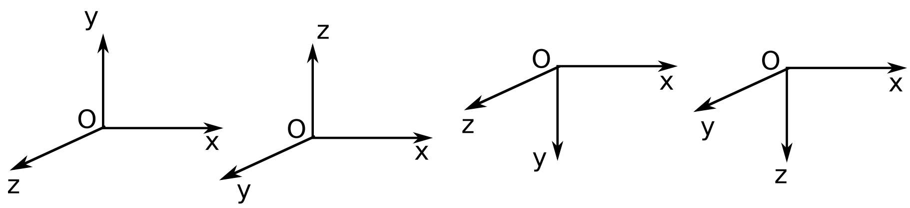
Partie VI : Mécanique
Chapitre 1

TD – Introduction à la mécanique du point

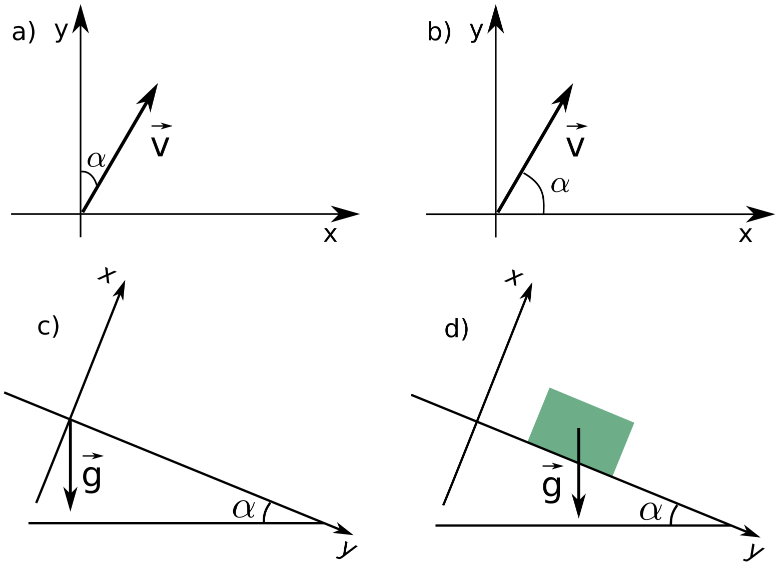
Remarque : exercice avec $\star$: exercice particulièrement important, à maîtriser en priorité (de même que les exemples de questions de cours des “ce qu'il faut savoir faire”)| [• ○ ○] : difficulté des exercices

I Vrai-faux/questions courtes $\star$ | [• ○ ○]

1 - Parmi les repères ci-dessous, indiquer lesquels sont orientés de façon directe.



2 - Dans chacun des cas, écrire le vecteur $\vec{v}$ ou $\vec{g}$ dans la base $\vec{e}_x$, $\vec{e}_y$.



II Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme : exploitation [• • ○]

On considère le mouvement d'un projectile lancé avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$. On choisit le repère pour que le point de lancement soit à l'origine et que le vecteur $\vec{v}_0$ soit dans le plan xOy, axe y vers le haut, angle α entre $\vec{v}_0$ et l'axe Ox.

On néglige tout frottements. Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre supposé galiléen.

Cette situation peut modéliser un tir de canon, le lancé d'un ballon ou d'une balle, d'un oiseau dans Angry Bird, ou encore la trajectoire d'un jet d'eau.

On pourra reprendre les résultats de l'exercice de cours 4 (à savoir refaire bien sûr).

La réponse aux questions suivantes est à chaque fois à donner en fonction des paramètres du lancé, c'est-à-dire de la norme v_0 de la vitesse initiale et de l'angle α fait avec l'horizontale.

1 - Donner l'équation de la trajectoire $y(x)$.

2 - Quelle est la portée du lancé de la balle ? Pour quelle valeur de α cette portée est-elle maximale ?

3 - Quelle est l'expression de la hauteur maximale atteinte par la balle ? Pour quelle valeur de α cette hauteur est-elle maximale ?

III Cinématique : trajectoire d'un ballon sonde [● ○ ○]

On modélise un ballon sonde par un point matériel de coordonnées $(x(t),z(t))$. Le ballon est lâché depuis le point O à l'instant $t = 0$. Il acquiert quasi-instantanément une vitesse verticale v_0 qui demeure constante tout au long du mouvement. Le vent lui communique une vitesse horizontale $v_x > 0$, orientée suivant l'axe (Ox), et proportionnelle à son altitude $z > 0$ mesurée par rapport au niveau du sol : $v_x = z/\tau$ où $\tau > 0$ est homogène à un temps.

1 - Écrire et résoudre l'équation différentielle vérifiée par $z(t)$.

2 - Écrire et résoudre l'équation différentielle vérifiée par $x(t)$, à exprimer en fonction de v_0 et τ.

3 - En déduire l'équation $z(x)$ de la trajectoire du ballon sonde.

4 - Représenter cette trajectoire, et représenter le vecteur vitesse du ballon sonde à trois instants différents.

5 - Exprimer les composantes de l'accélération du ballon sonde.

6 - On donne $v_0 = 10\,\mathrm{m/s}$ et $\tau = 100\,\mathrm{s}$. Combien de temps le ballon met-il pour atteindre une altitude de $1\,\mathrm{km}$? De quelle distance horizontale s'est-il alors déplacé ?

IV Lien entre le poids et la pesanteur [● ○ ○]

1 - Donner l'expression de la force de gravitation s'exerçant entre deux objets de masses m_1 et m_2. Faire un schéma en indiquant son sens et en précisant un vecteur unitaire.

2 - Définir le champ de gravitation (ou champ de pesanteur) à la surface de la Terre.

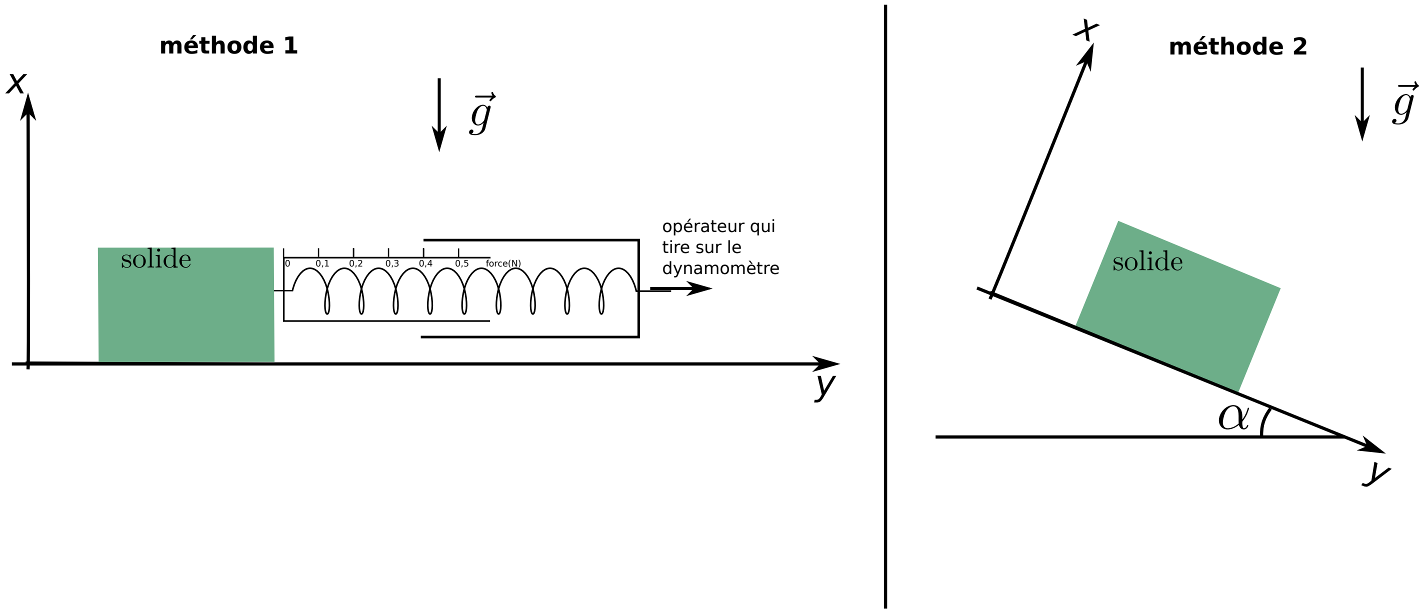
Donner son expression en fonction de G et d'autres constantes.

Que vaut-il environ à la surface de la Terre ?

3 - Quelle est l'unité S.I. de g et de G ?

V Frottements de Coulomb ★ | [● ● ○]

On considère un objet de masse m posé sur une surface (par exemple un cube de métal posé sur une table en métal). On souhaite déterminer le coefficient de frottement f entre la surface de l'objet et la surface sur laquelle il est posé. On utilise pour cela deux méthodes.



Méthode 1 : Le plan de travail est horizontal. On tire sur l'objet à l'aide d'un dynamomètre, jusqu'à ce que l'objet soit entraîné. Au moment où il est entraîné, on note la valeur de la force F lue sur le dynamomètre.

1 - Faire un bilan des forces dans la situation où on tire sur l'objet, lorsqu'il est encore immobile.

Puis exprimer les composantes $\vec{N}$ et $\vec{T}$ de la réaction du support.

2 - Exprimer la condition d'immobilité à l'aide des lois de Coulomb. Puis en déduire l'expression du coefficient de frottement f en fonction de m, g et F.

3 - A.N. : Pour un cube en métal posé sur une surface métallique, on mesure $F = 0{,}4\,\mathrm{N}$ comme sur le schéma ci-dessus, pour une masse $m = 20\,\mathrm{g}$. Que vaut f ?

Méthode 2 : On pose l'objet sur le plan horizontal, puis on incline progressivement le plan par rapport à l'horizontale. Au bout d'un certain angle d'inclinaison, l'objet glisse.

4 - Faire un bilan des forces sur l'objet immobile.

5 - Appliquer le PFD à l'objet immobile pour exprimer les composantes $\vec{N}$ et $\vec{T}$ de la réaction du support en fonction de m, g et α.

6 - Exprimer la condition d'immobilité à l'aide des lois de Coulomb. Puis en déduire l'expression du coefficient de frottement f en fonction de m, g et α.

7 - A.N. : Pour un morceau de bois posé sur une planche en bois, on trouve qu'il y a glissement lorsque $\alpha = 20°$. Que vaut f ?

Pour information, quelques valeurs tabulées de f :

	métal-métal	bois-bois	pneu sur chaussée
f	0,1-0,2	0,3-0,4	0,5-0,6