_G = G \times \frac{m_S}{R^2} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{2{,}0 \times 10^{30}}{(0{,}72 \times 1{,}5 \times 10^{11})^2}$$

$$a_G = \underline{\underline{1{,}1}} \times 10^{-2} m.s^{-2}$$

c. Caractère galiléen du référentiel héliocentrique

On trouve bien la même valeur de l'accélération par la construction et par le calcul en appliquant la **deuxième loi de Newton**. On peut donc considérer que cette dernière loi est bien **vérifiée** dans le référentiel héliocentrique. Le **référentiel héliocentrique** peut donc être considéré comme **galiléen**.

Ex 23

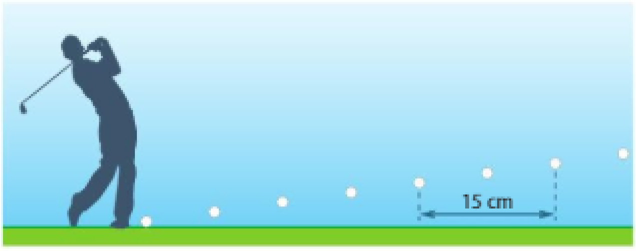
23 À chacun son rythme

Vol d'une balle de golf

Mobiliser et organiser ses connaissances ; rédiger une explication.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

Le swing d'un joueur de golf expérimenté permet d'envoyer une balle à une distance voisine de 250 m. Les huit premières positions d'une balle de golf sont pointées ci-dessous toutes les 1,0 ms.



L'étude du mouvement de la balle dans un repère cartésien (O ; x, y) montre qu'elle touche le sol à une distance $D = \frac{v_0^2 \times \sin 2\theta}{a}$ de O, appelée « portée du swing ». Dans cette relation, θ est l'angle entre le sol horizontal et le vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$ de la balle ; a est la valeur constante de son accélération.

Lorsque le golfeur imprime à la balle un mouvement de rotation arrière, appelé *backspin*, la balle se met en rotation à grande vitesse et est alors soumise à une force verticale $\vec{F}$ considérée comme constante, orientée vers le haut.

Vérifier que la portée du swing correspond à la distance annoncée dans le texte introductif.

Données

- Masse de la balle : $m = 46$ g.
- Valeur de la force $\vec{F}$: $F = 5{,}0 \times 10^{-2}$ N.
- $\theta = 11°$.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Calcul de D

Dans l'énoncé on affirme que :

$$D = \frac{v_0^2 \times \sin 2\theta}{a}$$

on a donc besoin de trouver v_0 et a.

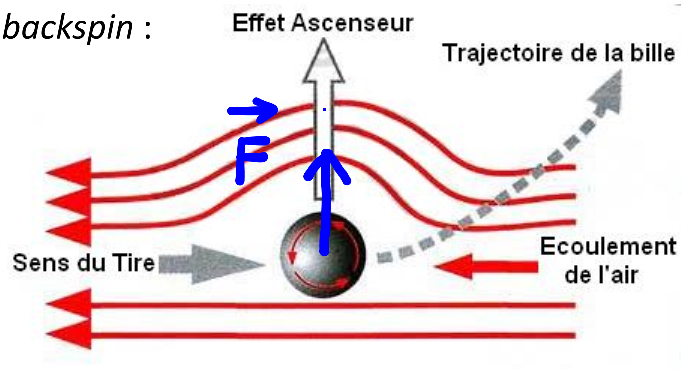
On peut trouver graphiquement la **valeur de la vitesse initiale** v_0

Sur les 7 premières ms il semble que la vitesse soit constante (espaces réguliers entre les différentes positions). Donc on peut évaluer la vitesse initiale ainsi :

$$v_0 = \frac{M_0M_7}{7\Delta t} = \frac{0{,}53}{7 \times 10^{-3}} = 76 \text{ m.s}^{-1}$$

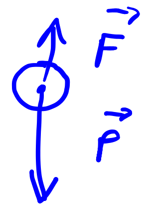
On peut trouver l'**accélération a** à l'aide de la deuxième loi de Newton

Petit regard sur la force F du *backspin* :



Dans le référentiel terrestre, considéré comme galiléen, la somme des forces appliquées à la balle est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre de masse.

$$\vec{P} + \vec{F} = m \times \vec{a}$$



$$mg - F = m \times a$$

$$a = g - \frac{F}{m}$$

$$= 9,8 - \frac{5,0 \times 10^{-2}}{46 \times 10^{-3}}$$

$$a = 8,7 \text{ m s}^{-2}$$

Donc

$$D = \frac{(76)^2 \times \sin(2 \times 11)}{8,7} = \underline{\underline{2,5}} \times 10^2 \text{ m}$$

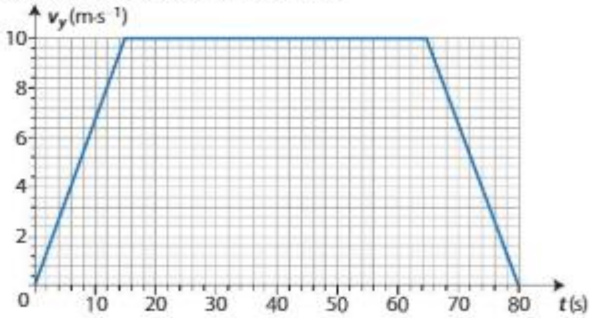
c'est vérifié

Ex 25

25 La cabine d'ascenseur

Exploiter un graphique ; mobiliser et organiser ses connaissances.

À Dubaï, le Bürj Khalifa, plus haut gratte-ciel du monde, est équipé d'un ascenseur pouvant se déplacer à 40 km·h^{-1}. Le graphique ci-après donne l'évolution de la coordonnée verticale v_y de la vitesse d'un ascenseur en fonction du temps. L'axe vertical Oy est ascendant.



1. Calculer la coordonnée a_y de l'accélération de la cabine d'ascenseur pendant chaque phase du mouvement.

2. a. Une personne de masse $m = 70$ kg se trouve dans la cabine. Établir l'inventaire des forces s'exerçant sur elle.

b. Par application de la deuxième loi de Newton, déterminer la valeur de la force $\vec{R}$ exercée par le sol de l'ascenseur sur la personne lors de chaque phase.

c. Quel sera à chaque fois le ressenti de la personne ?

Donnée

Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81$ m·s^{-2}.

1. L'accélération correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe v=f(t)

Dans la première phase :

$$\underline{\underline{a_y}} = 0{,}67 \text{ m.s}^{-2}$$

Dans la 2éme phase :

$$\underline{\underline{a_y}} = 0 \text{ m.s}^{-2}$$

Dans la 3éme phase :

$$a_y = \underline{\underline{-0{,}67}} \text{ m.s}^{-2}$$

2. a. Inventaire des forces

. Poids $\vec{P}$
- Valeur : $P = mg$
- Direction : Verticale
- Sens : Vers le bas

• Réaction du sol de la cabine $\vec{R}$
- Valeur : inconnue
- Direction : Verticale
- Sens vers le haut

b. Valeurs de la réaction

Dans le référentiel terrestre, considéré comme galiléen, la somme des forces appliquée à la personne est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre de masse.

$$\vec{R} + \vec{P} = m \times \vec{a_G}$$

$$R_y + P_y = m\, a_y$$

$$R - P = m\, a_y$$

$$R = P + m\, a_y$$

$$R = mg + m\, a_y$$

Dans la première phase :

$$R = 70\,(9{,}81 + 0{,}67) = \underline{\underline{7{,}3 \times 10^2\ N}}$$

Dans la seconde phase :

$$R = 70\,(9{,}81 + 0) = \underline{\underline{6{,}9 \times 10^2\ N}}$$

Dans la troisième phase :

$$R = 70\,(9{,}81 - 0{,}67) = \underline{\underline{6{,}4 \times 10^2\ N}}$$

c. Ressenti de la personne

Dans la première phase :

La personne plus lourde qu'à l'ordinaire. Sensation d'écrasement

Dans la deuxième phase :

La personne ne ressent rien de particulier

Dans la troisième phase :

La personne se sent plus légère. sensation de soulèvement.

Ex 26

26 L'expérience de Millikan

| Mobiliser et organiser ses connaissances.

Pour déterminer la charge de l'électron, l'Américain Robert MILLIKAN a réalisé l'expérience suivante, qui lui valut le prix Nobel de physique en 1923.
Un pulvérisateur produit un nuage de gouttelettes d'huile chargées négativement. Ces gouttelettes tombent, sous l'effet de leur poids, dans une zone où règne un champ électrique $\vec{E}$ uniforme, vertical et dirigé vers le bas.
Pour maintenir en équilibre une gouttelette de rayon $r = 2{,}0\ \mu m$, R. MILLIKAN a appliqué un champ électrique de valeur $E = 1{,}83 \times 10^5\ N \cdot C^{-1}$.

1. Déterminer les caractéristiques (direction, sens et valeur) de la force électrique $\vec{F}$ à laquelle est soumise la gouttelette.

2. Effectuer l'inventaire des forces qui s'exercent sur la gouttelette d'huile assimilée à un point matériel.

3. Caractériser l'accélération de la gouttelette maintenue en équilibre.

4. Déterminer la charge électrique q de la gouttelette.

5. Cette charge q étant due à un excès de 10 électrons, déterminer la charge de l'électron.

Données
- Masse volumique de l'huile : $\rho = 890\ kg \cdot m^{-3}$.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ m \cdot s^{-2}$.
- Volume d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4}{3}\pi \times r^3$.

1. Force électrique

$\vec{F} = q \times \vec{E}$

- q étant < 0 $\Rightarrow$ $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont de sens opposés
- Direction : verticale
- Valeur : $F = |q \times E|$

2. Inventaire des forces

Poids de la gouttelette $\vec{P}$:
- Valeur : $P = mg$
- Direction : Verticale
- Sens : vers le bas

Force électrique $\vec{F} = q \times \vec{E}$

3. La gouttelette étant en équilibre son accélération est nulle.

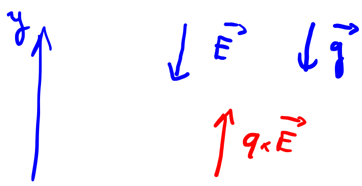
$$\vec{a} = \vec{0}$$

4. En appliquant la deuxième loi de Newton à la gouttelette on peut écrire :

$$q \times \vec{E} + m\vec{g} = m \times \vec{0}$$

$$\Rightarrow q \times (-E) - mg = 0$$

$$q = \frac{mg}{-E}$$



$$q = \frac{\rho \times V \times g}{-E}$$

$$q = \frac{\rho \times \frac{4}{3}\pi r^3 \times g}{-E}$$

$$q = \frac{890 \times \frac{4}{3} \times \pi \times (2{,}0 \times 10^{-6})^3 \times 9{,}81}{-1{,}83 \times 10^5}$$

$$q = -1{,}6 \times 10^{-18}\ C$$

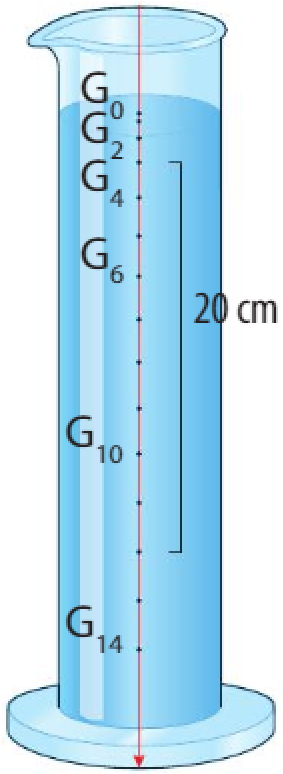
5. Charge de l'électron

$$e = \frac{q}{10} = -1{,}6 \times 10^{-19}\ C$$

Ex 27

27 Chute dans un fluide

Extraire et organiser l'information ; construire des vecteurs.



Un objet (masse $m = 3{,}80 \times 10^{-3}$ kg et volume $V = 2{,}10 \times 10^{-6}$ m^3) est lâché sans vitesse initiale dans un liquide de masse volumique $\rho = 1\,240$ kg·m^{-3}. Sa chute est filmée avec une webcam puis analysée à l'aide d'un logiciel adapté. Le schéma ci-contre montre l'ensemble des positions successives occupées par le centre de masse G de l'objet à intervalles de temps réguliers : $\tau = 0{,}050$ s.

Les frottements du fluide sur l'objet sont modélisés par une force $\vec{f}$ opposée au vecteur vitesse $\vec{v}$ et de valeur proportionnelle à v.

1. Reproduire le schéma ci-dessus ou utiliser le document fourni et calculer la valeur des vitesses en G_3 et G_4.
Tracer sur le schéma les vecteurs vitesse en ces positions avec l'échelle 1 cm ↔ 0,20 m·s^{-1}.

2. Calculer la valeur a_4 de l'accélération en G_4, puis tracer le vecteur accélération en cette position avec l'échelle 1 cm ↔ 0,50 m·s^{-2}.

3. Calculer la valeur de la poussée d'Archimède $\vec{F}_P$ et la comparer à celle du poids de l'objet.

4. Représenter les forces exercées sur l'objet sans souci d'échelle.

5. Déterminer la valeur f de la force de frottement qui s'exerce sur l'objet.

Données

- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81$ m·s^{-2}.
- Caractéristiques de la poussée d'Archimède exercée par un fluide sur un objet complètement immergé dans ce fluide : force verticale, vers le haut, de valeur $F_p = \rho_{fluide} \times V_{objet} \times g$.

1. Les valeurs des vitesses sont :

$$v_3 = \frac{G_2G_4}{2\tau} = \frac{3{,}4 \times 10^{-2}}{2 \times 50 \times 10^{-3}} = \underline{\underline{0{,}34}} \text{ m s}^{-1}$$

$$v_5 = \frac{G_4G_6}{2\tau} = \underline{\underline{0{,}44}} \text{ m s}^{-1}$$

2. Calcul de a_4

$$\vec{a}_4 = \frac{\vec{v_5} - \vec{v_3}}{2 \cdot \tau} \Rightarrow a_4 = \frac{v_5 - v_3}{2\tau}$$ (car $\vec{v_5}$ et $\vec{v_3}$ colinéaires de même sens)

$$= \frac{0{,}08}{2 \times 0{,}050}$$

$$= \underline{\underline{0{,}8}} \text{ m.s}^{-2}$$

3. Poussée d'Archimède

La valeur de la poussée d'Archimède est égale au poids du fluide déplacé :

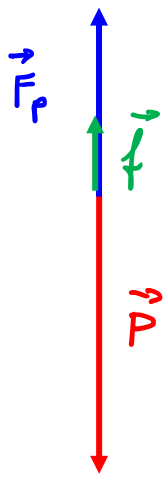
$$F_p = m_{fluide} \times g$$
$$= \rho \times V \times g$$
$$= 1240 \times 2{,}10 \times 10^{-6} \times 9{,}81$$
$$= \underline{\underline{2{,}55 \times 10^{-2}}} \text{ N}$$

même ordre de grandeur

Poids de la bille

$$P = mg$$
$$= 3{,}80 \times 10^{-3} \times 9{,}81$$
$$= 3{,}73 \times 10^{-2} \text{ N}$$

4.



5. Dans le référentiel terrestre, considéré comme galiléen, d'après la deuxième loi de Newton la somme des forces appliquées à la bille est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre de masse.

$$\vec{P} + \vec{F_p} + \vec{f} = m \times \vec{a}$$

$$\Rightarrow \quad P - F_p - f = m \times a$$

$$\Rightarrow \quad f = P - F_p - ma$$

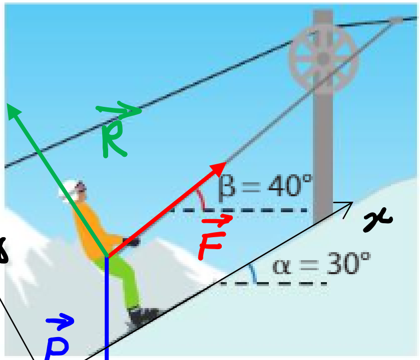
$$f = 3,73 \times 10^{-2} - 2,55 \times 10^{-2} - 3,80 \times 10^{-3} \times 9,81$$

$$= \underline{\underline{8,0}} \ N$$

Ex 28

28 Le téléski

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.



Une skieuse de masse $m = 60$ kg est accrochée à la perche d'un téléski et se déplace avec une vitesse de valeur constante. Le téléski exerce sur la skieuse une force constante $\vec{F}$ dans l'axe de la perche. Les forces de frottement exercées par l'air et par la neige sont négligées.

1. Établir l'inventaire des forces exercées sur la skieuse et représenter l'ensemble de ces forces sans souci d'échelle au centre de masse G de la skieuse.

2. Exprimer les coordonnées de chacune des forces dans un repère cartésien $(O ; \vec{i}, \vec{j})$ dont l'axe Ox est parallèle à la pente.

3. Calculer la valeur F de la force exercée par la perche sur la skieuse.

Donnée

Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. voir sujet

2. Coordonnées des forces

$$\vec{P} \begin{pmatrix} -mg \sin \alpha \\ -mg \cos \alpha \end{pmatrix} \qquad \vec{F} \begin{pmatrix} F_x = F \times \cos(\beta - \alpha) \\ F_y = F \times \sin(\beta - \alpha) \end{pmatrix}$$

$$\vec{R} \begin{pmatrix} 0 \\ R \end{pmatrix}$$

3. Calcul de F

Dans le référentiel terrestre, considéré comme galiléen, d'après la deuxième loi de Newton la somme des forces appliquées à la skieuse est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre de masse.

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = m \times \vec{0}$$

ici $\vec{v}$ est constant donc $\vec{a} = \vec{0}$

$$\Rightarrow \begin{cases} F \times \cos(\beta - \alpha) + 0 - mg \sin\alpha = 0 \\ F \times \sin(\beta - \alpha) + R - mg \cos\alpha = 0 \end{cases}$$

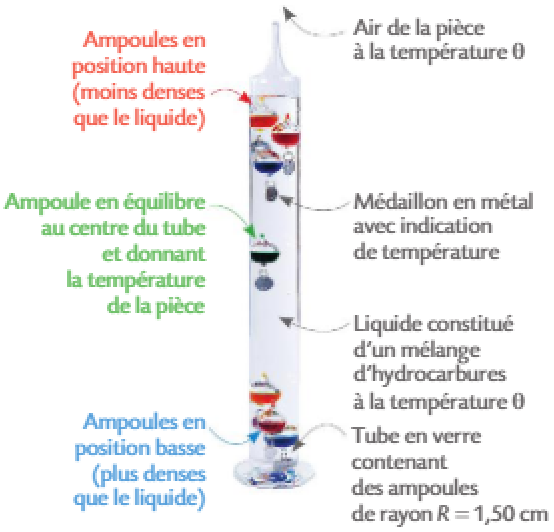
$$\Rightarrow \quad F = \frac{mg \sin\alpha}{\cos(\beta - \alpha)} = \frac{60 \times 9{,}8 \times \sin(30)}{\cos(40° - 10°)} = \underline{\underline{3{,}0 \times 10^2 \, N}}$$

Ex 29

29 — 30 min — Le thermomètre de Galilée

Faire un schéma adapté ; effectuer des calculs ; faire preuve d'esprit critique.

Le liquide d'un thermomètre de Galilée a une masse volumique $\rho_\ell(\theta)$ qui décroît lorsque sa température augmente.



Partie I Étude théorique du mouvement

Le liquide du thermomètre est à 18 °C ; à cette température, l'ampoule portant le médaillon « 18 °C », de 12,0 g et de volume V, flotte. On chauffe le liquide jusqu'à 20 °C, l'ampoule descend alors dans le tube.

On prend pour origine des dates ($t = 0$ s) l'instant où l'ampoule se met en mouvement.

On modélise la valeur f de la force de frottement fluide exercée par le liquide sur l'ampoule par $f = k \times v_G$, avec v_G la valeur de la vitesse du centre de masse de l'ampoule et k le coefficient de frottement. On définit un axe Oy dirigé vers le bas dont l'origine O coïncide avec le centre de masse de l'ampoule portant le médaillon « 18 °C » à la date $t = 0$ s.

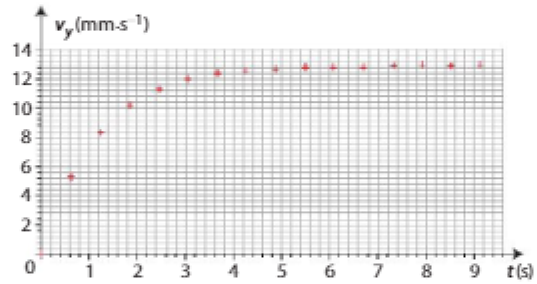
1. Représenter, sans souci d'échelle mais de façon cohérente, les forces s'exerçant sur l'ampoule en mouvement.

2. Montrer que les valeurs a_G de l'accélération et v_G de la vitesse de G sont liées par $a_G = A - B \times v_G$. Exprimer A et B en fonction de m, g, k, $\rho_\ell(\theta)$ et V. Utiliser le réflexe 3

3. Calculer A et B.

Partie II Étude expérimentale du mouvement

Une capture vidéo permet d'obtenir la courbe ci-dessous.



1. Justifier que l'ampoule atteint une vitesse de valeur constante v_ℓ et la déterminer.

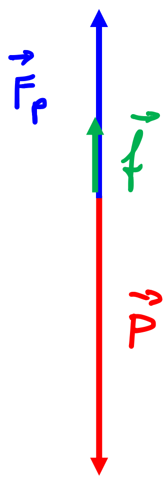
2. Montrer que $v_\ell = \frac{A}{B}$. Utiliser le réflexe 1

Données

- Volume de l'ampoule : $V = \frac{4}{3}\pi \times R^3$.
- Masse volumique du liquide à 20 °C : $\rho_\ell = 848$ kg·m^{-3}.
- Coefficient de frottement : $k = 8{,}8 \times 10^{-3}$ kg·s^{-1}.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81$ m·s^{-2}.

Partie I

1. Forces appliquées à l'ampoule en mouvement



2. Dans le référentiel terrestre, considéré comme galiléen, d'après la deuxième loi de Newton la somme des forces appliquées à la bille est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre de masse.

$$\vec{P} + \vec{F_p} + \vec{f} = m \times \vec{a}$$

$$\Rightarrow \quad P - F_p - f = m \times a$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{P - F_p - f}{m}$$

$$= \frac{mg - \rho \times V \times g - k \times v_G}{m}$$

$$a = \underbrace{\frac{mg - \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3 \times g}{m}}_{A} - \underbrace{\frac{k}{m}}_{B} \times v_G$$

$$a = A - B \times v_G$$

3. $$A = \frac{12{,}0\times10^{-3} \times 9{,}81 - 848 \times \frac{4}{3} \times \pi\,(1{,}50\times10^{-3})^3 \times 9{,}81}{12{,}0\times10^{-3}} = 9{,}55\times10^{-2}\ m\,s^{-2}$$

$$B = \frac{8{,}8\times10^{-3}}{12{,}0\times10^{-3}} = 0{,}73\ s^{-1}$$

Partie II

1. La vitesse temps vers une limite. On voit sur la courbe que v =f(t) temps vers une horizontale. Graphiquement, cette valeur est de $v_{G\,lim} = 13\ mm.s^{-1}$

2. L'accélération est donc nulle pour la vitesse limite. Donc :

$$a = A - B \times v_{G\,lim} = 0$$

$$\Rightarrow \quad v_{G\,lim} = \frac{A}{B} = \frac{9{,}55\times10^{-2}}{0{,}73} = 13\times10^{-3}\ m\,s^{-1} \qquad c.q.f.m$$

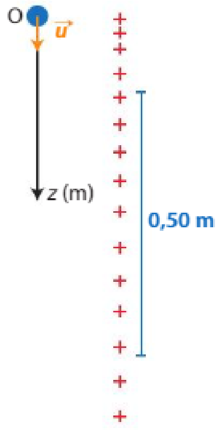
correspond bien à la valeur du 1.

ECE

L'huile utilisée dans les moteurs de voitures permet de limiter les frottements entre les pièces.
Une des grandeurs caractéristiques d'une huile pour moteur est sa viscosité η.
Un groupe d'élèves dispose d'un bidon d'huile dont l'étiquette a été arrachée.
L'objectif de cet exercice est de déterminer la viscosité de l'huile contenue dans le bidon.

A Protocole de mesure de la viscosité

On filme la chute d'une bille de rayon R dans un tube vertical rempli de l'huile à analyser.
Les positions de la bille sont repérées sur un axe vertical (Oz) orienté vers le bas, muni d'un vecteur unitaire $\vec{u}$.
L'intervalle de temps entre deux images consécutives est $\tau = 400$ ms.



B Résultats et données utiles

- Concernant la bille :

rayon $R = 2{,}00$ cm ; masse $m = 35{,}5$ g ;
volume $V = 33{,}5$ cm^3.

- Concernant les forces :

Lors de sa chute dans l'huile, la bille est soumise à :
– la poussée d'Archimède $\vec{F}_p = -(\rho_{huile} \times V_{bille} \times g)\,\vec{u}$;
– la force de frottement $\vec{f} = -(6\pi \times \eta \times R \times v)\,\vec{u}$.

- Concernant l'huile :

– masse volumique $\rho = 920$ kg·m^{-3} ;
– viscosité de quelques huiles témoins à 20 °C :

	Huile 1	Huile 2	Huile 3
η (Pa·s)	0,088	0,290	0,700

Donnée

Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81$ m·s^{-2}.

1. APP Montrer que la bille atteint une vitesse de valeur constante v_ℓ.

2. RÉA Déterminer la valeur de cette vitesse v_ℓ.

3. ANA-RAIS Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que la viscosité de la bille s'exprime par la relation :

$$\eta = \frac{(m - \rho \times V) \times g}{6\pi \times R \times v_\ell}$$

4. VAL Identifier l'huile moteur étudiée.

1. La vitesse temps vers une **vitesse limite** car on voit que **l'espace entre les points deviens régulier**.

2. La valeur de cette vitesse limite est déterminée lorsque la vitesse est constante. On prendra donc une distance parcourue par la bille en fin d'enregistrement :

$$v_{lim} = \frac{d}{t} = \frac{3 \text{ intervalles}}{3 \times \tau} = \frac{0,20}{3 \times 400 \times 10^{-3}} = \underline{\underline{0,17 \text{ m.s}^{-1}}}$$

3. Viscosité de la bille
Dans le référentiel terrestre, considéré comme galiléen, les forces qui s'exercent sur la bille sont égale au produit de sa masse par le vecteur de son centre de masse.

$$\vec{P} + \vec{F_p} + \vec{f} = m\vec{a}$$

$$\Rightarrow \quad P - F_p - f = ma$$

$$mg - \rho.V.g - 6\pi\eta R v_\ell = m \times 0 \quad \text{(vitesse constante)}$$

$$\eta = \frac{(m - \rho \times V)g}{6\pi R v_\ell} \quad \text{c.q.f.m}$$

4.

$$\eta = \frac{(35,5\times10^{-3} - 920 \times 33,5\times10^{-6}) \times 9,81}{6\pi \times 2,00\times10^{-2} \times 0,17}$$

$$\eta = 0,72 \text{ Pa.s} \quad \Rightarrow \text{huile de type 3}$$