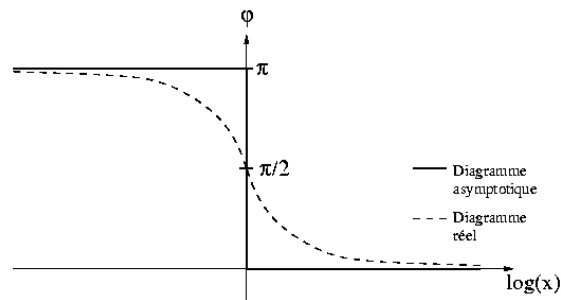
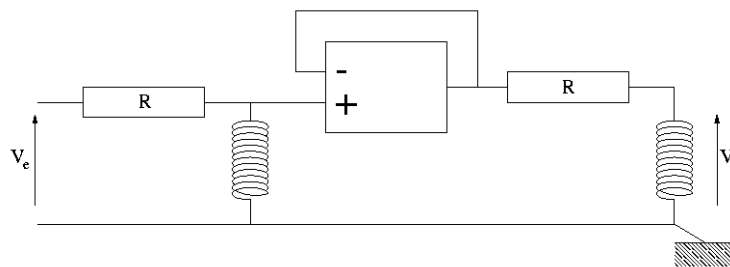


Les valeurs de φ s'en déduisent immédiatement, d'où le graphe :



A.4.4. Pour cela, il ne faudrait pas qu'il y ait de courant qui entre dans la seconde cellule (RL). On peut réaliser ceci en intégrant un montage suiveur au niveau du point O :



Partie B : Étude du mouvement de satellites terrestres

B.1.1.a. La Lune effectue un mouvement de translation circulaire autour de la Terre avec une période $T_L = \frac{2\pi}{0,230} = 27,3 \text{ jours}$

B.1.1.b. La troisième loi de Képler s'écrit : $\frac{R_{TL}^3}{T_L^2} = \frac{GM_T}{4\pi^2}$, on en déduit la masse M_T de la Terre.

Numériquement, on obtient : $M_T = 6,02 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. Cette valeur est tout à fait cohérente avec la valeur de $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ fournie par l'énoncé dans les données.

B.1.2. Le fait que la Lune présente toujours à la Terre la même face permet de déduire qu'elle possède également un **mouvement de rotation propre**, et que ce mouvement de rotation propre a **la même période que le mouvement de translation circulaire** de la Lune autour de la Terre.

B.1.3.a. Voir figure (I) feuille annexe.

Lorsque la Lune est nouvelle, la face qu'elle nous présente n'est pas éclairée par les rayons du Soleil, elle n'est donc pas visible depuis la Terre.

B.1.3.b. Voir figure (II) feuille annexe.

L'angle dont tourne la Lune en T_N jours peut s'écrire d'une part : $\frac{2\pi}{27,3} \times T_N$.

Il peut par ailleurs s'écrire $2\pi + \frac{2\pi}{365} \times T_N$ (par égalité des angles α notés sur la figure (II) de la feuille annexe).

On retrouve ainsi $T_N = \frac{1}{\frac{1}{27,3} - \frac{1}{365}} = 29,5$ jours.

B.2.1.a. On applique la relation fondamentale de la dynamique au satellite en orbite circulaire autour de la Terre, dans le référentiel terrestre, supposé galiléen. En projection sur la base de Frénet associée, on obtient :

$$\begin{cases} m \frac{dv}{dt} = 0 \\ m \frac{v^2}{R} = m \frac{M_T G}{R^2} \end{cases}$$

La première équation montre que $v = v_0$ constante et la seconde donne : $v_0 = \sqrt{\frac{M_T G}{R}}$

À la surface de la Terre, on peut écrire : $g_0 = \frac{GM_T}{R_T^2}$, donc $g_0 R_T^2 = GM_T$.

D'où la seconde expression de v_0 : $v_0 = R_T \sqrt{\frac{g_0}{R}}$

B.2.1.b. $R = R_T + h = 7202$ km. On en déduit $v_0 = 7,44$ km.s⁻¹

B.2.2. La vitesse de libération correspond à une énergie mécanique nulle, au niveau du sol ($r = R_T$) :

$$-\frac{GmM_T}{R_T} + \frac{1}{2}mv_l^2 = 0, \text{ soit } v_l = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}} = 11,2 \text{ km.s}^{-1}$$

B.2.3. $E = -\frac{GM_T m}{R} + m \frac{v^2}{2}$

Par ailleurs, d'après la relation fondamentale de la dynamique : $m \frac{v^2}{r} = \frac{GmM_T}{R^2}$.

Donc $E = -\frac{GmM_T}{2R} = -E_c$

Les frottements font diminuer l'énergie mécanique du satellite, on a donc $dE < 0$. Ceci implique $dE_c > 0$ (car on peut considérer les frottements de l'atmosphère suffisamment faible pour ne pas trop changer la forme de la trajectoire du satellite, au début tout au moins). Les frottements augmentent donc l'énergie cinétique du satellite, et par conséquent sa vitesse.

B.2.4. Le satellite n'est soumis qu'à la force de gravitation de la Terre, qui est conservative ; l'énergie mécanique E du satellite est donc constante.

On a $E = U_{\text{eff}} + \frac{1}{2}m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2$, avec $\frac{1}{2}m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 \geq 0$.

On doit donc avoir $E \geq U_{\text{eff}}$.

La courbe (1), qui est sous la courbe U_{eff} pour tout r est donc impossible, aucune trajectoire ne lui correspond.

Il n'y a qu'un seul point de la courbe (2), d'abscisse r_0 , permettant de satisfaire à $E \geq U_{\text{eff}}$. La trajectoire correspondante est un cercle de rayon r_0 . Il s'agit d'un état lié.

Les points de la courbe (3) permettant de satisfaire à la condition sont ceux pour lesquels $r_1 \leq r \leq r_2$. Le satellite a alors une trajectoire elliptique. Il s'agit, là encore, d'un état lié.

La courbe (4) correspond au premier état libre ; le satellite peut aller à l'infini sur une trajectoire parabolique.

La courbe (5) correspond également à un état libre pour lequel la trajectoire du satellite est hyperbolique.

Partie C : Étude de quelques phénomènes irréversibles

C.1. Une transformation est **réversible** si le système et le milieu extérieur peuvent repasser par tous les états antérieurs, lorsqu'on fait varier en sens inverse les divers paramètres qui contrôlent l'évolution du système, avec inversion des divers transferts. Une transformation est **irréversible** si elle ne répond pas au critère précédent. C'est le cas si les états intermédiaires ne sont pas tous des états d'équilibre.

Parmi les **phénomènes à l'origine de l'irréversibilité**, on peut citer :

- les flux de matière dus à des hétérogénéités de concentration, de pression ou de température ;
- le frottement mécanique, la perte d'élasticité ;
- les réactions chimiques en général.

(Seuls DEUX exemples sont demandés au candidat).

C.2.1. D'après Thalès, on voit que $\frac{dx_2}{2} = -dx_1$; d'où $dV_2 = Sdx_2 = -2Sdx_1 = -2dV_1$

C.2.2. Le système étant isolé, son énergie interne globale est constante : $U = U_1 + U_2 = \text{cste}$.
Donc $dU = 0 = dU_1 + dU_2$. Soit $dU_2 = -dU_1$

Par ailleurs

$$dS = \frac{dU_1}{T_1} + \frac{P_1}{T_1}dV_1 + \frac{dU_2}{T_2} + \frac{P_2}{T_2}dV_2 = dU_1\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) + dV_1\left(\frac{P_1}{T_1} - 2\frac{P_2}{T_2}\right)$$