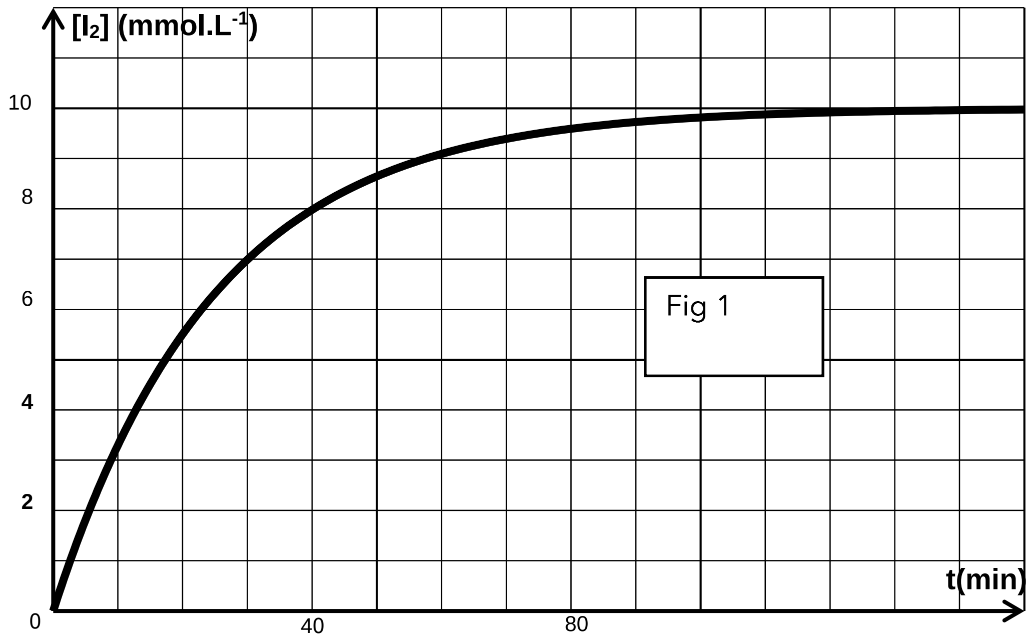
Devoir n°3 – Sciences Physiques (2 heures)

Exercice n°1 : 6 points

A t=0 s et à une température constante θ, on mélange un volume $\mathbf{V_1}$ d'une solution **(S_1)** de péroxodisulfate de potassium $\mathbf{K_2S_2O_8}$ de concentration molaire $\mathbf{C_1}$ et un volume $\mathbf{V_2}$ d'une solution **(S_2)** d'iodure de potassium **KI** de concentration molaire $\mathbf{C_2}$, avec $\mathbf{C_2=2\ C_1}$.

1) Écrire les équations des deux demi-réactions, déduire l'équation bilan.
2) A l'instant t=0, le mélange des deux solutions, de volume total **V= 1 L**, contient $\mathbf{n_{01}}$**=10mmol** d'ions peroxodisulfate et $\mathbf{n_{02}}$**=20 mmol** d'ions iodures.
   a) Dresser le tableau d'évolution du système chimique.
   b) Déterminer $[S_2O_8^{2-}]_0$ et $[I^-]_0$, concentrations molaires initiales respectives des ions peroxodisulfates et les ions ions iodures dans le mélange. Déduire C_1 et C_2.
3) A la date t=0, on divise le mélange précédent en 10 prélèvements identiques. Pour déterminer la quantité de matière de diiode formé à une date t>0, on refroidit l'un des prélèvements en y versant de l'eau glacée puis on dose le diiode formé par une solution de thiosulfate de sodium ($Na_2S_2O_3$) de concentration molaire $\mathbf{C_3=4.10^{-2}\ mol.L^{-1}}$. La réaction de dosage, rapide et totale, est $\mathbf{2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-}} +2I^-$ ce qui a permis de tracer la courbe de variation de la concentration molaire de diiode en fonction du temps **(voir fig 1**).
   a) Pourquoi refroidit-on chaque prélèvement ? quel(s) facteur(s) cinétique(s) met on en évidence ?
   b- Calculer le volume V_3 de la solution de thiosulfate de sodium nécessaire pour doser la quantité de diiode I_2 formé dans un prélèvement à la date t_2=40 min.
4) Calculer la concentration molaire théorique de diiode à la fin de la réaction. Ce résultat est-il en accord avec le résultat expérimental ?
5) Définir puis déterminer le temps de demi-réaction.
6) Calculer en $mmol.L^{-1}.min^{-1}$:
   a- La vitesse volumique moyenne $(V_{vol})_{moy}$ de I_2 entre les dates t_1=0 et t_2=40 min. En déduire celle des ions iodures.
   b- La vitesse volumique de la réaction à la date t_2=4 min.
7) On répète l'expérience précédente à la même température mais avec une concentration en ions peroxodisulfate plus grande, tracer, sur le même graphe, l'allure de la courbe de variation de la concentration de diiode au cours du temps.



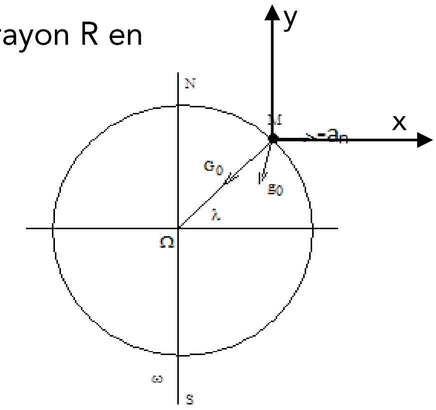
Exercice n°2 : 6 points

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Données : **T_0 = 24h ; g_0= 9,8N/kg ; R = 6400 km**

Partie 1 :

On suppose la Terre parfaitement sphérique et homogène de rayon R en rotation autour de l'axe des pôles à la vitesse angulaire ω.



1) En un point fixe M de la surface terrestre, à la latitude λ, on y place un solide ponctuel de masse m. Dans le référentiel géocentrique, le solide est soumis à l'action de la réaction $\vec{R}$ de la Terre sur l'objet et de la force de gravitation $\vec{F}$= m $\vec{G_0}$ où $\vec{G_0}$ est le champ de gravitation à la surface de la Terre.

a) Quelle est la nature du mouvement de l'objet dans le référentiel géocentrique.

b) En appliquant la deuxième loi de Newton au solide, montrer que l'expression vectorielle de la réaction est :

$$-\vec{R} = m\vec{G}_0 - mR\omega^2\cos\lambda\vec{N}$$ où $\vec{N}$ la normale de la base de Frenet.

2) Pour expliquer la différence entre le champ de gravitation à la surface terrestre $\vec{G_0}$ et le champ de pesanteur $\vec{g_0}$, on considère le poids apparent de l'objet $\vec{P}$ = m $\vec{g_0}$ = - $\vec{R}$

a) Exprimer le vecteur $\vec{g_0}$ dans le repère local $(M,\vec{i},\vec{j})$ indiqué.

b) On considère les approximations suivantes : $\frac{R\omega^2}{G_0} \ll 1$ et si $\varepsilon \ll 1$ on a $(1+\varepsilon)^n = 1+n\varepsilon$

Montrer que l'intensité de la pesanteur g_0 peut s'écrire sous la forme : $g_0 = G_0\left(1-\frac{R\omega^2\cos^2\lambda}{G_0}\right)$

c) Comparer les valeurs de g_0 à l'équateur et aux pôles et conclure.

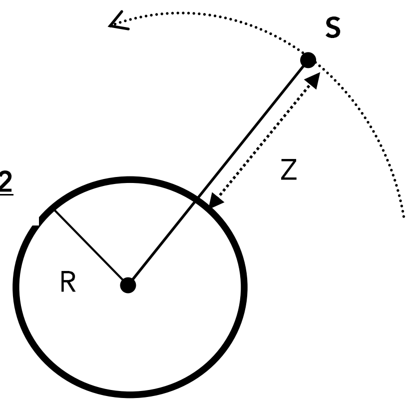
Partie 2 :

On considère le référentiel géocentrique galiléen, un satellite (**S**) de masse **m** gravite autour de la terre **(fig2**), suivant une orbite circulaire, à l'altitude (**z**) par rapport au niveau de la mer pris comme origine des altitudes.

1) Donner l'expression de la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par la Terre sur le satellite en fonction de la masse du satellite **m**, de l'altitude (**z**), du rayon **R** de la Terre et de g_0. En déduire celle de l'accélération du satellite.

2) Soient ω_S et ω les vitesses angulaires respectives du satellite et d'un observateur terrestre, par rapport au référentiel géocentrique, exprimer la vitesse angulaire du satellite par rapport à l'observateur et en déduire sa période apparente **Ta**.

Fig2



3) Le satellite se déplaçant dans le plan de l'équateur et dans le sens de rotation de la Terre. En une journée l'observateur situé à l'équateur, voit n fois le satellite au même endroit, exprimer alors la période $\mathbf{T_s}$ du satellite en fonction de celle de l'observateur $\mathbf{T_0}$ et de **n**. Représenter graphiquement $\mathbf{T_s}$ en fonction de **n.**

4) Quelles sont les conditions que le satellite doit remplir pour devenir géostationnaire ? En déduire alors la valeur de **n** dans cette hypothèse.

5) En appliquant la **3e loi de Kepler**, calculer l'altitude (**H)** du satellite géostationnaire

6) A cause des frottements de la haute atmosphère le satellite subit des pertes d'altitude, préciser dans ce cas le sens de variation de la vitesse du satellite.

Exercice n°3 :

Dans un repère orthonormé $(O,\vec{i},\vec{j})$, un projectile de très petites dimensions de masse **m**, est lancé dans le champ de pesanteur uniforme $\vec{g}$ à l'altitude **H**, avec une vitesse initiale de valeur $\vec{v_0} = v_0\,\vec{i}$. Au cours de son mouvement il subit l'action d'une force $\vec{f}$ due à la résistance de l'air **:** $\vec{f} = -mb\vec{v}$ où **b** est une constante positive et $\vec{v}$ la vitesse du projectile.

On donne : $\mathbf{v_o = 20\ ms^{-1}}$; $g = 10\ ms^{-2}$; $H = 100\,m$

1) Le référentiel terrestre est supposé galiléen, en appliquant la relation fondamentale de la dynamique, établir les équations différentielles régissant les variations de v_x et v_y au cours du temps.
2) Démontrer que v_x et v_y peuvent s'écrire sous la forme :
$$\begin{cases} v_x = v_0 e^{-bt} \\ v_y = \dfrac{g}{b}\left(e^{-bt} - 1\right) \end{cases}$$
3) Etablir les équations horaires x(t) et y(t) du mouvement, en déduire l'équation de la trajectoire.
4) Montrer que la valeur de la vitesse v tend vers une limite v_{lim} . Calculer b pour $v_{lim} = 30\ ms^{-1}$