

EXERCICE I OBLIGATOIRE

Répondre, compéter ou cocher la ou les réponses exactes

I-1. En octobre 2007, l'académie des Nobel a décerné le prix de physique à Albert Felt et Peter Grünberg. Leurs travaux ont mis en évidence le phénomène de magnétorésistance géante. A quel champ disciplinaire de la physique cette étude fait-elle partie ?

astronomie énergétique **nano sciences** étude du climat physique nucléaire

Cette découverte trouva rapidement une application dans l'augmentation importante de la capacité de stockage des **disques durs**.

I-2. Donnez la signification de l'acronyme GPL. Quels sont les alcanes présents majoritairement dans le GPL ?

GPL : **Gaz de Pétrole Liquéfié**

méthane **propane et butane** hexane octane décane

I-3. Donnez la formule brute du bio éthanol. Sa production est actuellement controversée. Donnez 2 arguments en faveur de son emploi et 2 arguments en sa défaveur.

Formule : **C₂H₅OH**

CONTRE : **La culture du bio carburant déséquilibre la production agricole alimentaire.**

Le bilan énergétique de la production du bioéthanol est souvent médiocre (on attend des dispositifs qui transforment plus efficacement toute la plante en alcool).

POUR : **Le carbone du CO₂ rejeté lors de la combustion de l'éthanol provient du CO₂ absorbé dans l'air par la plante : le bilan est donc neutre, pas d'aggravation de l'effet de serre.**

C'est une énergie renouvelable

I-4. Quel physicien a donné son nom aux lois régissant le mouvement des planètes autour du Soleil ?

Nom : **KEPLER**

I-5. Compléter la phrase :

La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre 2 niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133.

EXERCICE II

L'écholocation est le dispositif qu'utilisent certains animaux pour détecter leurs proies et se repérer dans leur milieu naturel lorsque la vue ne leur permet pas de le faire. Ces animaux émettent des salves d'ultrasons et en reçoivent l'écho.

Les microchiroptères ou chauves-souris émettent, suivant leur espèce, des ondes de fréquence comprise entre **30** et **120 kHz**, elles sont produites par leur larynx qui module un puissant courant d'air. La durée d'émission est de l'ordre de **1** à **5 ms**, mais peut atteindre jusqu'à **50 ms** pour certaines espèces. La fréquence de répétition de l'émission, de l'ordre de **10 Hz** lors de la recherche de proie, peut aller jusqu'à **60 Hz** en phase de chasse.

II-1.1. Comment peut-on qualifier ces ondes ?

La fréquence d'émission est propre à chaque animal. Un grand rhinolophe émet à $f = 83 \text{ kHz}$ pendant **36 ms**.

II-1.2. Calculer la période T . Combien de périodes n comporte la salve ?

Un animal d'une autre espèce, un murin, émet, en vol stationnaire, à $f' = 38 \text{ kHz}$ pendant $\Delta t = 3 \text{ ms}$.

II-1.3. Combien de périodes n comporte la salve ?

Un écho de cette salve lui parvient $\tau = 20 \text{ ms}$ après son émission.

II-1.4. À quelle distance D de la chauve-souris se trouve l'obstacle ayant provoqué cet écho ?

On rappelle que la célérité des ultrasons dans l'air est $v_0 = 340 \text{ ms}^{-1}$

L'animal se dirige alors vers l'obstacle à une vitesse $V = 12 \text{ km/h}$ tout en émettant une nouvelle salve.

II-1.5. Après combien de temps τ' l'écho parviendra-t-il à l'animal si l'obstacle est immobile ?

II-1.6. La longueur d'onde de l'émission est proportionnée à la taille des proies. Si on admet que pour être détectée, une proie doit être 3 fois plus grande que la longueur d'onde utilisée, évaluer la taille minimale des proies du grand rhinolophe, *arhino* et celle des proies du murin, *amurin*.

Certains mammifères aquatiques, comme les orques et les dauphins utilisent aussi le dispositif d'écholocation. Les orques émettent à **20 kHz** des salves de **200 μs** de durée.

A la profondeur où les orques nagent, la célérité des ultrasons dans l'eau saline est de **1 500 m s^{-1}** .

II-2.1. Combien de périodes m comporte chaque salve ?

II-2.2. Si on prend toujours comme critère que pour être détectée, une proie doit être 3 fois plus grande que la longueur d'onde utilisée, évaluer la taille minimale *a_orque* des proies de cet animal.

Chauves-souris et mammifères marins émettent aussi des sons perceptibles par l'homme. Ces « cris » servent à la communication sociale.

II-3.1. A quelle gamme de fréquence appartiennent-ils ?

II-3.2. Un son de fréquence **8 kHz** a une longueur d'onde $\lambda_{\text{air}} = 4,25 \text{ cm}$ lorsqu'il se propage dans l'air, et une longueur d'onde $\lambda_{\text{eau}} = 18,75 \text{ cm}$ lorsqu'il se propage dans l'eau saline. Déterminer la célérité du son dans chacun de ces milieux. Quelle propriété des milieux est mise en évidence lorsque l'on compare les valeurs trouvées à celles de la célérité des ultrasons dans l'air et l'eau de mer ?

REPONSES A L'EXERCICE II

II-1.1.	<input type="checkbox"/> progressives <input type="checkbox"/> transversales <input type="checkbox"/> mécaniques <input type="checkbox"/> périodiques <input type="checkbox"/> stationnaires <input type="checkbox"/> longitudinales	(Cocher la ou les réponses exactes)
II-1.2.	Période $T = 12 \mu s$	Nombre de périodes $n = 3000$
II-1.3.	Nombre de périodes n' : Expression littérale $n' = f' \Delta t$	Application numérique $n' = 114$
II-1.4.	Distance D : Expression littérale $D = \tau v_0 / 2$	Application numérique $D = 3,4 m$
II-1.5.	Temps τ' : Expression littérale $\tau' = 2D / (V + v_0)$	Application numérique $\tau' = 19,8 ms$
II-1.6.	Taille des proies : Expression littérale $a_{rhino} = 3 v_0 / f$ Expression littérale $a_{murin} = 3 v_0 / f'$	Application numérique $a_{rhino} = 12 mm$ Application numérique $a_{murin} = 27 mm$
II-2.1.	Nombre de périodes $m = 4$	
II-2.2.	Taille des proies $a_{orque} = 22 cm$	
II-3.1.	Fréquence minimale : $20 Hz$	Fréquence maximale : $20 kHz$
II-3.2.	Célérité du son dans l'air : $v_{air} = 340 m.s^{-1}$ Célérité du son dans l'eau : $v_{eau} = 1500 m.s^{-1}$ Propriété : ces deux milieux sont non dispersifs.	

EXERCICE III

En milieu acide, le peroxyde d'hydrogène réagit avec les ions iodure. L'étude expérimentale montre que la réaction est totale, lente, et permet d'obtenir une mole de diiode (I_2) par mole de peroxyde d'hydrogène consommée.

III-1. Ecrire pour chacun des couples (H_2O_2/H_2O) et (I_2/I^-) la demi-équation d'oxydoréduction associée.

On se propose d'étudier la cinétique de cette réaction. Pour ce faire, on mélange à l'instant initial les solutions suivantes :

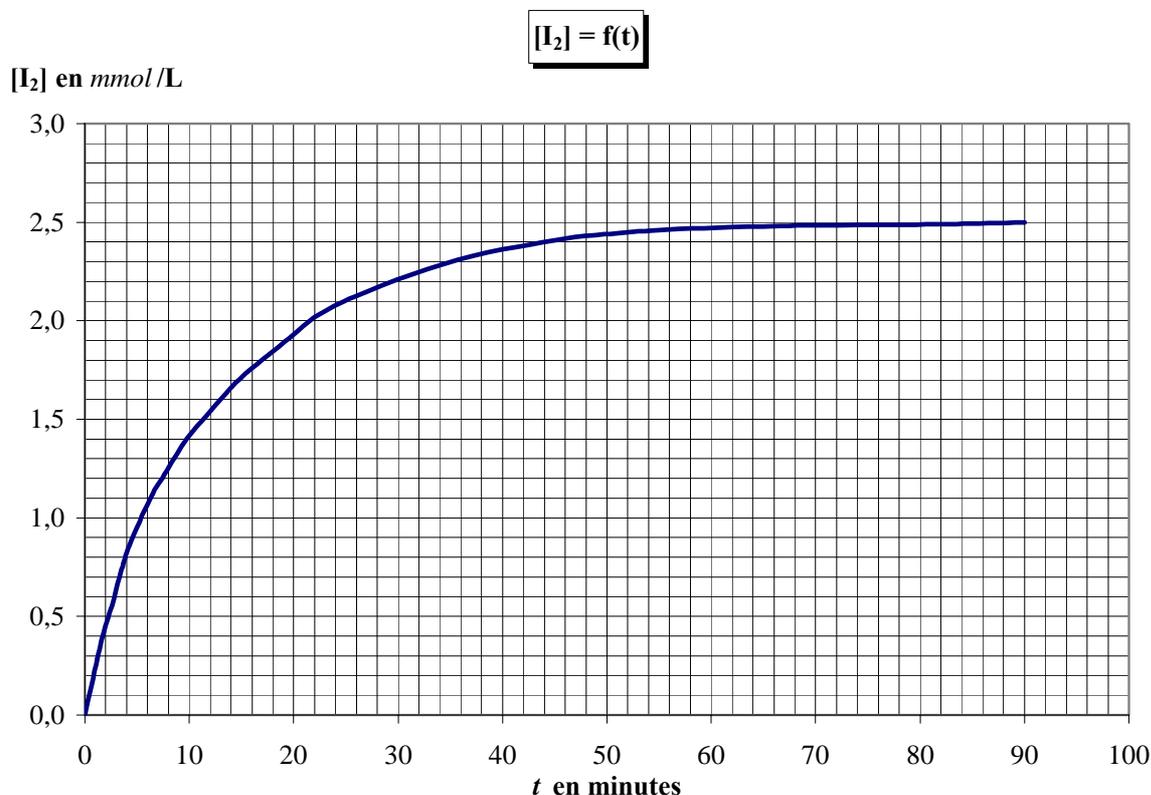
- 50mL d'iodure de potassium de concentration $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$
- 100mL d'acide sulfurique (H_2SO_4) de concentration $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$
- 50mL de peroxyde d'hydrogène de concentration $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$

III-2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction du peroxyde d'hydrogène sur l'iodure de potassium.

III-3. Dans cette réaction, quelle est l'espèce chimique oxydante ? L'espèce réductrice ?

III-4. Calculer la quantité minimale de peroxyde d'hydrogène nécessaire pour oxyder tout l'iodure. Quel est le réactif limitant ?

La spectroscopie visible permet de suivre l'évolution de la réaction, le diiode étant la seule espèce absorbante, ce qui permet d'établir la variation de $[I_2]$ en fonction du temps :



III-5. A partir des données, déterminer la vitesse volumique initiale : v_0 .

III-6. Calculer l'avancement maximal de cette réaction : x_{\max} .

III-7. Déterminer le temps de demi-réaction : $t_{1/2}$.

III-8. Sachant que le diiode apparaît jaune-orangé, choisir parmi les longueurs d'onde celle qui est la mieux adaptée à la mesure de sa concentration par spectrophotométrie visible.

REPONSES A L'EXERCICE III

III-1. Demi réaction ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$) : $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

Demi réaction (I_2/I^-) : $\text{I}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{I}^-$

III-2. Equation-bilan : $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$

III-3. Oxydant : H_2O_2

Réducteur : I^-

III-4. $n(\text{H}_2\text{O}_2) = 1/2 V(\text{I}^-) * c(\text{I}^-)$ Réactif limitant : I^-

III-5. Vitesse volumique initiale : $v_0 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

III-6. Avancement $x_{\text{max}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$

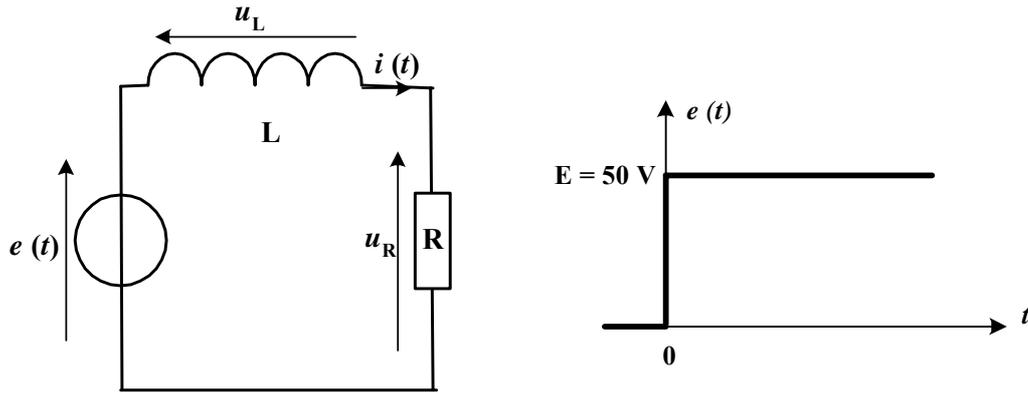
III-7. Temps de demi-réaction : $t_{1/2} = 8 \text{ mn}$

III-8. 5560nm 212nm 32nm 796nm 415nm

(Cocher la réponse exacte)

EXERCICE IV

Dans le problème suivant, on veut étudier l'action d'une inductance sur la forme de l'intensité.



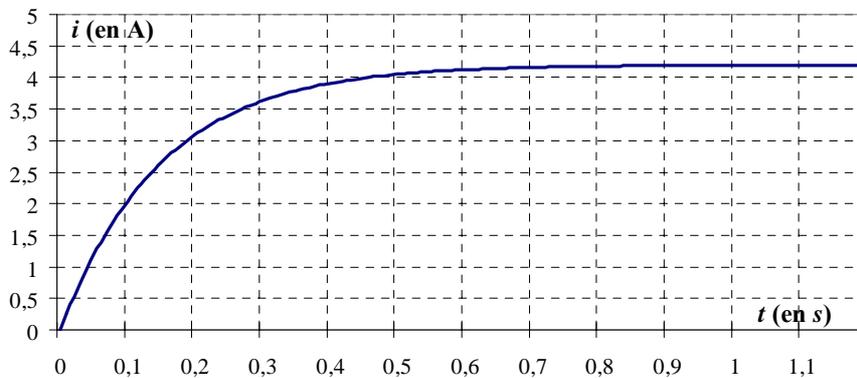
IV-1. Ecrire l'équation différentielle de variable $i(t)$ caractérisant le circuit ci-dessus.

L'équation donnant l'intensité durant la charge est : $i(t) = A + B \exp(-t/\tau)$

IV-2. Donner les expressions de A , B et τ en fonction de E , R et L .

IV-3. A partir de l'enregistrement $i(t)$ ci-dessous, trouver les valeurs de A , B et τ .

En déduire R et L .



On remplace la tension $e(t)$ par la tension $e_1(t)$.



IV-4. Tracer l'allure de l'évolution de $i(t)$ entre 0 et 1 s

IV-5. On considère l'évolution de $i(t)$ pour $0 < t \leq \tau$. Calculer la valeur de $i(\tau)$.

IV-6. On considère maintenant l'évolution de $i(t)$ pour $\tau < t \leq 2\tau$.

On pose $t' = t - \tau$. L'équation donnant l'intensité durant la décharge est : $i(t') = A' + B' \exp(-t'/\tau)$.

Déterminer A' et B' . En déduire la valeur de $i(t = 2\tau)$.

IV-7. On considère maintenant l'évolution de $i(t)$ pour $2\tau < t \leq 3\tau$. Calculer la valeur de $i(t = 3\tau)$.

REPONSES A L'EXERCICE IV

IV-1. Equation différentielle : $e(t) = R i + L di/dt$

IV-2. Expressions littérales :

$$A = E/R$$

$$B = -E/R$$

$$\tau = L/R$$

IV-3. Applications numériques

$$A = 4,2 \text{ A}$$

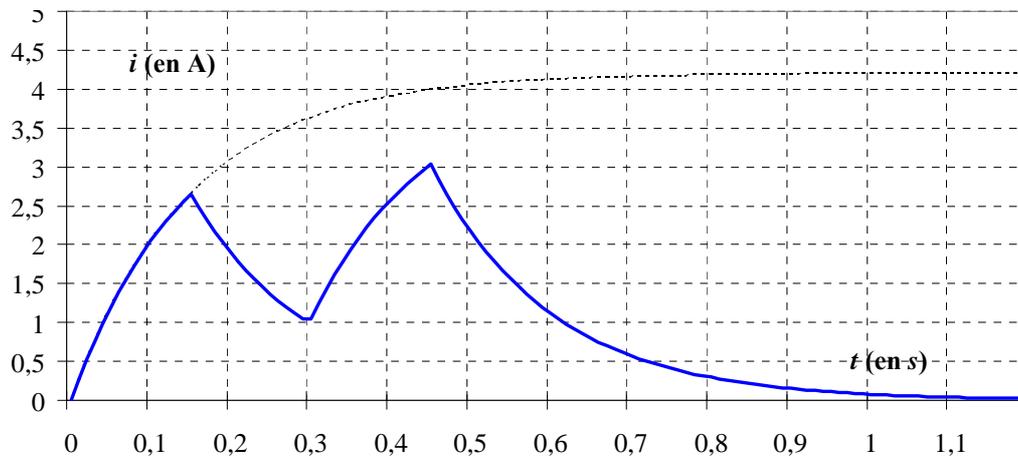
$$B = -4,2 \text{ A}$$

$$\tau = 0,15 \text{ s}$$

$$R = 12 \Omega$$

$$L = 1,8 \text{ H}$$

IV-4.



IV-5. Expression littérale :

$$i(\tau) = E/R (1 - e^{-1})$$

Application numérique :

$$i(\tau) = 2,65 \text{ A}$$

IV-6. $A' = 0$

Expression littérale :

$$i(2\tau) = B' e^{-1}$$

$$B' = 2,65 \text{ A}$$

Application numérique :

$$i(2\tau) = 1,0 \text{ A}$$

IV-7. Expression littérale :

$$i(3\tau) = A - (A - B') e^{-1}$$

Application numérique :

$$i(3\tau) = 3,0 \text{ A}$$

EXERCICE V

On se propose d'étudier le mouvement de la Lune autour de la Terre. Dans ce cadre, seul le système Terre-Lune en interaction seule est considéré. L'influence des autres astres n'est donc pas prise en compte. La Terre et la Lune sont assimilées à deux points matériels **T** et **L** de masses respectives m_T et m_L . La distance entre ces deux points est notée d_{TL} . On note \vec{u} le vecteur unitaire porté par la droite passant par les deux points **T** et **L** (voir figure 1). On ne tient pas compte de la rotation de la Terre sur elle-même et on néglige tous les frottements. Enfin, on note **G** la constante de l'attraction universelle.

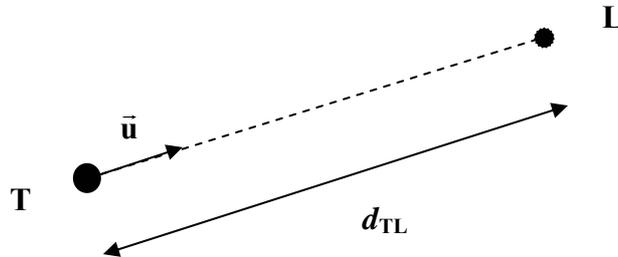


Figure 1 : Schéma du système Terre-Lune

V-1. Calculer la distance **TC** entre le centre de la Terre **T** et le centre d'inertie **C** du système Terre-Lune.

V-2. Quelle est la nature exacte de la trajectoire de la Lune autour de la Terre ?

Dans la suite du problème, on admet pour simplifier les calculs, que le mouvement de la Lune autour de la Terre est circulaire uniforme.

V-3. Quelle est la nature de la force \vec{F} qui s'exerce sur la Lune ?

V-4. Placer \vec{F} sur le schéma 1. Donner l'expression et calculer son intensité **F**.

V-5. Quelle est l'unité de la constante de l'attraction universelle ?

V-6. Donner l'expression vectorielle du vecteur accélération de la Lune \vec{a}_L en fonction de \vec{u} , du module de sa vitesse v_L et de la distance d_{TL} .

V-7. En appliquant le principe fondamental de la dynamique, donner une seconde expression pour ce même vecteur accélération.

V-8. Tracer sur le schéma 1 la vitesse \vec{v}_L de la Lune. Exprimer puis calculer son module v_L .

Quelle est la période de rotation T_r de la lune autour de la Terre. Donner sa valeur en jours (**J**), heures (**h**), minutes (**mn**) et secondes (**s**).

Données	$m_T = 5,980.10^{24} \text{ kg}$	$m_L = 8,1.10^{22} \text{ kg}$
	$R_T = 6\ 370 \text{ km}$	$R_L = 1\ 723 \text{ km}$
	$d_{TL} = 387\ 200 \text{ km}$	$G = 6,67.10^{-11} \text{ SI}$

REPONSES A L'EXERCICE V

V-1. Position de C :

Expression littérale :

$$TC = \frac{m_L}{m_L + m_T} d_{TL}$$

Application numérique

$$TC = 5175 \text{ km}$$

V-2. Nature de la trajectoire : **elliptique**

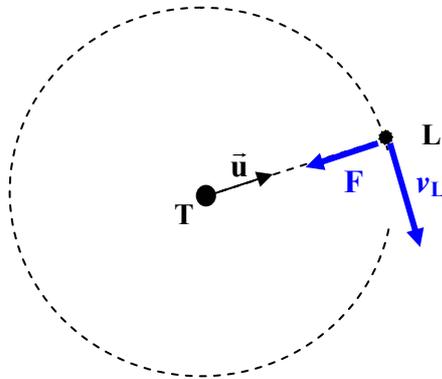
V-3. Nature de la force \vec{F} : **force de gravitation universelle**

V-4. Intensité F :

Expression littérale : $F = G \frac{m_T m_L}{d_{TL}^2}$

Application numérique : $F = 2,16 \cdot 10^{20} \text{ N}$

Schéma 1 :



V-5. Unité de G : $N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$ ou $m^3 \cdot s^{-2} \cdot kg^{-1}$

V-6. 1^{ère} expression de $\vec{a}_L = -\frac{v_L^2}{d_{TL}} \vec{u}$

V-7. 2^e expression de $\vec{a}_L = -G \frac{m_T}{d_{TL}^2} \vec{u}$

V-8. Vitesse v_L :

Expression littérale : $v_L = \sqrt{\frac{G m_T}{d_{TL}}}$

Application numérique : $v_L = 1015 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Période T_r :

Application numérique :

Expression littérale : $T_r = \frac{2\pi d_{TL}}{v_L}$

$$T_r = 27 \text{ j } 17 \text{ h } 50 \text{ mn } 14 \text{ s}$$