

NOM :

PRENOM :

CLASSE :

PREMIERE
SPECIALITE
Physique et
chimie

CHAPITRE M3
MOUVEMENT D'UN SYSTEME

FICHE EXERCICES



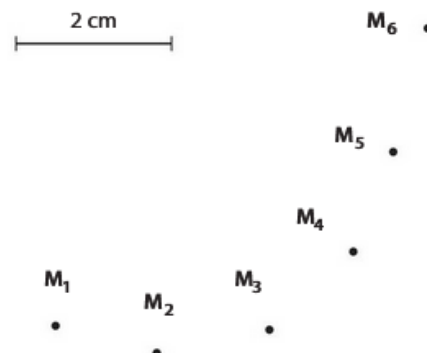
EXERCICES D'AUTOMATISATION EN AUTONOMIE

Ex 1 – Calculer une valeur de vitesse

Quelques positions d'un système en mouvement sont représentées sur le schéma suivant :

L'intervalle entre de temps Δt entre deux pointages successifs est 40ms

Calculer la valeur de la vitesse à l'instant t_4 où le système est M_4



Ex 2 – Connaître le sens et la direction de la résultante des forces

Pour les tableaux ci-contre, **relier** chaque schéma de $\Delta \vec{v}$ et $\vec{v}$ à la somme des forces $\Sigma \vec{F}$ qui lui correspond.

Plusieurs schémas peuvent accepter la même réponse.

A			1
B			2
C			3
D			4

Ex 3 – Connaître l'influence de la masse du système

Un système assimilé à un point M de masse m glisse sur le sol. Il est soumis aux forces représentées ci-contre à la même échelle.

La force $\vec{f}$ est une force de traction constante tout au long du mouvement

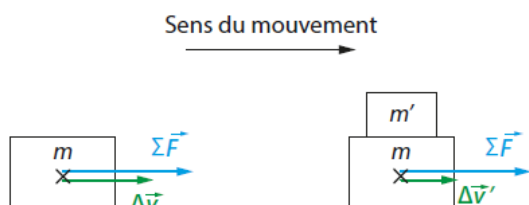
1. **Schématiser** la somme $\Sigma \vec{F}$ des forces
2. En **déduire** d'après la deuxième loi approchée de Newton la direction et le sens du vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ et le représenter sans contrainte d'échelle
3. Un autre système de masse 2m est soumis à cette même somme des forces. Pour une même durée, **comparer** les vecteurs variation de vitesse de ces deux systèmes

Ex 4 – Connaître l'influence de la masse du système (bis)

Dans les deux situations schématisées ci-dessous, les deux systèmes respectivement de masse m et $m+m'$ sont soumis à la même somme des forces $\vec{\Sigma F}$.

Les vecteurs variation de vitesse ont été représenté avec la même échelle.

Expliquer la différence entre les deux vecteurs variation de Vitesse



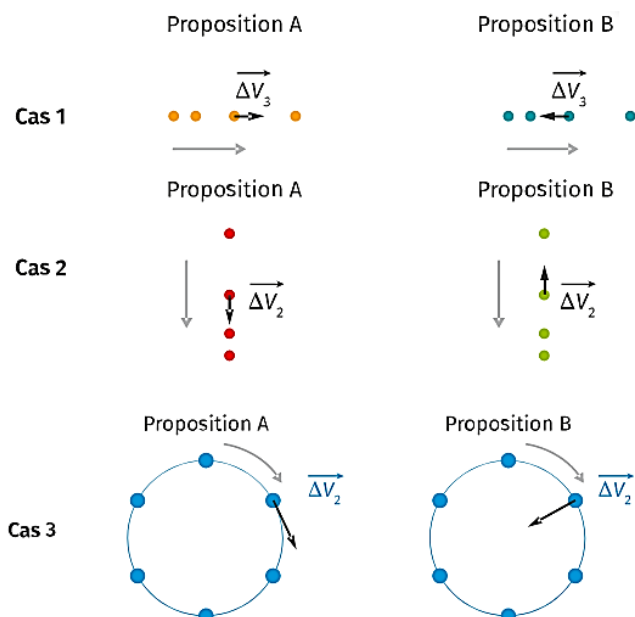
Ex 5 – Ouverture du parachute

Lors de l'ouverture du parachute, le parachutiste décélère.

1. Quelles sont les caractéristiques du vecteur variation de vitesse ?
2. En **déduire** la direction et le sens de la résultante des forces qui s'appliquent sur le système {parachutiste + parachute}.

Ex 6 – Connaître les propriétés du vecteur variation de vitesse

On a représenté les positions successivement occupées par un système à intervalle de temps régulier. Dans chaque cas, **choisir** la bonne proposition. **Justifier.**



Ex 7 – Expérience lunaire

En 1971, David Scott réalise une expérience à la surface de la Lune. Il laisse tomber un marteau ($m = 1,32 \text{ kg}$) et une plume de faucon ($m = 0,03 \text{ kg}$), en même temps, depuis la même hauteur.

Les deux objets atteignent le sol au même moment.

1. Pourquoi peut-on affirmer que chaque objet est en chute libre ?
2. **Montrer** que, pour un objet en chute libre, la variation de vitesse ne dépend pas de sa masse.
3. **Expliquer** alors pourquoi les deux objets atteignent le sol au même moment.

Ex 8 – Falcon Heavy

Le 6 février 2018, la Falcon Heavy, la fusée la plus puissante du monde, a été lancée depuis le centre spatial Kennedy en Floride. Les 27 moteurs fusées sont mis à feu et exercent une poussée $F = 22\,800 \text{ kN}$.

1. Quelles forces s'exercent sur la fusée ?
2. Les **représenter** à l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 10\,000 \text{ kN}$.
3. **Calculer** la valeur de la résultante des forces
4. En appliquant la deuxième loi de Newton, **calculer** la variation de la vitesse lors de la première seconde du décollage.

Données Masse de la fusée : $m = 1\,420 \text{ tonnes}$

Intensité de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Ex 9 – Saut en parachute

On a représenté les vecteurs vitesse d'une parachutiste munie de son parachute, pour chacune de ses positions successives, à partir de l'instant où elle ouvre son parachute (t_0). Dans cette étude, le système {parachutiste + parachute} est assimilé à un point matériel P.

Données

Masses du système : $m = 90 \text{ kg}$ Intensité de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

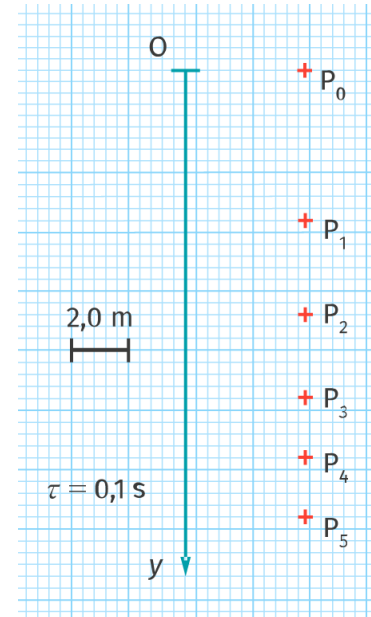
Étude cinématique

1. **Calculer** les valeurs de v_1 et v_2 et **tracer** le vecteur variation de vitesse Δv_1 au point P_1 .

Donner ses caractéristiques.

Étude dynamique

2. Quelles sont les forces qui s'appliquent sur le système {parachutiste + parachute} ? **Donner** leur direction et leur sens.
3. En appliquant la deuxième loi de Newton, **calculer** la résultante des forces appliquées au point P_1 .
4. **Donner** son sens et sa direction.
5. En **déduire** l'intensité de la force exercée par l'air au point P_1



Ex 10 – Atterrissage

1. **Décrire** le mouvement d'un avion en phase d'atterrissage à partir de l'instant où il touche la piste.
2. **Préciser** la direction et le sens du vecteur variation de vitesse de l'avion.
3. En **déduire** la direction et le sens de la somme des forces qui s'exercent sur cet avion après son atterrissage

Ex 11 – Départ d'un tramway

On trouve des réseaux de tramway dans plus d'une vingtaine d'agglomérations françaises.

On s'intéresse au mouvement du tramway après le démarrage, sur les premiers mètres de son parcours.

1. **Décrire** le mouvement du tramway.
2. **Préciser** la direction et le sens du vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ du système.
3. En **déduire** la direction et le sens de la somme des forces $\sum \vec{F}$ qui s'exercent sur le tramway.
4. **Identifier** et **schématiser** sans contrainte d'échelle les forces qui s'exercent sur le tramway. Le schéma devra être cohérent avec la réponse à la question 3.

**Ex 12 – Planeur au décollage**

Avant d'effectuer son vol en toute autonomie, un planeur doit être tracté par un avion afin de décoller et d'atteindre une altitude adaptée.

On étudie la phase précédant le décollage pendant laquelle le planeur, d'une position arrêtée, acquiert une vitesse tout en étant encore en contact avec le sol.

1. **Décrire** le mouvement d'un point M modélisant le planeur dans un référentiel terrestre.
2. **Schématiser**, sans contrainte d'échelle, quelques positions de ce point M à intervalles de temps égaux.
3. **Représenter** sans contrainte d'échelle le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ du système étudié ainsi que la résultante des forces $\sum \vec{F}$ qui lui sont appliquées en une position de la trajectoire.
4. Le même avion tracte avec la même force un planeur plus léger que le planeur précédent.
Comparer à la même date t les vecteurs $\Delta \vec{v}$ et $\sum \vec{F}$ des deux planeurs.

Ex 13 – Une fronde

Une fronde est constituée d'une pièce de cuir, dans laquelle le projectile est placé, attachée à deux lanières non extensibles. Son usage était très répandu dans l'Antiquité, comme en atteste la découverte de réserves de projectiles en plomb dans des camps romains

Un légionnaire immobile sur le champ de bataille fait tourner un projectile de faible masse dans un plan vertical et à vitesse de valeur constante.

1. **Représenter** l'allure de la trajectoire du système {pierre} dans le référentiel terrestre.
2. Sachant que dans cette situation le vecteur variation de vitesse est orienté vers le centre de la trajectoire à chaque instant, **donner** la direction et le sens de la résultante des forces appliquées sur le système

Ex 14 – Rebond sur un trampoline

On s'intéresse au mouvement vertical vers le bas d'un athlète de 70 kg, après avoir atteint le sommet de sa trajectoire, lors d'un saut sur un trampoline. Ce mouvement a une durée de 1,0 s. On considère que l'air n'a aucune action sur l'athlète

1- À quelle force l'athlète est-il soumis lors de son mouvement vertical ? Quelles sont sa direction, son sens et sa valeur ?

2-**Exprimer** le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ de l'athlète en fonction de la résultante des forces $\sum \vec{F}$ qui s'exercent sur lui, de sa masse m et de la durée Δt du mouvement.

3-En déduire que le vecteur variation de vitesse a pour valeur :

$$\Delta v = g \times \Delta t$$

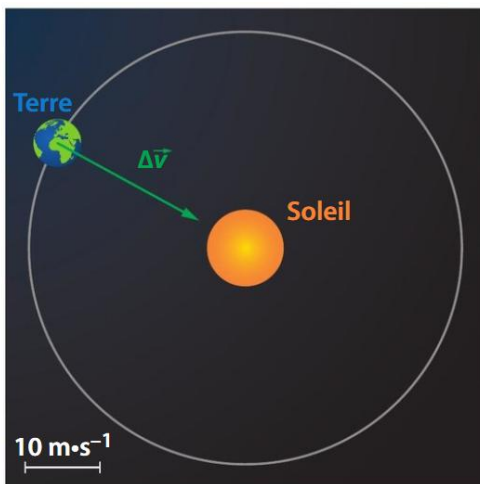
4-Quelle est la valeur v_1 de sa vitesse au sommet de sa trajectoire ?

5-Quelle est la valeur de la vitesse v_2 de l'athlète lorsqu'il retombe sur le trampoline ?

Ex 15 – L'attraction gravitationnelle du Soleil

On peut considérer que le mouvement de la Terre est circulaire uniforme dans le référentiel héliocentrique et que seul le Soleil exerce une force sur la Terre

La schématisation du vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ de la Terre sur une durée d'une heure est-elle correcte ?



Données

- Masse de la Terre $M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$.
- Masse du Soleil $M_S = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$.
- Constante universelle de gravitation $\mathcal{G} = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- Distance Soleil-Terre $d_{S-T} = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$.

Ex 16 – C'est tendu !



Deux personnes sont installées dans la nacelle d'une attraction. La nacelle est reliée à deux élastiques. Elle est maintenue au sol pendant que les élastiques se tendent, puis elle est libérée. On modélise la nacelle et ses passagers par le point S comme schématisé ci-dessous. Pour toutes les questions, on se place à l'instant où la nacelle vient juste de quitter le sol.

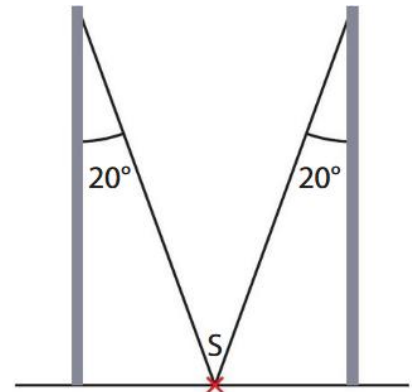
1. **Représenter** sur le schéma les forces appliquées à la nacelle en utilisant l'échelle : $1\text{ cm} \leftrightarrow 2 \times 10^3\text{ N}$.
2. **Construire** la somme des forces $\sum \vec{F}$ qui s'exercent sur la nacelle.
3. Quels sont sa direction, son sens et sa valeur ?

La somme des forces sera considérée constante pendant une courte durée Δt .

4. **Déduire** de ce qui précède la direction, le sens et une estimation de la valeur du vecteur variation de vitesse de la nacelle pendant la durée $\Delta t = 0,01\text{ s}$.
5. Si une seule des deux personnes était installée dans la nacelle, partirait-elle plus vite ?

Données :

- Masse de la nacelle avec deux passagers $m = 500\text{ kg}$.
- Valeur de la force $\vec{T}$ exercée par un élastique sur la nacelle à l'instant où elle est libérée : $T = 1,0 \times 10^4\text{ N}$. Cette force s'exerce suivant la direction de l'élastique



Ex 17 – Ski de vitesse

Déterminer les caractéristiques de la force de frottement qui s'exerce sur le skieur dans la zone de chronométrage

A Le kilomètre lancé

Le ski de vitesse a pour but d'atteindre la valeur de vitesse la plus élevée possible dans une zone de 100 m appelée zone de chronométrage.

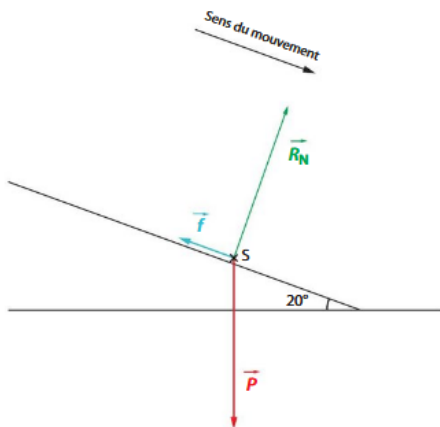


B La zone de chronométrage

Le skieur entre dans la zone de chronométrage après un élan de quelques centaines de mètres. On suppose que, dans cette zone, le skieur a un mouvement rectiligne uniforme. La piste fait un angle de 20° avec l'horizontale.

C Modélisation des actions mécaniques qui s'exercent sur le skieur

Le skieur est modélisé par un point matériel S.



La force exercée par la piste sur le skieur peut se décomposer en :

- une force perpendiculaire à la piste, appelée réaction normale $\vec{R}_N$ de la piste ;
- une force parallèle à la piste, appelée force de frottement $\vec{f}$.

Sur cette construction, les vecteurs sont représentés sans souci d'échelle.

Données

- Intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- Masse du skieur et de son équipement $m = 90 \text{ kg}$.
- La réaction normale de la piste a pour valeur constante $R_N = 845 \text{ N}$.

Ex 18– Drones

Un drone est un petit avion télécommandé sans équipage. Bien qu'il puisse avoir un usage militaire, il est devenu un objet connecté à la mode.

Il permet de réaliser des figures acrobatiques ou des photos et vidéos prises en hauteur grâce à une caméra embarquée. On étudie ici l'ascension verticale du drone



1. Après 1 seconde de mise en marche, le drone atteint une vitesse de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. **Donner** les caractéristiques du vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ entre les instants $t_0=0 \text{ s}$ et $t_1=1 \text{ s}$.
2. À l'aide de la deuxième loi de Newton, **déterminer** les caractéristiques de la résultante des forces appliquées au drone pendant $\Delta t=t_1-t_0$
3. Quelles forces s'exercent sur le drone entre ces deux instants ? Donner leurs caractéristiques
4. **Schématiser** ces forces à l'échelle
5. On ajoute à bord du drone une caméra. Quelle doit être la valeur de la force de poussée pour maintenir le drone à sa position précédente ?

Données :

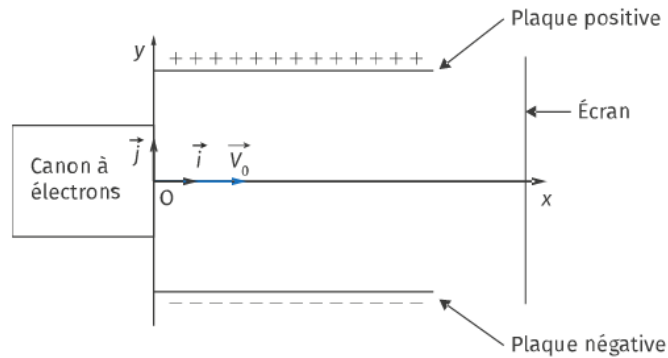
Masse du drone : 500 g ;

Masse de la caméra : 60 g .

Ex 19 – Découverte de l'électron

En 1897, le physicien britannique Joseph Thomson découvre l'existence de l'électron. Il utilise un tube à vide, où les électrons sont émis au niveau de la cathode puis accélérés rectilignement. Le faisceau passe ensuite entre deux plaques de charges électriques opposées. Il observe alors la déviation du faisceau d'électrons vers la plaque chargée positivement grâce à un écran muni d'une plaque phosphorescente. Il en déduit que les électrons sont chargés négativement.

1. **Représenter** sur le schéma le champ électrique $\vec{E}$ entre les deux plaques sans souci d'échelle



2. **Montrer** que le poids de l'électron est négligeable devant la force électrique
3. **Appliquer** la deuxième loi de Newton.
4. **Donner** le sens et la direction du vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.
5. **Tracer** l'allure de la trajectoire de l'électron sur le schéma de la question 1.
6. En **déduire** que les observations expérimentales sont conformes à la théorie.

Données :

Intensité du champ électrique : $E = 15,0 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$;

Masse de l'électron : $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$;

Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Ex 20 – Satellite Franco-Chinois

Le 29 octobre 2018, les agences spatiales française et chinoise ont placé un satellite CFOSAT en orbite à $h = 520$ km d'altitude autour de la Terre. Ce satellite a pour mission d'observer les océans et de prévoir les effets du réchauffement climatique.

1. Quelle force s'exerce sur le satellite lorsqu'il est en orbite autour de la Terre ? **Donner** son expression vectorielle
2. **Représenter** cette force sur le schéma en définissant une échelle
3. Dans le référentiel géocentrique, il est en mouvement circulaire uniforme.
Donner la direction et le sens du vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$. Le **représenter** sur la figure.

Lors du mouvement circulaire uniforme du satellite, la variation de sa vitesse v par rapport au temps vaut :

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2}{R} \text{ avec } R \text{ le rayon de l'orbite.}$$

4. **Appliquer** la deuxième loi de Newton et montrer que la vitesse du satellite a pour valeur :

$$v = \sqrt{\frac{G \times M}{R_T + H}}$$

5. **Calculer** v en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

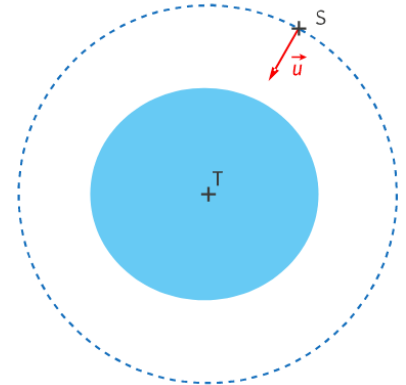
Données :

Masse du satellite : $m = 650$ kg ;

Masse de la Terre : $M = 5,974 \times 10^{24}$ kg ;

Rayon de la Terre : $R_T = 6\,370$ km ;

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11}$ USI.



Ex 21 – Descente de ski

Une skieuse descend une piste inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale.

Le mouvement du système {skieuse + skis} est rectiligne uniforme.

On appelle $\vec{R}$ la réaction du support, $\vec{P}$ le poids et $\vec{f}$ les forces de frottement.

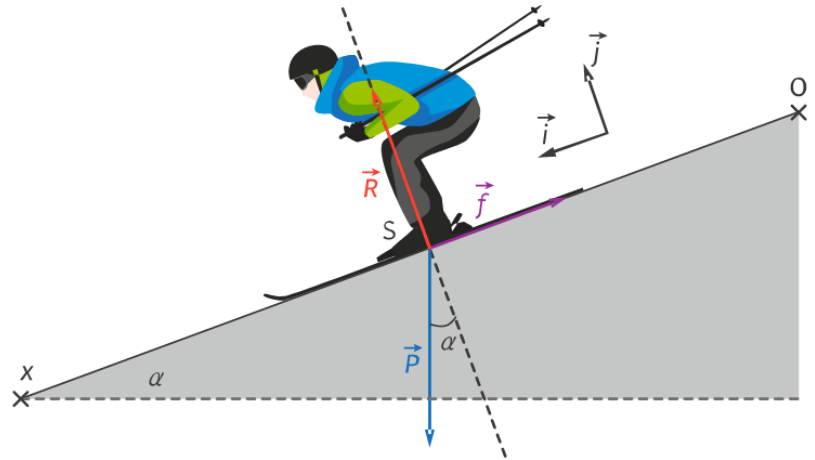
Voir schéma ci-après.

1. **Choisir** la bonne réponse :

- a. $R - m \times g \times \sin(\alpha) = 0$
- b. $R + m \times g \times \sin(\alpha) = 0$
- c. $R - m \times g \times \cos(\alpha) = 0$
- d. $R + m \times g \times \cos(\alpha) = 0$

2. **Choisir** la bonne réponse :

- a. $f + m \times g \times \cos(\alpha) = 0$
- b. $f - m \times g \times \cos(\alpha) = 0$
- c. $f + m \times g \times \sin(\alpha) = 0$
- d. $f - m \times g \times \sin(\alpha) = 0$



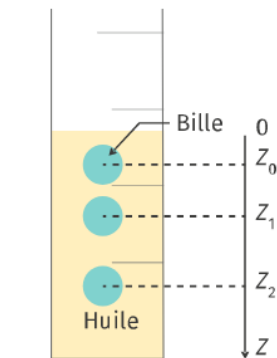
EXERCICES D'APPROFONDISSEMENT.... un pas vers la terminale !



Ex 22 – Viscosité d'une huile essentielle

Doc. 1 Expérience réalisée

On étudie la chute d'une bille dans une éprouvette graduée remplie d'huile essentielle. À partir d'un pointage vidéo, on mesure la vitesse de la bille à intervalles de temps réguliers.



$t(s)$	$v_z(m \cdot s^{-1})$
0	0,165
0,33	0,414
0,66	0,517
0,99	0,598
1,32	0,724
1,65	0,785
1,98	0,912
2,31	0,955
2,64	0,985
2,97	1,02
3,3	1,02
3,63	1,02
3,96	1,03
4,29	1,02

Doc. 2 Forces exercées par un fluide

Lors du mouvement d'un objet sphérique dans un fluide, il s'exerce sur l'objet :

- la poussée d'Archimède : $\vec{\Pi} = -\rho_{\text{fluide}} \cdot V \cdot \vec{g}$ avec :
 - ρ_{fluide} la masse volumique du fluide en $kg \cdot m^{-3}$;
 - V le volume de l'objet immergé dans le fluide en m^3 ;
 - $\vec{g}$ le champ de pesanteur.
- la force de frottements fluides : $\vec{f} = -6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot \vec{v}$ avec :
 - η la viscosité du fluide en $Pa \cdot s$;
 - r le rayon de l'objet sphérique en m ;
 - v la vitesse de l'objet en $m \cdot s^{-1}$.

La viscosité d'un fluide, notée η , caractérise sa capacité à s'écouler. Dans l'industrie pharmaceutique, il est essentiel de contrôler la viscosité des huiles essentielles pour que celles-ci aient la même texture à chaque fabrication

- D'après le doc. 1, caractériser le mouvement de la bille à partir de 0,33 s.
- Quelle information en déduire quant aux forces qui s'exercent sur la bille ?
- Déterminer la viscosité de l'huile essentielle étudiée. Évaluer les possibles erreurs dues au protocole mis en œuvre.

Données :

Masse volumique de l'huile essentielle : $\rho_{\text{huile}} = 860 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

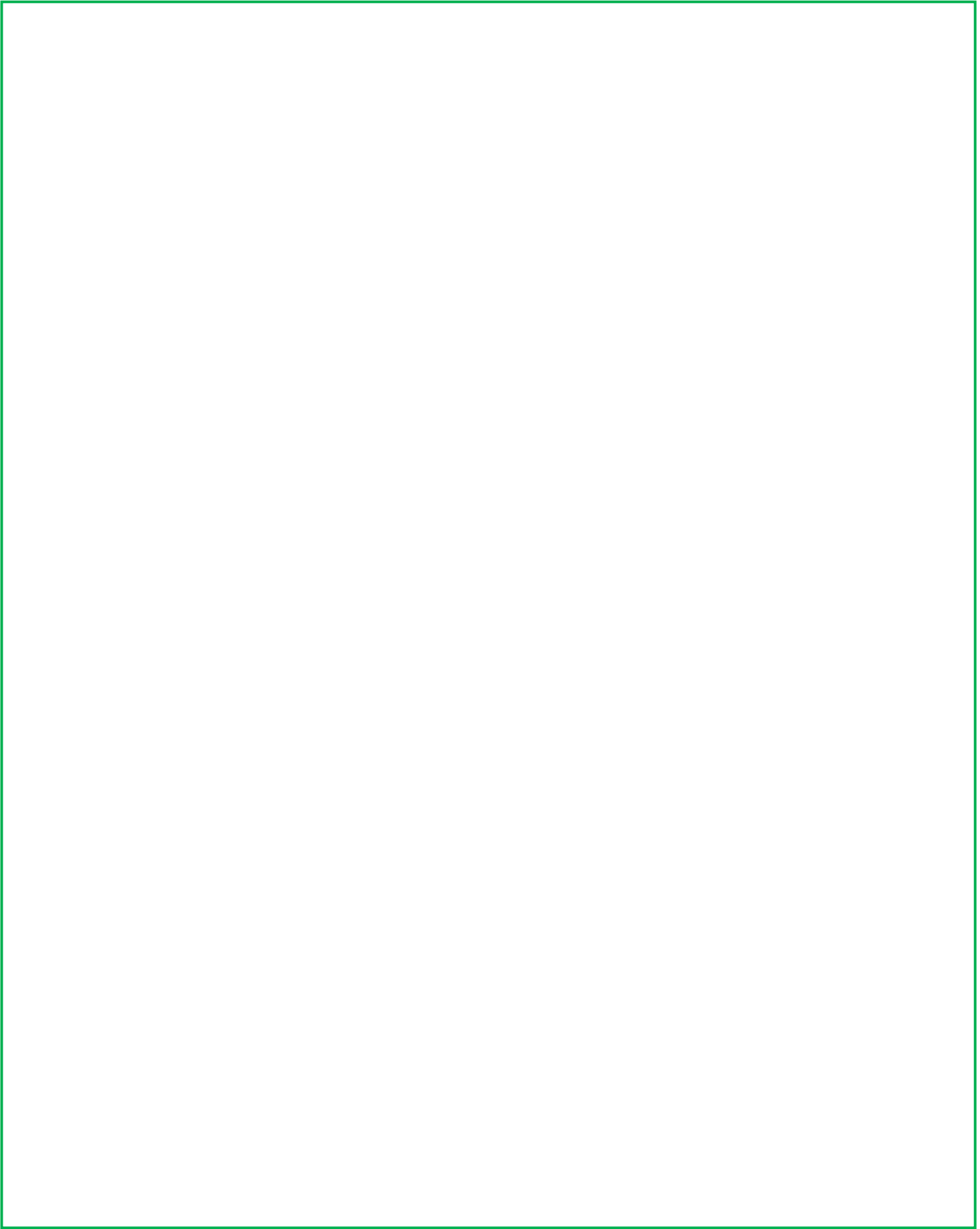
Masse volumique de la bille : $\rho_{\text{bille}} = 4\,490 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

Masse de la bille : $m = 4,7 \text{ g}$;

Rayon de la bille : $r = 6,3 \text{ mm}$;

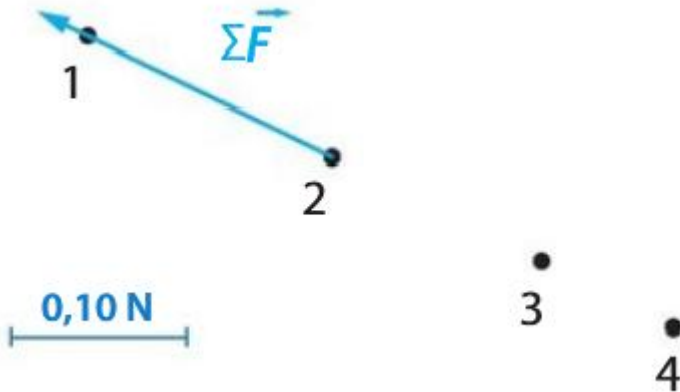
Volume de la bille : $V = 1,05 \times 10^{-6} \text{ m}^3$;

Intensité de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$



Ex 23 – Une histoire de vecteurs

On repère les positions d'une bille de billard, modélisée par un point, à intervalles de temps égaux. On représente à la deuxième position la somme $\Sigma \vec{F}$ un point, à intervalles de temps égaux. On représente à la des forces qui s'exercent sur ce système



1. **Déterminer** la valeur de la somme des forces $\Sigma \vec{F}$
2. **Préciser** la direction et le sens du vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ du système

On considère que $\Sigma \vec{F}$ du système est constante pendant la durée $\Delta t = 0,10$ s. La masse du système étudié est 150 g.

3. **Représenter**, à la deuxième position, le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}_1$ avec l'échelle suivante :
 $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Ex 24 –Etude d'un mouvement quelconque

Le mouvement d'un objet de masse $m = 50\text{g}$ dans un plan horizontal a été filmé en vue de dessus pour mener à l'enregistrement papier au verso (positions du centre de masse M de l'objet en grandeur réelle, soit l'échelle 1/1) et à un fichier informatique .csv du nom de Pointage. L'intervalle de temps entre chaque image (position) est $\Delta t = 40\text{ ms}$.

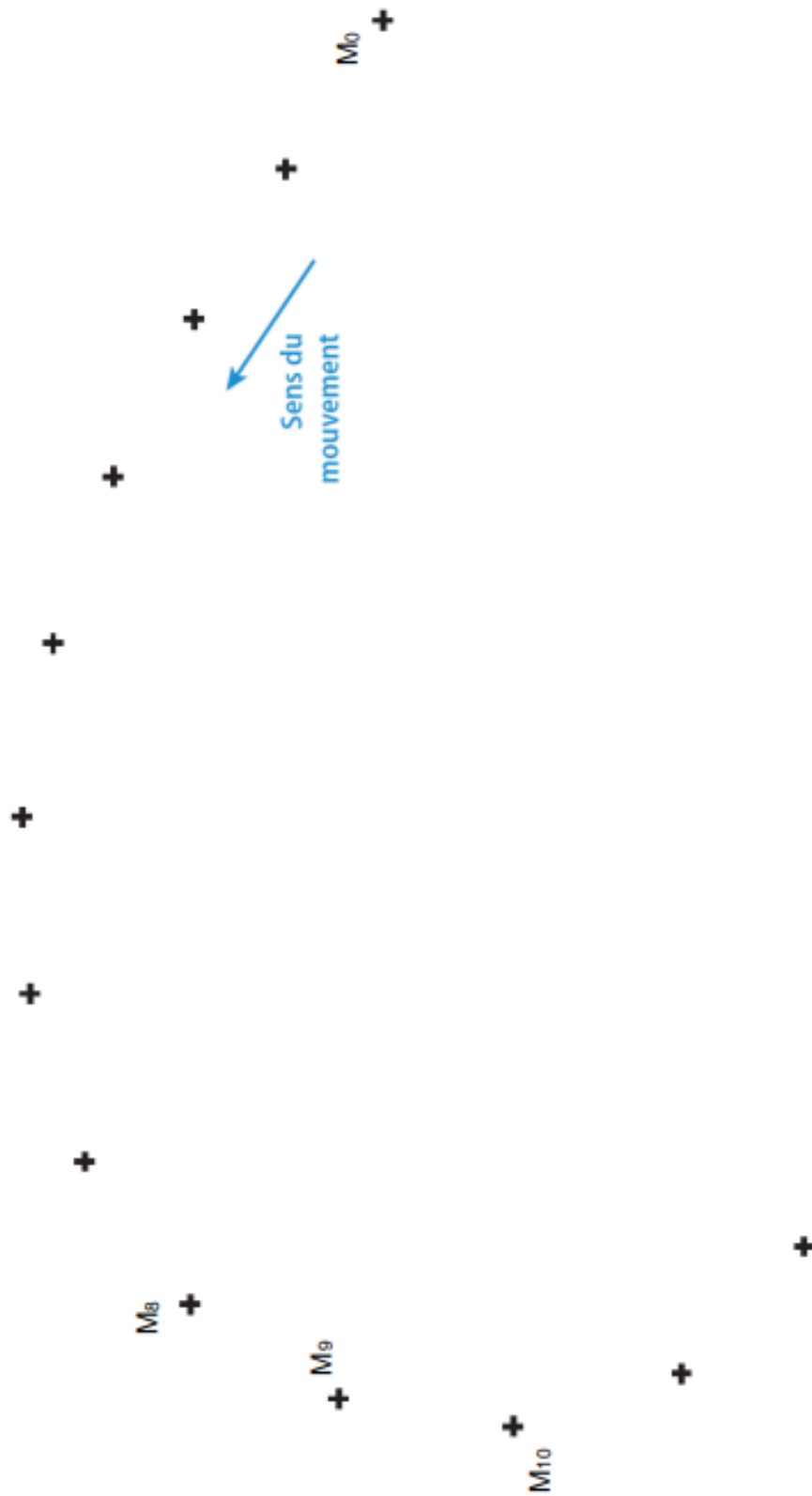
1^{ère} partie : *Tracé manuel de vecteurs sur l'enregistrement papier*

- 1) Décrire le mouvement du centre de masse de l'objet en justifiant.
- 2) Déterminer la valeur de la vitesse V_8 , puis tracer le vecteur vitesse $\vec{V}_8$ en M_8 , ainsi que $\vec{V}_{10}$ en M_{10} .
- 3) Tracer $\Delta\vec{V}_9$ et $\frac{\Delta\vec{V}_9}{2\Delta t}$ en M_9 .
- 4) (a) En justifiant, déterminer la norme $\|\sum \vec{F}_{ext}\|$ de la somme des forces extérieures $\sum \vec{F}_{ext}$ s'exerçant sur l'objet en M_9 .
(b) Sans souci d'échelle, tracer le vecteur $\sum \vec{F}_{ext}$.

2^{ème} partie : *Tracé automatisé des vecteurs*

Afin de procéder au tracé de l'ensemble des vecteurs vitesse et variation temporelle de vitesse, on utilise le programme en langage Python ci-contre.

- 5) Que trouve-t-on dans le fichier Pointage.csv ?
- 6) Que signifient/ont précisément les lignes de codes suivantes :
 - bloc de la ligne 5 à la ligne 11 ?
 - `Vx = [None]` de la ligne 16 ?
 - `plt.axis('equal')` de la ligne 30 ?
- 7) (a) Avec une phrase, indiquer ce qu'il manque dans les lignes 26 et 27 ?
(b) Ecrire ces deux lignes de codes en langage Python.



```

# Importation des modules nécessaires
import csv
import matplotlib.pyplot as plt

5 source = open('Pointage.csv', 'r')
t, x, y = [], [], []
for row in csv.reader(source, delimiter=";") :
    t1, x1, y1 = map(float, row)
    t.append(t1)
10    x.append(x1)
    y.append(y1)

plt.plot(x, y, 'b+')

# Calculs et tracés des vecteurs vitesse
Vx, Vy = [None], [None]
for i in range(1, len(t)-1) :
    Vx.append((x[i+1]-x[i-1])/(t[i+1]-t[i-1]))
    Vy.append((y[i+1]-y[i-1])/(t[i+1]-t[i-1]))
20    plt.quiver(x[i], y[i], Vx[i], Vy[i], angles='xy')

# Calculs et tracés des vecteurs variation temporelle de vitesse
DVx, DVy = [None, None], [None, None]
for i in range(2, len(t)-2) :
    DVx.append((Vx[i+1]-Vx[i-1])/(t[i+1]-t[i-1]))

# Finalisation de la représentation graphique
30 plt.axis('equal')
plt.grid()
plt.xlabel("Abscisse en m")
plt.ylabel("Ordonnée en m")
plt.title("Trajectoire")
plt.show()

```

Ex 25 – L'avion de chasse

Un avion de chasse de masse $m = 15\,000\text{ kg}$ vole d'un mouvement rectiligne avec une vitesse $V_0 = 360\text{ km/h} = 100\text{ m/s}$.

A un instant $t_0 = 0$ et pendant une durée $\Delta t = 5,00\text{s}$, cet avion active ses réacteurs, ce qui revient à avoir une somme des forces extérieures $\sum \vec{F}_{ext}$ horizontale, dans le sens du mouvement et de norme $\|\sum \vec{F}_{ext}\| = 310\text{ kN}$.

- 1) Faire un schéma de la situation en n'oubliant pas de représenter (sans souci d'échelle) les vecteurs $\vec{V}_0$, $\vec{V}_1$ et $\sum \vec{F}_{ext}$.
- 2) Déterminer la valeur de la vitesse V_1 à l'instant $t_1 = t_0 + \Delta t = \Delta t$ de l'avion de chasse.