

Test sur le chapitre M2(sujet 1)

1- Référentiel galiléen : pourquoi ne peut-on pas appliquer la 1ère loi de Newton dans un manège qui tourne ? Quelle est la définition précise d'un référentiel galiléen ?

2- Système isolé versus pseudo-isolé : quelle est la différence entre un système qui ne subit aucune force et un palet de curling qui glisse à vitesse constante sur la glace ?

3- Action Réciproque : un livre est posé sur une table. Le livre exerce une force vers le bas sur la table. Énoncez la 3ème loi de Newton pour décrire la force de la table sur le livre (direction, sens, norme).

4- Chute avec frottements : on lâche une bille de masse $m = 50 \text{ g}$ sans vitesse initiale dans un tube rempli de glycérine. On modélise les frottements par la force $\vec{f} = -h \vec{v}$ (vitesses faibles).

- **Bilan au départ :** au moment précis où l'on lâche la bille ($t = 0$), quelle est la seule force qui s'exerce sur elle (en négligeant la poussée d'Archimède) ? Que vaut son accélération initiale ?

- **L'équilibre dynamique :** au bout d'un certain temps, la bille atteint une vitesse constante appelée "vitesse limite" v_{lim} .

- Que vaut l'accélération à ce moment-là ?

- Déduisez-en l'expression de v_{lim} en fonction de m, g et h .

5- Poids et Gravitation : en utilisant la formule de la gravitation universelle, démontrez que l'intensité de la pesanteur sur Terre est :

$$g = \frac{G \cdot M_{\text{Terre}}}{R_{\text{Terre}}^2}$$

6- Poussée d'Archimède : pourquoi un ballon d'hélium de volume V monte-t-il dans l'air ? Donnez les expressions du poids du ballon et de la poussée d'Archimède qu'il subit.

7- Ressort : un ressort a une longueur à vide $l_0 = 10 \text{ cm}$. On y suspend une masse, il mesure alors $l = 15 \text{ cm}$. Si la raideur k est de 20 N/m , quelle est l'intensité de la force de rappel ?

8-Coup de pied de dégagement : un gardien de football dégage le ballon depuis le sol (O). Le ballon part avec une vitesse initiale $\mathbf{v}_0 = 20 \text{ m/s}$ faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. On néglige tout frottement avec l'air. (Donnée : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

1. Conditions initiales

Donnez les coordonnées des vecteurs suivants à l'instant $t = 0$:

- le vecteur position $\vec{OM}_0$ (le ballon part de l'origine).
- le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ (projetez $\vec{v}_0$ sur l'axe horizontal Ox et l'axe vertical Oz).

2. Accélération et Vitesse

- En appliquant la **2e loi de Newton**, montrez que le vecteur accélération est $\vec{a} = \vec{g}$.
- Déduisez-en les expressions des composantes de la vitesse $\vec{v}_x(t)$ et $\vec{v}_z(t)$.

3. Équations horaires et Trajectoire

- Trouvez les équations horaires du mouvement $x(t)$ et $z(t)$.
- Montrez que l'équation de la trajectoire est de la forme $z(x) = Ax^2 + Bx$. Calculez les valeurs de A et B . $\cos(30) = 0,87$; $\sin(30) = 0,50$; $\tan(30) = 0,58$

4. Analyse du sommet

- Le sommet de la parabole (la "flèche") est atteint quand le ballon ne monte plus. Quelle est alors la valeur de la vitesse verticale v_z ?
- Calculez l'instant t_s auquel le ballon atteint ce sommet.

Test sur le chapitre M2 (SUJET 2)

1. Référentiel et Principe d'Inertie : un passager est debout dans un bus qui **freine brusquement**. Le passager est projeté vers l'avant alors qu'aucune force ne le "pousse".

- Pourquoi la 1ère loi de Newton semble-t-elle ne pas s'appliquer ici ?
- Rappelez la condition nécessaire sur le référentiel pour pouvoir utiliser les lois de Newton.

2. Systèmes et Forces

- **Système isolé versus pseudo-isolé :** quelle est la différence entre un objet situé dans le vide intersidéral loin de tout astre et un palet de hockey glissant sans frottement sur une patinoire horizontale ?
- **3ème loi de Newton :** une pomme de masse m est attirée par la Terre. La pomme exerce-t-elle aussi une force sur la Terre ? Si oui, donnez son expression et comparez la direction, le sens et la norme de ces deux forces.

3. Étude d'une chute avec frottements

Une bille de masse $m = 20$ g tombe dans une éprouvette d'huile. On modélise les frottements par $\vec{f} = -h\vec{v}$.

- À $t = 0$, la bille est lâchée sans vitesse initiale. Quelle est son accélération a (on néglige la poussée d'Archimède) ?
- Lorsque la vitesse devient constante ($v = v_{\text{lim}}$), que vaut l'accélération ?
- Établissez l'expression de v_{lim} en fonction de m, g et h .

4. Forces usuelles

• **Pesanteur :** en égalant le poids $P = mg$ à la force de gravitation universelle, démontrez que l'intensité de la pesanteur à la surface d'une planète de masse M et de rayon R est .

$$g = \frac{G \cdot M_{\text{Terre}}}{R_{\text{Terre}}^2}$$

• **Ressort :** un ressort de raideur $k = 50$ N/m a une longueur à vide $l_0 = 12$ cm. On y suspend une masse et sa longueur devient $l = 18$ cm. Calculez l'intensité de la force de rappel exercée par le ressort.

5. Le tir de précision

Un joueur de basket lance un ballon depuis l'origine O . La vitesse initiale est $v_0 = 10$ m/s avec un angle $\alpha = 60^\circ$ par rapport à l'horizontale. On prend $g = 10$ m/s² et on néglige l'air.

1. **Conditions initiales :** donnez les coordonnées des vecteurs suivants à l'instant $t = 0$:

- le vecteur position $\vec{OM}_0$ (le ballon part de l'origine).
- le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ (projetez $\vec{v}_0$ sur l'axe horizontal Ox et l'axe vertical Oz).

2. **Mouvement :** en utilisant la 2e loi de Newton, déterminez les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$.

3. **Trajectoire :** montrez que l'équation de la trajectoire est : $z(x) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + (\tan \alpha) x$.

4. **Sommet :** calculez l'instant t_s où le ballon atteint sa hauteur maximale (quand $v_z = 0$).

$$\cos(60) = 0,5 ; \sin(60) = 0,87 ; \tan(60) = 1,74$$

Corrigé sujet 1

1- Référentiel galiléen

- **Le manège** : on ne peut pas y appliquer la 1ère loi de Newton car c'est un référentiel **non-galiléen**. Le manège est en rotation (accélération centripète), donc un objet posé au sol semble subir une "force centrifuge".
- **Définition** : un référentiel est dit **galiléen** si le principe d'inertie (1ère loi de Newton) s'y vérifie : tout corps isolé ou pseudo-isolé y est soit au repos, soit en mouvement rectiligne uniforme.

2- Système isolé versus pseudo-isolé

- **Isolé** : ne subit strictement **aucune force** (théorique, ex: loin de tout astre).
- **Pseudo-isolé** : subit des forces qui **se compensent** ($\sum \vec{F} = \vec{0}$). Pour le curling, le poids $\vec{P}$ est annulé par la réaction normale de la glace $\vec{R}_N$.

3- Action Réciproque (3ème loi)

Si le livre exerce une force $\vec{F}_{L/T}$ sur la table, la table exerce une force $\vec{F}_{T/L}$ sur le livre telle que :

- **Direction** : verticale.
- **Sens** : vers le haut (opposé au poids).
- **Norme** : «égale à celle de la force exercée par le livre ».

4- Chute avec frottements

- **À $t = 0$** : la seule force est le **Poids P** ($v = 0$, donc $f = 0$).
L'accélération initiale est $\vec{a} = \vec{g}$ (car $\vec{P} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$).
- **Équilibre dynamique** : à la vitesse limite, la vitesse est constante, donc l'accélération **$a=0$** .
- **Expression de v_{lim}** : $\sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow P - f = 0 \Rightarrow m \cdot g - h \cdot v_{\text{lim}} = 0 \Rightarrow v_{\text{lim}} = m \cdot g / h$

5- Poids et Gravitation

On pose $P = F_{\text{grav}}$: $m \cdot g = \frac{G \cdot M_T \cdot m}{R_T^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2}$

6- Poussée d'Archimède

Le ballon monte car la poussée d'Archimède est **supérieure au poids** total du ballon.

- Poids = $m_{\text{ballon}} \cdot g$
- Poussée(F_A) = $\rho_{\text{air}} \cdot V \cdot g$

7- Ressort

L'allongement est $x = l - l_0 = 15 - 10 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$. $F = k \cdot x = 20 \times 0,05 = 1 \text{ N}$.

8- Coup de pied de dégagement

1. **CI** : $OM_0 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$; $v_0 \begin{pmatrix} v_0 \cos \alpha \\ v_0 \sin \alpha \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \times 0,87 \\ 20 \times 0,5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 17,4 \\ 10 \end{pmatrix}$.
2. **Accélération** : $a = g \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$. Vitesse : $v_x(t) = 17,4$; $v_z(t) = -10t + 10$.
3. **Équations horaires** : $x(t) = 17,4t$; $z(t) = -5t^2 + 10t$.
 - Trajectoire : $t = \frac{x}{17,4} \Rightarrow z(x) = -5\left(\frac{x}{17,4}\right)^2 + \tan(30)x$.
 - $A \approx -0,0165$; $B = 0,58$.
4. **Sommet** : $v_z = 0 \Rightarrow -10t_s + 10 = 0 \Rightarrow t_s = 1 \text{ s}$.

Référentiel galiléen	2 pts	1 pt pour l'explication du manège, 1 pt pour la définition.
Isolé vs Pseudo-isolé	1,5 pts	0,5 pt pour la def, 1 pt pour l'exemple du curling ($P + R = 0$).
Action Réciproque	1,5 pts	0,5 pt par caractéristique (direction, sens, norme).
Chute avec frottements	4 pts	1 pt (bilan), 1 pt (a_{ini}), 1 pt (a_{lim}), 1 pt (expression v_{lim}).
Poids et Gravitation	2 pts	1 pt pour l'égalité des formules, 1 pt pour la simplification.
Poussée d'Archimède	2 pts	1 pt pour la condition de montée, 1 pt pour les formules.
Ressort	1 pt	0,5 pt pour la conversion d'unité (cm en m), 0,5 pt pour le calcul.
Trajectoire (Football)	6 pts	1 pt (CI), 1,5 pts (Vitesse), 2 pts (Trajectoire), 1,5 pts (Sommet).

Corrigé sujet 2

1- Référentiel et Principe d'Inertie

- Le bus qui freine est un référentiel **accélééré** (non-galiléen). Le passager continue son mouvement par inertie.
- **Condition** : le référentiel doit être **galiléen**.

2- Systèmes et Forces

- **Différence** : l'objet dans le vide est **isolé** (aucune force). Le palet est **pseudo-isolé** (forces existantes mais compensées).
- **Pomme/Terre** : oui, la pomme attire la Terre.
- Expression : $F = d^2 G \cdot M_T \cdot m$.
- Même direction, même norme, mais **sens opposés**.

3- Chute avec frottements

- **À $t = 0$** : $a = g = 10 \text{ m/s}^2$ (car $v = 0$).
- **Vitesse limite** : $a = 0$.
- **Expression** : $m \cdot g - h \cdot v_{\text{lim}} = 0 \Rightarrow v_{\text{lim}} = m \cdot g / h$.

4- Forces usuelles

- **Pesanteur** : $m \cdot g = \frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot M}{R^2}$.
- **Ressort** : $x = 18 - 12 = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$. $F = k \cdot x = 50 \times 0,06 = 3 \text{ N}$.

5- Le tir de précision

1. **CI** : $OM_0 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$; $v_0 \begin{pmatrix} 10 \cos 60 \\ 10 \sin 60 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 8,7 \end{pmatrix}$.
2. **Équations** : $x(t) = (v_0 \cos \alpha)t = 5t$; $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t = -5t^2 + 8,7t$.
3. **Trajectoire** : $t = \frac{x}{5} \Rightarrow z(x) = -5\left(\frac{x}{5}\right)^2 + \tan(60)x = -0,2x^2 + 1,74x$.
4. **Sommet** : $v_z(t_s) = -10t_s + 8,7 = 0 \Rightarrow t_s = 0,87 \text{ s}$.

Référentiel / Inertie	2 pts	1 pt pour l'explication du bus, 1 pt pour la condition de validité.
Systèmes et Forces	3 pts	1 pt (isolé/pseudo), 2 pts (3ème loi : expression + comparaison).
Chute frottements	3 pts	1 pt (a à $t = 0$), 1 pt (a_{lim}), 1 pt (expression v_{lim}).
Forces usuelles	4 pts	2 pts (Démonstration de g), 2 pts (Calcul ressort avec unités).
Tir de précision	8 pts	1,5 pts (CI), 2,5 pts (Horaires), 2 pts (Trajectoire), 2 pts (Sommet).