

Total : 63

Exercice n°1 : L'internet par l'ADSL (COMMUN) (14)

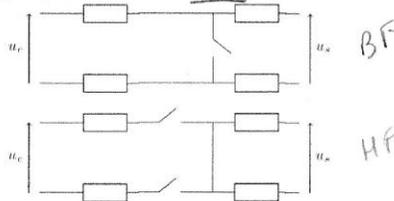
$C_0 = 22 \text{ nF}$

Q55. D'après la fiche technique, la bobine L_A est la bobine équivalente à l'association série des bobines L_2 , L_6 et L_4 , ainsi $L_A = 10 \cdot 10^{-3} + 220 \cdot 10^{-6} + 33 \cdot 10^{-6} \approx 10 \text{ mH}$. De même L_B est la bobine équivalente à l'association de L_1 , L_3 et L_5 , ainsi $L_B \approx 10 \text{ mH}$.

Ensuite la résistance R_A (respectivement R_B) correspond à la résistance équivalente des bobines L_2 , L_6 et L_4 (respectivement L_1 , L_3 et L_5) placées en série, ainsi $R_A = R_B = 21 + 2 = 23 \Omega$.

Enfin les résistances R_C et R_D représentent les résistances R_2 et R_1 valant toutes les deux 22Ω .

Q56. À basses fréquences, la bobine se comporte comme un fil, alors que le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert, ainsi $u_s = u_e$.



À hautes fréquences, la bobine se comporte comme un interrupteur ouvert alors que le condensateur se comporte comme un fil, ainsi $u_s = 0$.

Le filtre se comporte donc comme un passe bas.

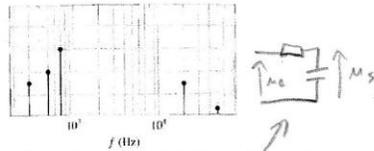
Remarque : (non exigée) à BF, sachant qu'on étudie le comportant à vide, on note que le circuit n'est pas fermé. Par conséquent tous les courants dans les branches sont nuls, et une loi des mailles donne bien $u_s = u_e$. Un raisonnement similaire peut s'effectuer à HF.

Le fait de placer ce filtre sur une résistance supplémentaire grande devant les résistances du circuit ne change pas le comportement global du filtre puisque l'on pourra toujours considéré la sortie comme ouverte.

Q57. Sur le diagramme donné dans la fiche technique, il a été tracé l'affaiblissement, c'est à dire l'opposé du gain, en fonction de la fréquence. On remarque ainsi que les faibles fréquences ne sont pas affectées par le filtre alors que l'affaiblissement augmente pour les hautes fréquences ce qui signifie que l'amplitude en sortie diminue fortement pour les hautes fréquences. Cela correspond donc bien à un filtre passe bas.

Q58. Par une lecture graphique, on obtient une fréquence de coupure de 10 kHz. ΔCS

Q59. La fréquence de coupure choisit est donc grande devant les plus hautes fréquences composant le signal téléphonique mais reste faible devant la plus petite fréquence du signal ADSL, ainsi le filtre ne laisse passer que le signal téléphonique et atténue très fortement le signal ADSL.



Q60. En sortie du filtre, nous retrouvons les fréquences du signal téléphonique sans modification des amplitudes puisque l'atténuation est nulle, par contre le signal ADSL a été fortement diminué.

Q61. Un montage RC série permet de retrouver un filtre passe bas, avec u_e la tension aux bornes de l'ensemble et u_s la tension aux bornes du condensateur.

Ce montage permet bien d'avoir un filtre passe bas, puisqu'à basses fréquences, le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert, ainsi $u_s = u_e$, et aux hautes fréquences le condensateur se comporte comme un fil, donc $u_s = 0$.

La pulsation de coupure d'un tel filtre est $\omega_c = \frac{1}{RC}$, ainsi $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$. Ainsi pour avoir une fréquence de coupure équivalente avec une capacité de 1 nF, il faudrait une résistance de $R = \frac{1}{2\pi \cdot 10^4 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} \approx 1.6 \cdot 10^4 \Omega = 16 \text{ k}\Omega$.

Q62. Le gain du filtre RC précédent possède une pente de -20 dB par décade après la fréquence de coupure, alors que le filtre proposé possède une pente d'environ -40 dB par décade. Ce filtre permet donc de couper de manière beaucoup plus brutale les fréquences au delà de la fréquence de coupure.

(35)

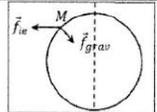
Corrigé rédigé par M. et N. Demange

A1	$V_{com} = \frac{m_{com}}{\mu_{com}}$ <p>On en déduit : $\frac{4}{3}\pi r_{com}^3 = V_{com} = \frac{m_{com}}{\mu_{com}} \Rightarrow r_{com} = \left(\frac{3m_{com}}{4\pi\mu_{com}}\right)^{1/3} = 1,8 \text{ km}$.</p>
A2	<p>On considère un point $M(r, \theta, \varphi)$ de l'espace, tel que $r > r_{com}$.</p> <p>Analyse des invariances : la distribution des masses ne dépend que de la distance au centre O de la comète, soit $g_{com}(r, \theta, \varphi) = g_{com}(r)$.</p> <p>Analyse des symétries : tout plan contenant OM est un plan de symétrie de la distribution des masses (la boule est homogène), donc un plan de symétrie du champ gravitationnel. Celui-ci est donc inclus dans chacun de ces plans, soit $\vec{g}_{com}(r) = g_{com}(r)\vec{e}_r$.</p> <p>Le théorème de Gauss s'écrit $\iint \vec{g}_{com} d\vec{S} = -4\pi G m_{int}$. On choisit une surface sphérique de rayon r, et $\iint g_{com} d\vec{S} = \iint g_{com}(r)\vec{e}_r \cdot d\vec{S}\vec{e}_r = g_{com}(r) \times 4\pi r^2$. D'autre part, comme $r > r_{com}$, $m_{int} = m_{com}$. Ainsi, $4\pi r^2 g_{com} = -4\pi G m_{com}$ et $\vec{g}_{com} = -G \frac{m_{com}}{r^2} \vec{e}_r$.</p>
A3	$\left[\frac{G m_{com}}{r^2}\right] = \frac{L^3 \cdot M^{-1} \cdot T^{-2} \cdot M}{L^2} = L \cdot T^{-2}$ <p>ce qui est bien la dimension de l'intensité de la pesanteur (exprimée en $m \cdot s^{-2}$).</p>
A4	<p>Lors du largage : $g_{com}(r_{arg}) = G \frac{m_{com}}{r_{arg}^2} = 1,3 \cdot 10^{-6} m \cdot s^{-2}$.</p> <p>Au moment du contact : $g_{com}(r_{com}) = \frac{G m_{com}}{r_{com}^2} = 2,1 \cdot 10^{-4} m \cdot s^{-2}$. <i>justif.</i></p> <p>On obtient un rapport supérieur à 150 entre les deux valeurs, il est impossible de considérer le champ uniforme.</p>
B1	<p>* Syst / Ref / Séisme / BFE</p> <p>D'après le principe fondamental de la dynamique : $m_{ph} \ddot{r} \vec{e}_r = m_{ph} \vec{g}_{com}$ pFD</p> <p>En projection sur \vec{e}_r : $\ddot{r} + \frac{G m_{com}}{r^2} = 0$. eq.</p>
B2	<p>Par lecture graphique, on trouve $\tau_0 \approx 145000 \text{ s} \approx 1 \text{ j } 16 \text{ h}$. ΔCS</p>
B3	<p>Graphiquement, une durée de chute $\tau = 7 \text{ h}$ correspond à une vitesse initiale $\dot{r}(0) \approx -0,75 m \cdot s^{-1}$. <i>entre 0,75 et 0,90 m.s^-1 acceptés</i></p>
B4	<p>Avec la trajectoire de phase correspondant à $\dot{r}(r = r_{arg}) = -0,75 m \cdot s^{-1}$, on lit $\dot{r}(r = r_{com}) = -1,1 m \cdot s^{-1}$. <i>(-1,2 m.s^-1 accepté)</i></p>
B5	<p>$\delta W = -dE_{pcom}$ avec $\delta W = -G \frac{m_{com} m}{r^2} dr = -d\left(-\frac{G m_{com} m}{r}\right)$.</p> <p>On obtient $dE_{pcom} = d\left(-\frac{G m_{com} m}{r}\right) \Rightarrow E_{pcom} = -\frac{G m_{com} m}{r} + cte$.</p> <p>Comme $E_{pcom}(r \rightarrow \infty) = 0$, $E_{pcom}(r) = -\frac{G m_{com} m}{r}$.</p>
B6	<p>Philae n'est soumis qu'à des forces conservatives, son énergie mécanique est constante pendant la chute. <i>justif.</i></p>

B7	$E_m(r = r_{\text{arg}}) = E_m(r = r_{\text{com}}) \Rightarrow \frac{1}{2} m_{\text{ph}} v_f^2 - \frac{Gm_{\text{com}} m_{\text{ph}}}{r_{\text{arg}}} = \frac{1}{2} m_{\text{ph}} v_f^2 - \frac{Gm_{\text{com}} m_{\text{ph}}}{r_{\text{com}}}$ <p>Ainsi $\frac{1}{2} m_{\text{ph}} v_f^2 = \frac{1}{2} m_{\text{ph}} v_i^2 + Gm_{\text{com}} m_{\text{ph}} \left(\frac{1}{r_{\text{com}}} - \frac{1}{r_{\text{arg}}} \right)$</p> $\Rightarrow v_f = \sqrt{v_i^2 + 2Gm_{\text{com}} \left(\frac{1}{r_{\text{com}}} - \frac{1}{r_{\text{arg}}} \right)}$ <p>Numériquement, $v_f = 1,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. On retrouve la valeur déterminée par analyse du portrait de phase.</p>
----	--

C1	<p>La masse de Philae est identique sur Terre et à la surface de la comète, c'est son poids qui est moins important.</p> $P = m_{\text{ph}} g_{\text{com}} = m_{\text{ph}} \frac{Gm_{\text{com}}}{r_{\text{com}}^2} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ N}$ <p>Un objet à la surface de la Terre dont le poids est identique a une masse $m_{\text{eq}} = \frac{P}{g_0} = 2,0 \text{ g}$.</p> <p><i>et com pertinent</i></p>
----	--

C2	<p>Le référentiel lié à la comète n'est pas galiléen, il faut ajouter les forces d'inertie. Comme Philae est posé sur la comète, sa vitesse relative est nulle et $\vec{f}_{\text{cor}} = \vec{0}$. C'est donc la <u>force d'inertie d'entraînement</u> qui intervient, couramment nommée <u>force centrifuge</u> (référentiel en rotation par rapport au référentiel galiléen).</p>
----	---

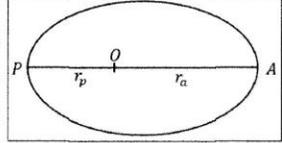
C3	 <p>La force d'inertie d'entraînement est orthogonale à l'axe de rotation, dirigée vers l'extérieur (selon $+\vec{e}_\rho$), elle vient donc diminuer la valeur du poids calculée en prenant en compte la seule attraction gravitationnelle.</p>
----	--

C4	<p>Pour un référentiel en rotation par rapport à un référentiel galiléen, $\vec{a}_{\text{ent}} = -\omega^2 r_{\text{com}} \vec{e}_\rho$ avec $\omega = \frac{2\pi}{T_{\text{com}}}$, soit $\vec{a}_{\text{ent}} = -\frac{4\pi^2}{T_{\text{com}}^2} r_{\text{com}} \vec{e}_\rho$ et $\vec{f}_{\text{ent}} = -m_{\text{ph}} \vec{a}_{\text{ent}} = m_{\text{ph}} \frac{4\pi^2}{T_{\text{com}}^2} r_{\text{com}} \vec{e}_\rho$.</p> <p>Comme Philae est dans le plan équatorial, $\vec{e}_\rho = \vec{e}_r$. Le poids réel s'écrit $\vec{P}_{\text{réel}} = -m_{\text{ph}} g_{\text{com}} \vec{e}_r + m_{\text{ph}} \frac{4\pi^2}{T_{\text{com}}^2} r_{\text{com}} \vec{e}_r = -m_{\text{ph}} \left(g_{\text{com}} - \frac{4\pi^2 r_{\text{com}}}{T_{\text{com}}^2} \right) \vec{e}_r$ et la variation relative : $\frac{\Delta P}{P} = \frac{m_{\text{ph}} g_{\text{com}} - m_{\text{ph}} \left(g_{\text{com}} - \frac{4\pi^2 r_{\text{com}}}{T_{\text{com}}^2} \right)}{m_{\text{ph}} g_{\text{com}}} = 1 - \left(1 - \frac{4\pi^2 r_{\text{com}}}{T_{\text{com}}^2 g_{\text{com}}} \right) = \frac{4\pi^2 r_{\text{com}}}{T_{\text{com}}^2 g_{\text{com}}}$</p> <p>Numériquement, $\frac{\Delta P}{P} = 17\%$. Malgré une vitesse angulaire de rotation faible, la force d'inertie d'entraînement joue un rôle non négligeable par rapport à la force gravitationnelle, en raison de la très faible intensité du champ de pesanteur.</p> <p><i>(A.N + com)</i></p>
----	--

D1	<p>Le vecteur position en coordonnées polaires est : $\vec{OM} = r \vec{e}_r$.</p> <p>Dans le référentiel cométo-centrique, $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} = \frac{d(r\vec{e}_r)}{dt} = \dot{r}\vec{e}_r + r \frac{d\vec{e}_r}{dt} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\theta}\vec{e}_\theta$ et $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(\dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\theta}\vec{e}_\theta)}{dt} = \frac{d(\dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\theta}\vec{e}_\theta)}{dt} = \ddot{r}\vec{e}_r + \dot{r} \frac{d\vec{e}_r}{dt} + (\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\vec{e}_\theta$</p> <p>$r\dot{\theta} \frac{d\vec{e}_\theta}{dt} = (\dot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{e}_r + (2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\vec{e}_\theta$.</p> <p>Pour un mouvement circulaire, $\dot{r} = 0$ et $\ddot{r} = 0$, soit $\vec{v} = r\dot{\theta}\vec{e}_\theta$ et $\vec{a} = -r\dot{\theta}^2\vec{e}_r + r\ddot{\theta}\vec{e}_\theta$.</p>
----	---

D2	<p>D'après le principe fondamental de la dynamique dans le référentiel cométo-centrique supposé galiléen : $m_{\text{ros}} \vec{a} = m_{\text{ros}} \vec{g}_{\text{com}}$.</p> <p>En projection sur \vec{e}_r, $-m_{\text{ros}} r_1 \dot{\theta}^2 = -m_{\text{ros}} g_{\text{com}} \Rightarrow r_1 \dot{\theta}^2 = \frac{Gm_{\text{com}}}{r_1^2}$.</p> <p>Comme $v_1 = r_1 \dot{\theta}$, $v_1^2 = r_1^2 \dot{\theta}^2 = \frac{Gm_{\text{com}}}{r_1}$ et $v_1 = \sqrt{\frac{Gm_{\text{com}}}{r_1}}$. Numériquement, $v_1 = 15 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.</p>
----	--

D3	$T_1 = \frac{2\pi r_1}{v_1} = T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{r_1^3}{Gm_{\text{com}}}}$ <p>Numériquement, $T_1 = 1,26 \cdot 10^6 \text{ s} \approx 14,6 \text{ j}$.</p>
----	---

D4	
----	---

D5	<p>Comme $r_a + r_p = 2a$, le demi-grand axe de l'ellipse est $a = \frac{r_a + r_p}{2}$.</p> <p>L'énergie mécanique de la sonde est alors $E_m = -\frac{Gm_{\text{com}} m_{\text{ros}}}{2a} \Rightarrow E_m = -\frac{Gm_{\text{com}} m_{\text{ros}}}{r_a + r_p}$.</p>
----	--

D6	<p>Au péricentre, $E_m = E_c + E_p \Rightarrow -\frac{Gm_{\text{com}} m_{\text{ros}}}{r_a + r_p} = \frac{1}{2} m_{\text{ros}} v_p^2 - \frac{Gm_{\text{com}} m_{\text{ros}}}{r_p} \Rightarrow v_p = \sqrt{2Gm_{\text{com}} \left(\frac{1}{r_p} - \frac{1}{r_a + r_p} \right)}$.</p> <p>Numériquement, $v_p = 30 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.</p>
----	--

D7	<p>Sur l'orbite circulaire de rayon r_p, la vitesse de la sonde est $v_p' = \sqrt{\frac{Gm_{\text{com}}}{r_p}} = 26 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.</p> <p>Les propulseurs doivent donc ralentir la sonde de $\Delta v = 4,0 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ lorsque celle-ci est au péricentre de l'orbite elliptique.</p>
----	---

