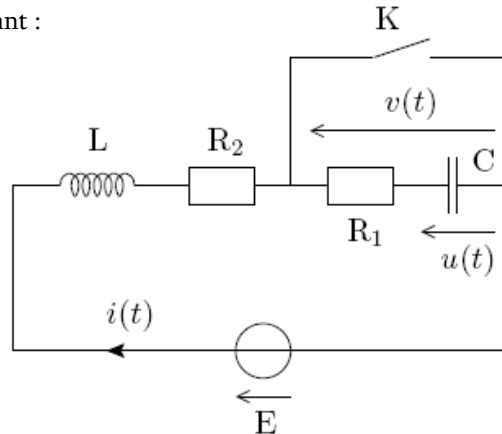


EXERCICE 1 : Electrocinétique – Circuit Oscillant

On considère le circuit suivant :



Initialement, l'interrupteur K est fermé depuis un temps suffisamment long pour qu'un régime continu soit établi. A la date $t = 0$, l'interrupteur K est alors ouvert. On note $t = 0^-$ la date qui précède immédiatement l'ouverture de l'interrupteur et $t = 0^+$ la date qui la suit immédiatement.

1. Déterminer, en le justifiant, la valeur des grandeurs électriques u , v et i ... (l'ensemble des résultats sera résumé sous la forme d'un tableau, et on pourra justifier avec un schéma)
 - 1.1. A la date $t = 0^-$,
 - 1.2. A la date $t = 0^+$,
 - 1.3. A la date $t = +\infty$
2. Déterminer l'équation différentielle du second ordre vérifiée par la tension u pour $t \geq 0$.

On considère dans toute la suite le cas où $R_1 = R_2 = R$

3. Dans le cas particulier où $R = 0\Omega$, montrer que la tension u aux bornes du condensateur évolue de manière sinusoïdale, exprimer la pulsation ω_0 des oscillations en fonction des données ainsi que l'expression complète de $u(t)$.
4. Déterminer en fonction de L et de C la résistance $R = R_c$ pour laquelle $u(t)$ évolue suivant un régime critique.

On pose dans toute la suite $R = \frac{1}{2}R_c$.

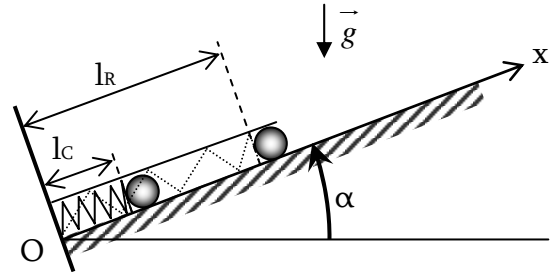
5. Réécrire l'équation différentielle vérifiée par u pour $t \geq 0$ en fonction de u , de E , et de ω_0 .
6. Montrer que la tension u s'écrit pour $t \geq 0$:
$$u(t) = U_1 \exp(\alpha t) \cos(\beta t + \varphi) + U_2,$$
 en précisant la valeur de tous les coefficients de cette expression : α , β , φ , et des tensions U_1 et U_2 .
7. Tracer l'allure de la courbe $u(t)$ pour $t \geq 0$ pour $\omega_0 = 1 \text{ rad.s}^{-1}$ et pour $E = 10\text{V}$ (tracer d'abord séparément l'enveloppe exponentielle du cosinus).
8. Aspect énergétique : Quelles sont les énergies stockées dans le circuit à $t = 0$? Et à $t = +\infty$?

EXERCICE 2 : Mécanique – Boule de Flipper

Une boule de flipper en acier, de masse m , initialement placée dans son logement cylindrique fixé sur le plateau de flipper, repose contre l'embout d'un ressort de raideur k dont l'autre extrémité O est fixée au fond du logement. Le joueur comprime alors le ressort au maximum, et à un instant $t = 0$ pris comme origine, il relâche brusquement le ressort.

Le plateau et le cylindre sont inclinés d'un angle α par rapport à l'horizontale. La longueur à vide du ressort est l_0 , cette longueur vaut l_R lorsque la bille est au repos contre l'embout, et diminue jusqu'à l_C quand le ressort est comprimé au maximum,

On néglige complètement le frottement de la boule sur le plateau, de sorte qu'elle ne fait que glisser sans rouler ni frotter. On l'assimilera donc à un point matériel de rayon nul. La masse du ressort est supposée négligeable. L'accélération de la pesanteur est g supposée constante.



1. Etude Statique :

- 1.1. La bille reste au contact du plan incliné, dans quel repère allez-vous travailler pour ce problème (2D) et pourquoi (On impose juste l'origine O) ? Et dans quel référentiel ? Peut-il être supposé galiléen et pourquoi ?
- 1.2. Faire un bilan des forces auxquelles est soumise la bille au repos ?
- 1.3. Faire un schéma simplifié de la bille au repos sur le flipper, en représentant ces forces.
- 1.4. Déterminer l'expression de la longueur au repos l_R en fonction de l_0 , m , g , k et α .

2. Etude Dynamique – Boule en contact avec le ressort :

- 2.1. On sort de l'hypothèse statique, écrire les équations différentielles du mouvement de la boule pendant la phase de lancer, puis éliminer l_0 de cette équation.
- 2.2. En déduire la position $x(t)$ de la boule par rapport à O durant cette phase.
- 2.3. On considère que la boule perd le contact avec le ressort lorsque sa tension s'annule. Calculer l'instant auquel cela arrive. Quelle est alors l'expression de la vitesse v_0 de la boule ? En se souvenant de la relation entre cos et sin (lorsque les 2 sont positifs), exprimer v_0 en fonction de l_0 , l_C , m , g , k et α .
- 2.4. Si on ne tire pas assez sur le ressort, que se passe-t-il ? Quelle est la valeur maximale l_M de la longueur l_C du ressort comprimé pour que la boule quitte effectivement l'embout du ressort ? Faites un dessin représentant les longueurs et l'oscillation dans le cas $l_C > l_M$. On supposera par la suite que $l_C < l_M$, donc que la boule quitte le ressort.

3. Etude dynamique – Boule lancée :

- 3.1. Ecrire la nouvelle équation différentielle vérifiée par $x(t)$ après que la boule ait quitté le ressort
- 3.2. En déduire la distance maximale x_M qu'elle peut parcourir sur le plateau du flipper avant de redescendre (si le plateau est suffisamment grand) tout d'abord en fonction de l_0 , v_0 , g et α .
- 3.3. Montrer ensuite que x_M peut se mettre sous la forme $x_M = l_C + \frac{k(l_0 - l_C)^2}{2mg \sin \alpha}$
- 3.4. On souhaite avoir $x_M = 2,2m$. Etant donné que $l_0 - l_C = 15\text{cm}$, calculer la raideur k du ressort qu'il faut choisir ? (On donne aussi $l_0 = 20\text{cm}$, $m = 50\text{g}$, $g = 9.81\text{m.s}^{-2}$ et $\alpha = 20^\circ$), ainsi que toutes les longueurs définies jusqu'à présent.

4. Etude dynamique – Boule lancée avec frottement :

- 4.1. Quelle est la nouvelle équation vérifiée par $x(t)$ après que la boule ait quitté le ressort si on ajoute un frottement sec de coefficient de frottement f , qui n'intervient qu'après l'instant t_0 ?
- 4.2. Avec l'aide de la question 3.3, en déduire sans calculs la nouvelle distance maximale x_M' en fonction de l_0 , l_C , k , m , f , g et α . Refaire l'application numérique avec une nouvelle raideur $k_2 = 40\text{N.m}^{-1}$, $f = 0,25$ et dans les mêmes conditions pour x_M et x_M' . Est-ce cohérent ?

EXERCICE 3 : Chimie – Architecture de l'atome et de la molécule

1. L'Uranium :

- 1.1. L'Uranium a pour numéro atomique 92 et existe essentiellement sous forme de 2 isotopes ${}_{92}^{235}\text{U}$ et ${}_{92}^{238}\text{U}$. Définir le terme isotope et citer deux isotopes d'autres éléments de votre choix. Peut-on différencier deux atomes de noyaux isotopes par leurs propriétés chimiques ? Quel nom A porte-t-il ?
- 1.2. Les masses atomiques molaires de ${}_{92}^{235}\text{U}$ et ${}_{92}^{238}\text{U}$ s'élèvent respectivement à 235,0439g et 238,0508g. Sachant que la masse atomique molaire de l'Uranium naturel vaut 238,0289g, déterminer la proportion d'uranium 235 dans l'Uranium naturel.
- 1.3. Ces deux métaux sont instables et se transforment avec émission d'un noyau d'Hélium ${}_{2}^4\text{He}$ (particule α) et d'un noyau de Thorium, Th ($Z = 90$). Ecrire les réactions de désintégration α de ${}_{92}^{235}\text{U}$ et ${}_{92}^{238}\text{U}$.
- 1.4. Donner la configuration électronique a priori la plus stable de l'atome d'Uranium, et expliquer pourquoi on trouve l'Uranium au degré d'oxydation +VI (U^{6+} ou équivalent)
- 1.5. D'autres éléments donnent aussi des composés stables au degré +VI, parmi ceux-ci, on trouve le Soufre : en déduire son numéro atomique et sa configuration électronique sachant qu'il se situe entre le Néon ${}_{10}\text{Ne}$ et l'argon ${}_{18}\text{Ar}$ (à justifier).

2. Chimie du Soufre :

Les principaux composés soufrés sont le soufre moléculaire S_8 , l'acide sulfhydrique H_2S et les ions sulfure S^{2-} , l'acide sulfurique H_2SO_4 et les ions sulfates SO_4^{2-} . Données : ${}_1\text{H}$, ${}_8\text{O}$ et ${}_{16}\text{S}$.

- 2.1. Donner la formule de Lewis d'une molécule de S_8 (il s'agit d'une molécule cyclique)
- 2.2. Donner la formule de Lewis des édifices H_2S , S^{2-} , H_2SO_4 et SO_4^{2-} (tous les O sont liés au soufre)
- 2.3. L'ion thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ dérive de l'ion sulfate en remplaçant un oxygène par un soufre. Donner son mésomère le plus stable.

3. Composés de l'Arsenic :

- 3.1. Dans la colonne du tableau des éléments comprenant l'azote, on trouve également le phosphore P et l'Arsenic As. Ecrire leur structure électronique ${}_7\text{N}$, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{33}\text{As}$.
- 3.2. Combien de liaisons covalentes peuvent être établies par les trois éléments N, P et As en leur imposant une charge formelle nulle ?
- 3.3. L'arsenic peut donner deux bromures AsBr_3 et AsBr_5 . Représenter selon Lewis la formule de chacun de ces deux bromures. Peut-on obtenir les mêmes bromures avec N et P ?
- 3.4. L'Arsenic est susceptible de donner des ions Arsénite AsO_3^{3-} et arséniate AsO_4^{3-} . Donner une représentation de Lewis de chacun de ces ions (O n'est lié qu'à As)