

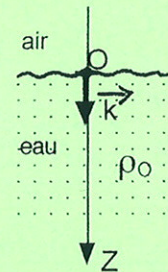
Épreuve de physique
1 heure - 20 points

EXERCICE n° 1 : (12 points)

Il est demandé les expressions littérales simplifiées et ordonnées avant toute application numérique.
Les notations du texte doivent être scrupuleusement respectées.

On lâche une balle de bois au-dessus d'une surface d'eau. La balle est assimilée à son centre d'inertie G. À l'instant $t = 0$, G pénètre dans l'eau avec la vitesse $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$.

Données : Volume de la balle V . Masse volumique de la balle : ρ .
Masse volumique de l'eau : $\rho_0 = 2\rho$.
Accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.



Notation : Dans tout l'exercice on notera $\vec{v} = \bar{v}\vec{k}$, le vecteur vitesse de G où \bar{v} représente la valeur algébrique de la vitesse. Pour simplifier l'écriture, \bar{v} pourra être aussi noté v .

PARTIE A : ÉTUDE DU MOUVEMENT DE G DANS L'EAU. FROTTEMENTS NÉGLIGEABLES.

- 1) Comparer la norme de la poussée d'Archimède $\vec{\Pi}$ subie par la balle à celle de son poids \vec{P} .
- 2) Donner, dans le repère $(0, z)$ - voir figure -, les équations horaires de l'accélération, de la vitesse et de la position de G au cours de sa chute (remplacer ρ_0 par 2ρ).
- 3) À quel instant t_1 G atteindra-t-il sa profondeur maximale ? Calculer cette profondeur.

PARTIE B : ÉTUDE DU MOUVEMENT DE G DANS L'EAU. LES FROTTEMENTS NE SONT PLUS NÉGLIGEABLES.

On prend maintenant en compte la force de frottement. On suppose qu'elle est de la forme $\vec{F} = -\alpha\vec{v}$. À l'instant $t = 0$, G pénètre dans l'eau avec la vitesse $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$.
Données : $\alpha = 0,050 \text{ SI}$. Masse de la balle $m = 100 \text{ g}$.

- 1) Établir l'équation différentielle vérifiée par la valeur algébrique de la vitesse de G (remplacer ρ_0 par 2ρ).
- 2) La solution de cette équation différentielle est du type : $\bar{v}(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$, où A, B et $\tau = \frac{m}{\alpha}$ sont des constantes.

- a) Trouver, en fonction des données du problème, les expressions littérales de A et B grâce aux conditions aux limites. Quelle est la signification de A ?
- b) Cette vitesse s'annule-t-elle ? Si oui, à quel instant t_2 ?
- c) Tracer la courbe de \bar{v} en fonction du temps (y faire figurer la constante τ).

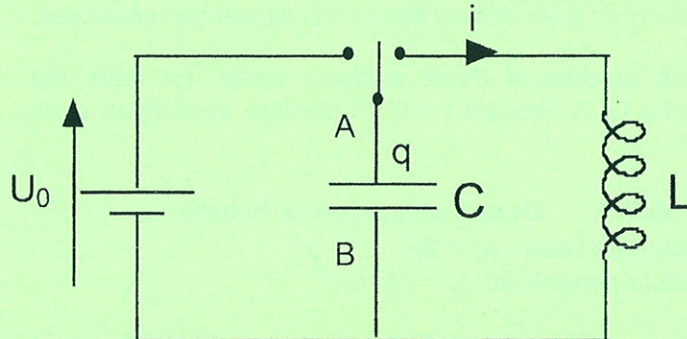
- 3) La profondeur $z(t)$ à laquelle se trouve la balle à l'instant t a pour expression :
 $z(t) = K_1 t + K_2 e^{-\frac{t}{\tau}} + K_3$, où K_1 , K_2 et K_3 sont des constantes.

- a) Par identification, et en utilisant la condition initiale, trouver les expressions littérales de ces constantes.
- b) Quelle est la profondeur maximale atteinte par G ? (La formule littérale n'est pas demandée).

EXERCICE n° II : (8 points)

Il est demandé les expressions littérales simplifiées et ordonnées avant toute application numérique.
Les notations du texte doivent être scrupuleusement respectées.

On a chargé un condensateur de capacité $C = 1,0 \mu\text{F}$ sous une tension constante $U_0 = 10 \text{ V}$ et on le branche aux bornes d'une bobine pure d'inductance $L = 10 \text{ mF}$ (voir figure).



On cherche à étudier les variations de la charge $q(t)$ de l'armature A du condensateur et celles du courant $i(t)$ dans le circuit de décharge. Le sens conventionnel du courant positif est donné sur le schéma.

- 1) Donner les expressions littérales des énergies électrostatique $E_e(t)$ et magnétique $E_m(t)$ stockées dans les dipôles à l'instant t .
- 2) Donner les expressions littérales de la charge maximale du condensateur Q_m et de l'intensité maximale I_m du courant circulant dans le circuit.
- 3) À l'instant $t = 0$, date du début de l'acquisition des données, l'énergie électrostatique est égale à l'énergie magnétique. On note qu'à cet instant, la charge de l'armature A du condensateur est positive et que la valeur de l'intensité du courant est négative.

Exprimer les valeurs littérales de la charge initiale q_0 du condensateur et de l'intensité initiale i_0 en fonction respectivement de Q_m et I_m .

- 4) À partir d'arguments énergétiques, trouver l'équation différentielle vérifiée par $q(t)$.

5) La solution de cette équation différentielle est du type : $q(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ où $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$.

- a) Donner l'expression littérale de $i(t)$.
- b) Donner les valeurs de A et φ .
- c) Tracer le graphe de $q(t)$.

ÉPREUVE DE CHIMIE

30 minutes – 10 points

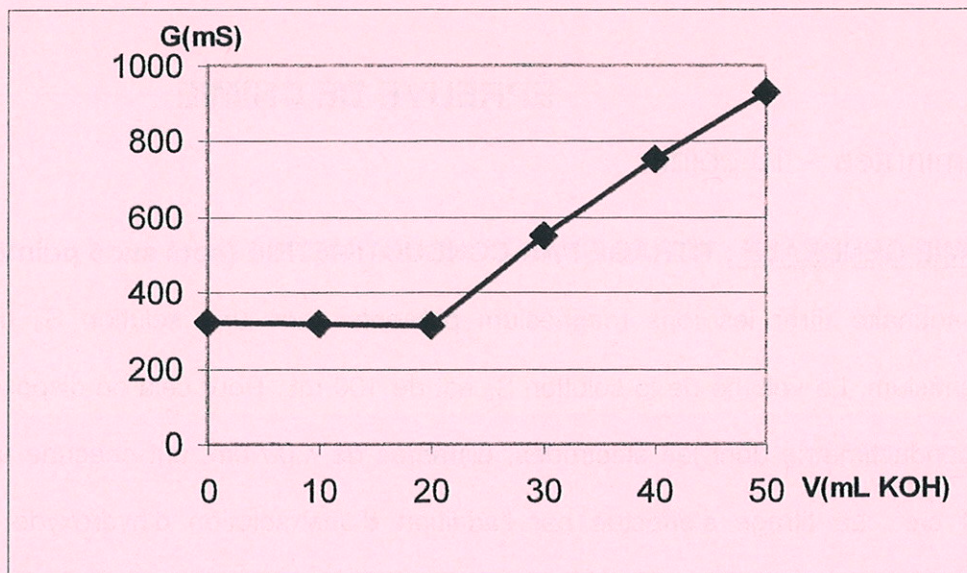
CHIMIE GENERALE : TITRAGE PAR CONDUCTIMÉTRIE (noté sur 5 points)

On souhaite titrer les ions magnésium présents dans une solution S_0 de chlorure de magnésium. Le volume de la solution S_0 est de 100 mL. Pour cela on dispose d'une cellule de conductimétrie dont les électrodes, distantes de 4,00 cm, ont chacune une surface de 5,00 cm². Le titrage s'effectue par l'addition d'une solution d'hydroxyde de potassium (potasse) de concentration en soluté apporté égale à $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Cet ajout entraîne la précipitation de l'hydroxyde de magnésium. Le graphe donné ci-après représente la variation de la conductance G (en mS) du mélange réactionnel en fonction du volume V (en mL) d'hydroxyde de potassium ajouté.

- 1- Interpréter la courbe $G(V)$: points remarquables, branches de courbe.
- 2- Calculer la concentration molaire volumique des ions magnésium dans la solution S_0 titrée.
- 3- Le pH de la solution S_0 est voisin de 7,0.
 - 3-1- Calculer la conductivité et la conductance de la solution S_0 .
 - 3-2- La tension aux bornes du circuit électrique de mesure de la conductance de la solution S_0 est égale à 0,500 V. Calculer l'intensité du courant qui traverse ce circuit.
- 4- La constante de l'équilibre de précipitation de l'hydroxyde de magnésium a pour valeur numérique $K_1 = 5,00 \cdot 10^{-10}$. Calculer les concentrations molaires volumiques des ions magnésium et hydroxyde au point équivalent du titrage. Comparer la conductivité due à ces ions à celle due aux ions spectateurs. Conclure.

Données :

conductivités molaires ioniques λ (en $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$) : $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$: $35,0 \cdot 10^{-3}$; $\text{K}^+(\text{aq})$: $7,40 \cdot 10^{-3}$;
 $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$: $10,5 \cdot 10^{-3}$; $\text{HO}^-(\text{aq})$: $19,8 \cdot 10^{-3}$; $\text{Cl}^-(\text{aq})$: $7,60 \cdot 10^{-3}$



CHIMIE ORGANIQUE : STRUCTURE ET REACTIVITE (noté sur 5 points)

Les analyses physico-chimiques d'un hydrocarbure acyclique gazeux **A** donnent les résultats suivants :

Composition centésimale massique en carbone : 85,7%

Densité de la vapeur de **A** par rapport à l'air : 2,41

- 1- Déterminer la formule brute de **A**. A quelle famille d'hydrocarbures **A** appartient-il ?
 - 2- Donner les formules topologiques et les noms de tous les composés ayant la même formule brute que **A**.
 - 3- Sachant que l'hydrocarbure **A** présente l'isomérisie géométrique Z/E, identifier cet hydrocarbure en donnant son nom et sa formule topologique.
 - 4- L'hydratation de **A**, à haute température, conduit à la formation de deux produits organiques **B** et **C**. Donner la formule topologique et le nom de ces deux produits.
 - 5- Chacun des produits **B** et **C** est traité par une solution d'ions permanganate, puis chauffé à 80,0°C quelques minutes. Les solutions, initialement rose foncé, se décolorent. Quel(s) est (sont) le(s) nom(s) du (des) produit(s) organique(s) formé(s) lors de la réaction avec les ions permanganate ?
- Après réaction, des tests sont réalisés sur les solutions résultantes **B'** et **C'** avec une solution de 2,4-DNPH d'une part et une solution de réactif de Tollens d'autre part.
- Qu'observe-t-on dans chaque cas ? Justifier.

Sujet de Biologie. ¹⁴³⁰2000 sur 40 points

Les questions A B C sont indépendantes et ont la même valeur.

A

Cet exercice se place dans le cadre de l'étude de pathologies provoquées par la neutralisation de certaines hormones par les anticorps d'un patient dans le cadre d'une réponse immunitaire anormale, une auto-immunité.

1) On cherche à déterminer la ou les hormones visées par les anticorps pour quatre patients présentant des symptômes différents.

Pour cela on attribue les lettres A, B, C, D, aux quatre hormones suspectées et on produit des anticorps spécifiques, anti-A, anti-B, anti-C, anti-D, afin de réaliser différents sérums mélangeant ensemble certains de ces anticorps.

Le but est d'injecter ces sérums à de petits mammifères présentant une physiologie comparable à celle de l'espèce humaine, pour observer les symptômes et les comparer à ceux observés chez les patients étudiés. En effet on pense que les patients produisent des anticorps contre deux hormones différentes.

On utilise quatre lots de mammifères :

- Le lot n° 1 reçoit les anticorps anti-A et anti-B.
- Le lot n° 2 reçoit les anticorps anti-B et anti-C.
- Le lot n° 3 reçoit les anticorps anti-B et anti-D.
- Le lot n° 4 reçoit les anticorps anti-A et anti-D.

Après quelques jours pour certains symptômes, et quelques semaines pour d'autre, on observe :

- Lot n° 1
 - Hyperglycémie sévère, avec glycosurie.
 - Muqueuse utérine sans développement complet.
 - Pas de grossesse.
 - Pas d'ovulation malgré le développement folliculaire pendant un cycle.
- Lot n° 2
 - Muqueuse utérine sans développement.
 - Pas de développement folliculaire pendant un cycle.
 - Pas d'ovulation.
 - Pas de grossesse possible.
- Lot n° 3
 - Pas d'ovulation malgré le développement folliculaire pendant un cycle.
 - Début de développement normal de la muqueuse utérine en phase folliculaire, mais pas de dentellisation en phase lutéale.
 - Pas de grossesse possible.

- Lot n° 4
 - Hyperglycémie sévère, avec glycosurie.
 - Début de développement normal de la muqueuse utérine en phase folliculaire, mais pas de dentellisation en phase lutéale.
 - Pas de grossesse possible, malgré l'ovulation.
 - Pas d'hyperthermie en phase lutéale.

- **Sachant que parmi les quatre hormones, une seule est de nature stéroïde et les autres de nature peptidique, complétez le tableau suivant après l'avoir recopié sur votre copie en respectant ses dimensions :**

Lettre utilisée	Nom	Nature	Cellules productrices
A			
B			
C			
D			

2) On étudie maintenant une des hormones peptidiques envisagées dans le tableau : Chez un des patients atteints, il s'avère que cette hormone présente une anomalie, car elle comporte un acide aminé différent. Cette différence ne l'empêche pas d'être fonctionnelle, cependant elle déclenche une réaction immunitaire, car le polypeptide présente alors une similitude avec un antigène contre lequel le patient est immunisé. À l'origine de ce phénomène, une mutation neutre, a transformé la séquence d'ADN responsable de la synthèse de cette hormone.

Voici une partie de la séquence d'ADN du patient en question. Elle correspond au brin transcrit de l'ADN :

ACC-GGT-ATA

Sachant que la mutation envisagée est une substitution d'un nucléotide à guanine par un nucléotide à adénine, sur le brin non transcrit, **quelle était la séquence du**

brin non transcrit avant la mutation ? Vous fournirez la séquence avec la même présentation que la séquence précédemment fournie. Aucune explication n'est demandée.

Code génétique :

1 ^{re} base	2 ^e base				3 ^e base
	U	C	A	G	
U	Phé	Sér	Tyr	Cys	U
	Phé	Sér	Tyr	Cys	C
	Leu	Sér	Stop	Stop	A
	Leu	Sér	Stop	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Sér	U
	Ile	Thr	Asn	Sér	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Mét	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

B

Dans cet exercice on étudie une phylogénie chez les vertébrés.

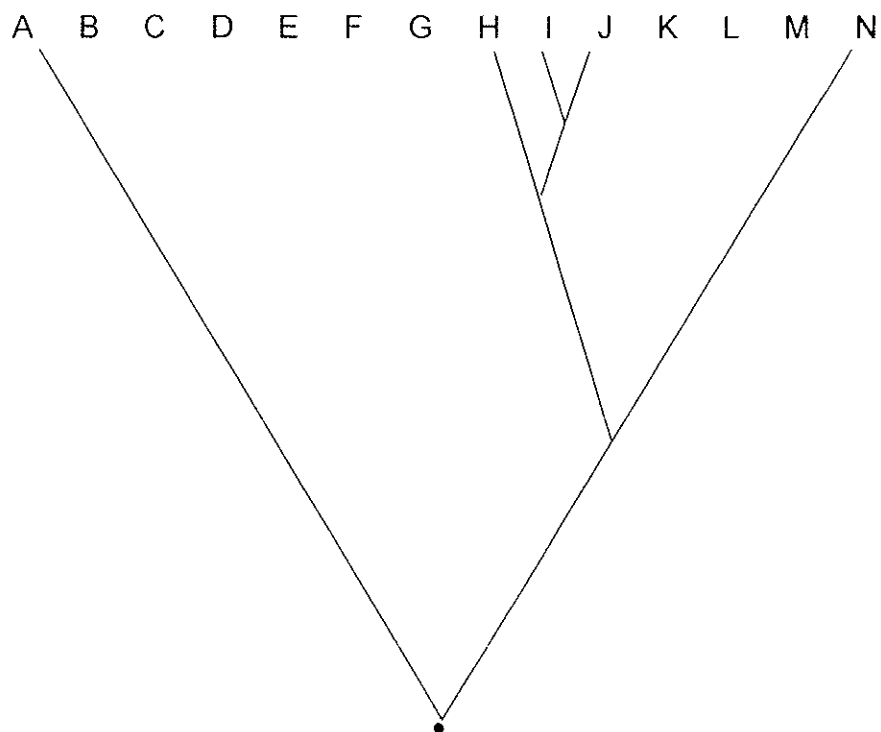
- 1) **Construire l'arbre phylogénétique basé sur le partage de caractères dérivés, correspondant à la matrice de caractères suivants.** L'état dérivé est signalé par un signe +, et l'état primitif, par le chiffre 0.

Vous construirez l'arbre en respectant le principe de parcimonie, c'est à dire l'hypothèse la plus simple. Si toutefois un caractère doit être répété plusieurs fois, dans le cas d'une homoplasie (appelée aussi analogie), vous entourerez le numéro du caractère sur l'arbre.

Dans cette matrice et dans cet arbre, les différents taxons correspondent aux lettres de l'alphabet A, B, C, D, etc., et les caractères correspondent aux nombres 1, 2, 3,4, etc.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+
5	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+
6	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+
10	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0	0
15	0	0	0	0	+	+	0	+	0	0	0	0	0	0

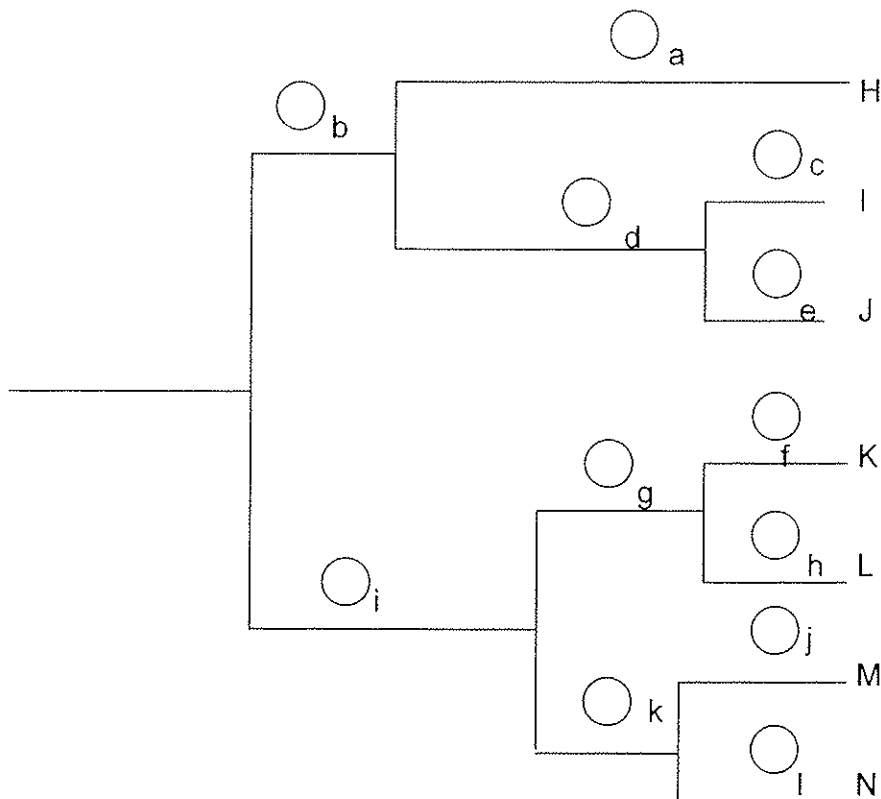
Voici l'arbre inachevé à recopier en respectant ses dimensions, puis à compléter avec les branches manquantes et des tirets numérotés de 1 à 15 pour l'apparition des caractères dérivés.



2) On cherche maintenant à valider une partie de cet arbre grâce aux techniques de la biologie moléculaire et pour cela on compare des molécules homologues dans un tableau ou matrice des différences d'acides aminés. On peut alors construire un autre type d'arbre, un phénogramme.

	H	I	J	K	L	M	N
H		20	20	28	28	28	28
I			4	28	28	28	28
J				28	28	28	28
K					4	16	16
L						16	16
M							6

Matrice des différences (acides aminés)



Phénogramme.

Le but de l'étude est de compléter ce phénogramme grâce à la matrice en reportant les distances dans les petits cercles munis d'un indice (une lettre minuscule). Ici on attribue à une branche un nombre de différences d'acides aminés en considérant qu'il s'agit d'une distance évolutive depuis un ancêtre commun.

Dans ce type d'arbre chaque branche, ici horizontale, représente une distance proportionnelle au nombre d'acides aminés différents. Entre deux organismes dérivant du même ancêtre commun, la moitié de la distance est réalisée par chacune des deux branches. Par exemple si l'homme et le chimpanzé sont distants de quatre acides aminés dans ce type d'arbre, chaque branche les reliant à l'ancêtre commun le plus proche a une valeur de deux, etc.

Votre réponse consistera à recopier le tableau suivant en respectant ses dimensions, et à le compléter avec les distances génétiques des différentes branches. Aucune explication n'est demandée (le phénoگرامme n'est pas à rendre).

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l

C

Dans cet exercice vous réaliserez des schémas légendés et titrés, dont les dimensions doivent être proches d'une demi-page.

1. schéma de coupe transversale de tube séminifère.
2. schéma de coupe longitudinale d'extrémité racinaire de plante.
3. Schéma fonctionnel de régulation de sécrétion des hormones sexuelles féminines.
4. Schéma de la structure du VIH.