

Épreuve de Physique

1 heure – 20 points

Exercice n° 1 : DIPÔLE RC. CHARGE D'UN CONDENSATEUR, BILAN ÉNERGÉTIQUE.

Il est demandé l'expression des valeurs littérales avant tout calcul numérique.

On considère le circuit constitué des éléments suivants montés en série : un générateur de tension continue de force électromotrice $E = 6,0$ V et de résistance interne nulle, une résistance $R = 5,0$ k Ω , un condensateur de capacité $C = 1,2$ μ F et un interrupteur K (figure 1).
À l'instant $t = 0$, le condensateur est déchargé et on ferme K.

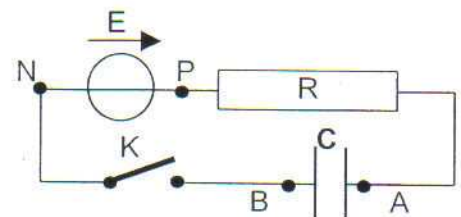


Figure 1

A / Étude de la charge.

- 1) Préciser, sur le schéma du montage que vous reproduirez, le sens positif choisi pour l'intensité du courant i .
- 2) Établir l'équation différentielle de charge liant la tension instantanée $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur et sa dérivée par rapport au temps, $\frac{du_{AB}}{dt}$, en fonction de R , C et E .
- 3) Vérifier que l'expression $u_{AB}(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ est solution de l'équation différentielle trouvée précédemment.
La tension initiale du condensateur $u_{AB}(t = 0)$ est-elle compatible avec les données de l'exercice ?
Quelle est la valeur maximale que peut atteindre la tension $u_{AB}(t)$?
- 4) Donner la dimension du produit RC . Comment appelle-t-on ce produit ? Quelle est sa signification pratique pour le circuit ?
- 5) Calculer la valeur de la tension instantanée $u_{AB}(t)$ aux instants $t = 5,0$ ms, $t = 10$ ms, $t = 20$ ms et $t = 50$ ms.
- 6) En s'aidant des questions précédentes, tracer sur la copie l'allure de la courbe $u_{AB}(t)$.
(Échelles : 1 cm pour 1 volt en ordonnées, et 1 cm pour 5 ms en abscisses).
- 7) Déterminer l'expression de l'intensité du courant $i(t)$ en fonction du temps t et des paramètres E , R et C du circuit.
Calculer sa valeur numérique à l'instant $t = 0$.
Lorsque t est très grand, que vaut en pratique l'intensité i du courant ?

B / Bilan énergétique

- 8) Quelle est l'expression, en fonction de E et C , de l'énergie électrique W_c emmagasinée dans le condensateur lorsque la charge est terminée ?
- 9) La puissance électrique instantanée délivrée par le générateur est $p(t) = \frac{dW_{el}}{dt} = E i(t)$.
Déterminer l'énergie électrique totale W_{el} délivrée au circuit par le générateur au cours de la charge, en fonction de E et C .
- 10) Dédire des deux questions précédentes l'expression de W_R , l'énergie dissipée dans la résistance R au cours de la charge.

Exercice n° II : MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE D'UNE MINI-FUSÉE.

Il est demandé l'expression des valeurs littérales avant tout calcul numérique.

Dans un club amateur, on étudie la trajectoire d'un modèle réduit de fusée. Dans tout l'exercice, la fusée pourra être considérée comme une masse ponctuelle M ramenée en son centre d'inertie et on ne tiendra pas compte de la résistance de l'air.

A / Dans un premier temps, la fusée est lancée horizontalement depuis un point O , à une date $t = 0$, avec un vecteur vitesse initial \vec{v}_0 , dans un domaine limité où le champ de pesanteur est uniforme et a pour intensité $g_0 = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$. On étudie le mouvement du centre d'inertie de la fusée dans un repère terrestre (\vec{O}_x, \vec{O}_z) . \vec{O}_x est l'axe horizontal de mêmes sens et direction que \vec{v}_0 , \vec{O}_z est l'axe vertical, orienté vers le bas.

- 1) Exprimer le vecteur accélération de la fusée dans le repère choisi.
- 2) Établir, sous forme littérale, les équations exprimant les coordonnées $x(t)$ et $z(t)$ de la fusée en fonction du temps lors de son mouvement dans le repère choisi.
- 3) En déduire l'expression littérale de la trajectoire de la fusée.
- 4) Déterminer numériquement les coordonnées de la fusée, à la date $t = 2,00 \text{ s}$, si $v_0 = 5,00 \text{ km.s}^{-1}$.

B / Dans un second temps, au sommet du Mont Everest d'altitude h , considéré comme le plus haut point de la Terre, on fait décrire à la fusée une orbite circulaire dont le centre est le centre de la Terre, en lui donnant une vitesse v_f suffisante.

La valeur du champ de pesanteur au niveau de la mer, pour $h_0 = 0 \text{ m}$, est $g_0 = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

L'expression du champ de pesanteur à l'altitude h est $g = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$, où R est le rayon moyen de la Terre : $R = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$.

- 1) Que peut-on dire du vecteur accélération de la fusée ? En déduire que son mouvement est uniforme de vitesse v_f .
- 2) Établir l'expression littérale donnant la vitesse v_f de la fusée en fonction de g_0 , R et h .
- 3) Calculer la valeur numérique de v_f à l'altitude du Mont Everest, soit $h = 8,85 \cdot 10^3 \text{ m}$.
- 4) Quelle est la valeur numérique de la période T du mouvement de la fusée ?

Exercice n° III : TRANSFORMATIONS NUCLÉAIRES.

Il est demandé l'expression des valeurs littérales avant tout calcul numérique.

L'iode $^{131}_{53}\text{I}$, est un radio nucléide ayant la propriété de se fixer sur la glande thyroïde. Il présente une radioactivité de type β^- .

- 1) Donner la composition du noyau d'iode 131.
- 2) Lors de la désintégration β^- , quelle transformation se produit dans le noyau d'iode 131 ? Écrire l'équation de cette transformation.
- 3) Écrire l'équation de la réaction de désintégration β^- de l'iode 131 et préciser les lois de conservation utilisées. On donne l'extrait suivant du tableau périodique des éléments :
Antimoine : $_{51}\text{Sb}$; Tellure : $_{52}\text{Te}$; Xénon : $_{54}\text{Xe}$; Césium : $_{55}\text{Cs}$.
- 4) Une personne a été contaminée par de l'iode 131 dont le temps de demi-vie ou période est $T = 8 \text{ jours}$.
 - a) Définir en une phrase le temps de demi-vie d'un radio nucléide.
 - b) Le nombre $N(t)$ de noyaux non désintégrés au bout d'un temps t est donné par $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ où N_0 est le nombre de noyaux d'iode 131 à l'instant $t = 0$ et λ une constante appelée constante radioactive. Déterminer l'expression de la constante radioactive λ en fonction de la période T et calculer sa valeur numérique.
 - c) Pour la personne contaminée à l'instant $t = 0$, calculer le temps au bout duquel il ne restera plus que le $1/128^{\text{ème}}$ du nombre de noyaux d'iode 131 initial fixés sur sa glande thyroïde.

Épreuve de CHIMIE
30 min – 10 points

Exercice n° I : RÉACTION ENTRE L'ÉTHANOL ET LE SODIUM PUR.

- 1) Dans 30,0 mL d'éthanol pur on introduit 1,00 g de sodium. La réaction qui se produit est assez vive et donne des ions éthanolate $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-_{\text{aq}}$, des ions sodium Na^+_{aq} et du gaz dihydrogène H_2 .
 - a) Écrire l'équation chimique de la réaction entre l'éthanol pur et le sodium.
 - b) Montrer que la totalité du sodium introduit a réagi.
 - c) En déduire le nombre de moles d'ions éthanolate formées au cours de la réaction.

- 2) Après refroidissement du mélange réactionnel, on le verse dans une fiole jaugée de 200 mL et on complète avec de l'eau distillée. La solution ainsi obtenue est appelée S, son volume est noté V.
 - a) L'ion éthanolate étant une base, écrire l'équation chimique de la réaction des ions $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-_{\text{aq}}$ avec les molécules d'eau.
 - b) On dose $v = 10,0$ mL de solution S par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $c_a = 2,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. L'équivalence acido-basique est obtenue lorsqu'un volume $v_a = 10,7$ mL de solution d'acide chlorhydrique a été versé.
Montrer que ce résultat est en accord avec la réponse obtenue en 1) c). Justifier la réponse.

Données :

- Masses molaires atomiques : $M(\text{Na}) = 23 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $M(\text{C}) = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse volumique de l'éthanol : $\rho = 790 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Exercice n° II : OXYDO-RÉDUCTION, CATALYSE.

- 1) Dans une solution d'iodure de potassium ($\text{K}^+_{\text{aq}} + \text{I}^-_{\text{aq}}$), on verse une solution de peroxydisulfate de sodium ($2\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{\text{aq}}$). La réaction est théoriquement possible mais, pratiquement, on n'observe rien. Expliquer pourquoi.
- 2) On ajoute quelques cristaux de sulfate de fer II, FeSO_4 . On observe alors un changement de couleur de la solution. Une analyse montre que la concentration en ions $\text{Fe}^{2+}_{\text{aq}}$ n'a pas varié après la réaction.
 - a) Expliquer le processus ayant conduit à ce changement de couleur.
 - b) Écrire les équations chimiques des réactions qui se sont produites. Quel est le rôle joué par les ions $\text{Fe}^{2+}_{\text{aq}}$?

On donne les couples oxydant / réducteur : $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{\text{aq}} / \text{SO}_4^{2-}_{\text{aq}}$; $\text{I}_2_{\text{aq}} / \text{I}^-_{\text{aq}}$; $\text{Fe}^{3+}_{\text{aq}} / \text{Fe}^{2+}_{\text{aq}}$.

Sujet de Biologie. 1h30 sur 20 points

Les questions A B C sont indépendantes et ont le même coefficient

A

Dans cet exercice il sera tenu compte de la précision, de la concision, ainsi que de l'utilisation d'expressions appropriées et/ou de mots clés soulignés.

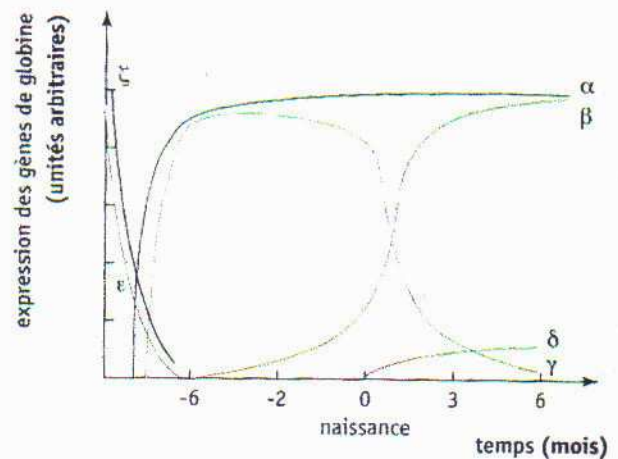
Document 1

► L'hémoglobine est une molécule formée de 4 chaînes polypeptidiques (les globines) semblables deux à deux. Au cours de sa vie, l'Homme fabrique des chaînes de globine différentes.

● L'hémoglobine embryonnaire est constituée de chaînes ζ et ϵ , l'hémoglobine fœtale de chaînes α et γ .

● Après la naissance, on trouve dans le sang, de l'hémoglobine A majoritaire (97 %), constituée de chaînes α et β , de l'hémoglobine D (2 %) constituée de chaînes α et δ et moins d'1 % d'hémoglobine fœtale.

► Les gènes codant pour ces globines sont localisés sur les chromosomes 11 et 16.



Expression des gènes de globine au cours de la vie.

- 1) Quel est le nom complet, et quels sont les composants de la molécule constituant les gènes ?
- 2) Que signifie « coder pour ces globines ».
- 3) Précisez, sans développer, le nom des étapes depuis les gènes jusqu'aux globines.
- 4) Définissez les termes allèle, locus, et précisez combien d'allèles correspondant aux différentes globines un humain peut posséder au maximum.
- 5) Le gène de la bêta globine est situé sur le chromosome n° 11, et 476 allèles ont été recensés à ce jour. Expliquez le mécanisme fondamental à l'origine de cette diversité.

6) Quelles sont les conditions impliquant une transmission héréditaire de ces allèles ?

On connaît de nombreuses maladies se traduisant par des anémies plus ou moins marquées. On présente dans le document 2 le début de la séquence (qui comprend 147 codons au total) de l'ARN messager correspondant au gène de la bêta globine de six individus, dont certains sont atteints par ce type de maladies

Document 2

NB : numérotation des codons : le codon « départ » AUG porte ici le n° 0.

Individu 1 : 76 premiers codons de l'ARNm correspondant à l'allèle le plus fréquent (hémoglobine fonctionnelle).

AUG GUG CAC CUG ACU CCU GAG GAG AAG UCU GCC GUU ACU GCC CUG UGG GGC AAG GUG AAC GUG GAU GAA GUU GGU GGU
GAG GCC CUG GGC AGG CUG CUG GUG GUC UAC CCU UGG ACC CAG AGG UUC UUU GAG UCC UUU GGG GAU CUG UCC ACU
CCU GAU GCU GUU AUG GGC AAC CCU AAG GUG AAG GCU CAU GGC AAG AAA GUG CUC GGU GCC UUU AGU GAU GGC CUG...
75

Individu 2 (hémoglobine fonctionnelle) : la mutation de l'ADN porte sur le triplet 2.

AUG GUG CAU CUG ACU CCU GAG GAG AAG UCU GCC GUU ACU GCC CUG UGG GGC AAG GUG AAC GUG GAU GAA GUU GGU GGU
GAG GCC CUG GGC AGG CUG CUG GUG GUC UAC CCU UGG ACC CAG AGG UUC UUU GAG UCC UUU GGG GAU CUG UCC ACU
CCU GAU GCU GUU AUG GGC AAC CCU AAG GUG AAG GCU CAU GGC AAG AAA GUG CUC GGU GCC UUU AGU GAU GGC CUG...
75

Individu 3 atteint de drépanocytose (hémoglobine anormale) : la mutation de l'ADN porte sur le triplet 6.

AUG GUG CAC CUG ACU CCU GUG GAG AAG UCU GCC GUU ACU GCC CUG UGG GGC AAG GUG AAC GUG GAU GAA GUU GGU GGU
GAG GCC CUG GGC AGG CUG CUG GUG GUC UAC CCU UGG ACC CAG AGG UUC UUU GAG UCC UUU GGG GAU CUG UCC ACU
CCU GAU GCU GUU AUG GGC AAC CCU AAG GUG AAG GCU CAU GGC AAG AAA GUG CUC GGU GCC UUU AGU GAU GGC CUG...
75

Individu 4 atteint de thalassémie (absence de chaîne β) : la mutation de l'ADN porte sur le triplet 17.

AUG GUG CAC CUG ACU CCU GAG GAG AAG UCU GCC GUU ACU GCC CUG UGG GGC UAG GUG AAC GUG GAU GAA GUU GGU GGU
GAG GCC CUG GGC AGG CUG CUG GUG GUC UAC CCU UGG ACC CAG AGG UUC UUU GAG UCC UUU GGG GAU CUG UCC ACU
CCU GAU GCU GUU AUG GGC AAC CCU AAG GUG AAG GCU CAU GGC AAG AAA GUG CUC GGU GCC UUU AGU GAU GGC CUG...
75

Individu 5 atteint de thalassémie (absence de chaîne β) : la mutation de l'ADN porte le triplet 6.

AUG GUG CAC CUG ACU CCU GGG AGA AGU CUG CCG UUA CUG CCC UGU GGG GCA AGG UGA ACG UGG AUG AAG UUG GUG GUG
AGG CCC UGG GCA GGC UGC UGG UGG UCU ACC CUU GGA CCC AGA GGU UCU UUG AGU CCU UUG GGG AUC UGU CCA CUC
CUG AUG CUG UUA UGG GCA ACC CUA AGG UGA AGG CUC AUG GCA AGA AAG UGC UCG GUG CCU UUA GUG AUG GCC UG...
75

Individu 6 atteint de thalassémie (absence de chaîne β) : la mutation de l'ADN porte sur le triplet 72.

AUG GUG CAC CUG ACU CCU GAG GAG AAG UCU GCC GUU ACU GCC CUG UGG GGC AAG GUG AAC GUG GAU GAA GUU GGU GGU
GAG GCC CUG GGC AGG CUG CUG GUG GUC UAC CCU UGG ACC CAG AGG UUC UUU GAG UCC UUU GGG GAU CUG UCC ACU
CCU GAU GCU GUU AUG GGC AAC CCU AAG GUG AAG GCU CAU GGC AAG AAA GUG CUC GGU GCC UUU UAG UGA UGG CCU G...
75

7) En vous aidant du code génétique rappelé dans le document 3, expliquez le cas des individus 2 et 3

8) Expliquez celui des individus 4, 5, 6.

9) Comment appelle-t-on un groupe comme celui des globines ; quels mécanismes d'innovation génétique sont impliqués dans leur mise en place dans l'histoire des vertébrés.

10) Proposez une hypothèse à l'intérêt de l'existence de plusieurs globines différentes chez un humain.

Document 3

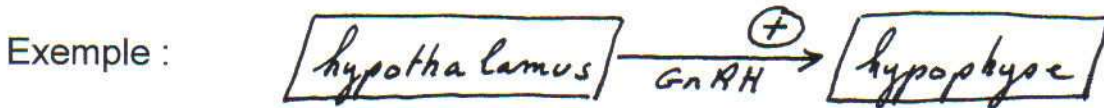
5'	1 ^{re} lettre				2 ^e lettre				3 ^e lettre		3'	
	U		C		A		G					
U	UUU	} phénylalanine (phe)	UCU	} sérine (ser)	UAU	} tyrosine (tyr)	UGU	} cystéine (cys)	U	C	A	G
	UUC		UCC		UAC		UGC					
	UUA	} leucine (leu)	UCA	} arrêt	UAA	} arrêt	UGA	} tryptophane (trp)				
	UUG		UCG		UAG		UGG					
C	CUU	} leucine (leu)	CCU	} proline (pro)	CAU	} histidine (his)	CGU	} arginine (arg)	U	C	A	G
	CUC		CCC		CAC		CGC					
	CUA		CCA		CAA	} glutamine (gln)	CGA					
	CUG		CCG		CAG		CGG					
A	AUU	} isoleucine (ileu)	ACU	} thréonine (thr)	AAU	} asparagine (asn)	AGU	} sérine (ser)	U	C	A	G
	AUC		ACC		AAC		AGC					
	AUA	} méthionine (met)	ACA	} lysine (lys)	AAA	} arginine (arg)	AGA					
	AUG		ACG		AAG		AGG					
G	GUU	} valine (val)	GCU	} alanine (ala)	GAU	} ac. aspartique (asp)	GGU	} glycine (gly)	U	C	A	G
	GUC		GCC		GAC		GGC					
	GUA		GCA		GAA	} ac. glutamique (glu)	GGA					
	GUG		GCG		GAG		GGG					

U = uracile. C = cytosine. A = adénine. G = guanine.

B

Etude de quelques aspects du fonctionnement des gonades : différentes expériences sont menées chez plusieurs organismes de sexes différents .

Pour l'analyse de ces différentes expériences, vous répondrez aux questions par un **schéma fonctionnel** annoté en utilisant des cases pour un organe ou un tissu, et des flèches pour une relation de stimulation ou d'inhibition.



1) **Expérience 1 : la castration d'un rat mâle après la puberté, entraîne l'atrophie des vésicules séminales et de la prostate.**

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

2) Expérience 2 : L'hypophysectomie chez un rat mâle adulte entraîne une chute du taux de testostérone dans le sang, ainsi qu'une atrophie testiculaire et la stérilité.

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

3) Expérience 3 : Une injection de FSH chez un mâle hypophysectomisé permet un certain développement de la paroi des tubes séminifères, mais pas une spermatogenèse complète.

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

4) Expérience 4 : Une injection de LH, chez un mâle hypophysectomisé permet une sécrétion de testostérone mais pas de spermatogenèse complète. Cette dernière est complète si on injecte également de la FSH.

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

5) Expérience 5 : la castration chez un mâle pubère entraîne une hypertrophie de l'hypophyse.

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

6) Expérience 6 : Chez des femelles castrées, l'hypophyse augmente de volume et dans le sang on peut doser une quantité anormalement élevée de FSH et LH . Si on injecte alors des quantités bien dosées d'œstrogènes, la sécrétion des hormones hypophysaires revient à la normale.

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

7) Expérience 7 : L'ablation de l'hypophyse pratiquée le troisième jour du cycle provoque l'atrophie des ovaires. Le taux d'œstrogènes dans le sang est alors inférieur à la normale et on ne décèle jamais de progestérone ;

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

8) Expérience 8 : On peut provoquer également chez des femelles non castrées une hypersécrétion des hormones hypophysaires en

stimulant électriquement l'hypothalamus de façon régulière et localisée.

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

9) Expérience 9 : Chez la femme, la prise expérimentale de pilule contenant un progestatif et un œstrogène de synthèse, dans les derniers jours d'un cycle normal, retarde l'arrivée de ses menstruations jusqu'à l'arrêt du traitement.

Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

10) Expérience 10 : Chez la femme un choc émotionnel peut perturber le cycle menstruel.

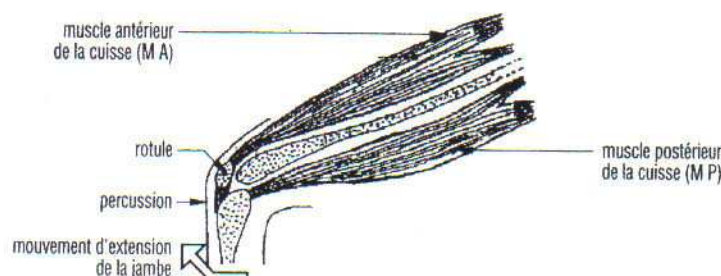
Quelle est la relation fonctionnelle mise en évidence par cette expérience ?

Observation : aucun schéma récapitulatif n'est demandé en conclusion à ces expériences.

C

Dans cet exercice il sera tenu compte de la précision, de la concision, ainsi que de l'utilisation d'expressions appropriées et/ou de mots clés soulignés.

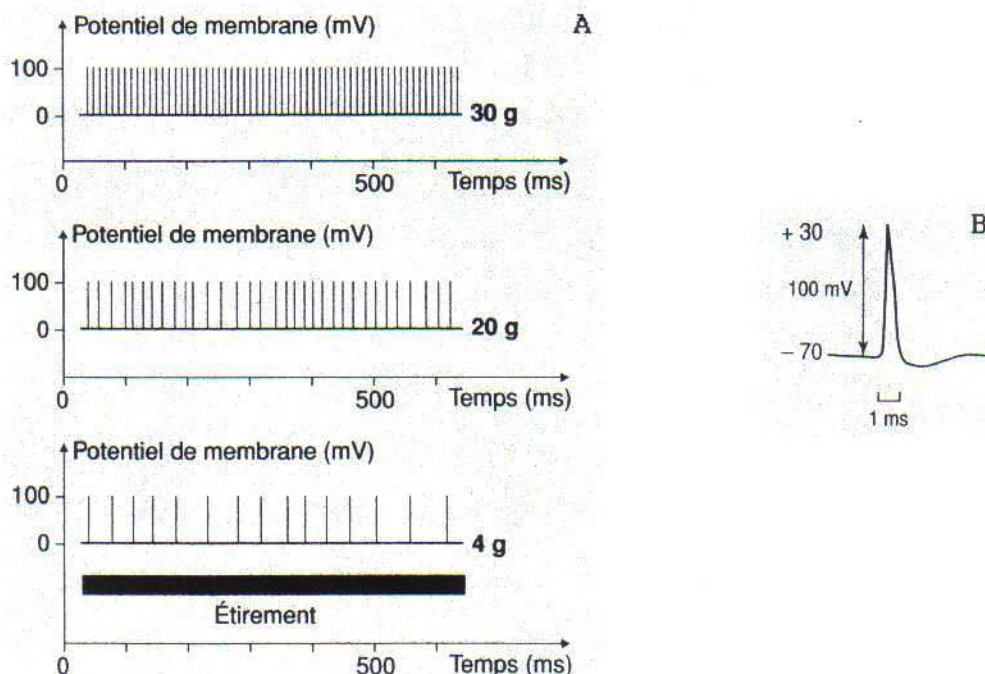
Chez l'Homme, un coup sec appliqué sous la rotule, au niveau du tendon du muscle antérieur de la cuisse, provoque l'extension de la jambe.



1) Identifiez le réflexe : nommez-le ; définissez-le.

- 2) Dans le mouvement qui a lieu, quels sont les rôles des muscles MA et MP ?
- 3) Réalisez un schéma fonctionnel simple indiquant les organes qui interviennent dans la réaction étudiée en signalant le trajet du message nerveux depuis le récepteur sensoriel jusqu'aux muscles MA et MP.
- 4) Expliquez en quelques lignes le mécanisme de cette réaction.

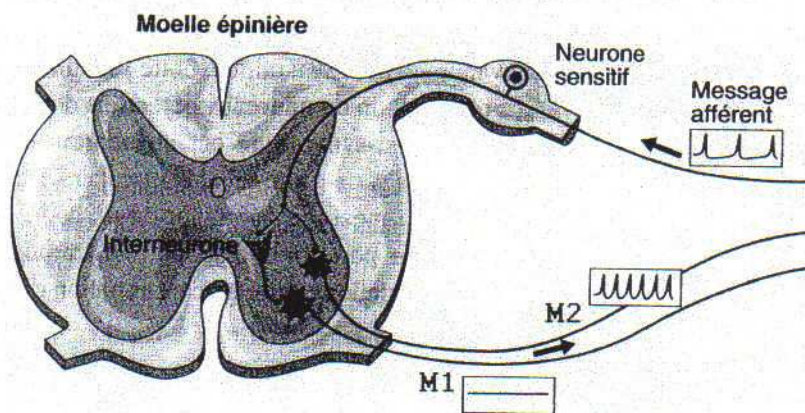
Par des expériences d'électrophysiologie animale, on cherche à préciser le fonctionnement des circuits neuroniques concernés. Au moyen d'un oscilloscope on enregistre, chez un animal, le message nerveux dans l'une des fibres issues d'un organe sensoriel du muscle MA lorsqu'on charge le tendon de ce muscle avec des masses croissantes de 4, 20, 30 grammes. On obtient les enregistrements figurés ci-dessous (schéma A). Le schéma B donne le tracé d'un signal élémentaire obtenu avec le même montage, mais en augmentant la vitesse de balayage horizontal de l'oscilloscope.



- 5) Nommez le signal élémentaire présenté schéma B ; quelles en sont les caractéristiques ? (les phénomènes ioniques membranaires ne seront pas abordés).

- 6) Dégagez du document A les caractéristiques du message nerveux qui se propage le long d'une fibre nerveuse centripète issue du muscle MA. Montrez comment ce message rend compte des caractères de la stimulation portée.

Que devient le message nerveux afférent au niveau du centre nerveux ? Pour tenter de répondre à cette question, on réalise un dispositif expérimental permettant d'enregistrer l'activité des neurones localisés dans la moelle épinière. M1 et M2 sont des motoneurones auxquels sont reliés des oscilloscopes. Les encadrés sur le schéma représentent les enregistrements obtenus lorsqu'on stimule efficacement les fibres afférentes.



- 7) Commentez l'enregistrement obtenu au niveau de M2 ; quelles sont les conséquences de ce signal sur le muscle innervé (nommez ce muscle) ?
- 8) Commentez l'enregistrement obtenu au niveau de M1 ; quelles sont les conséquences de ce signal sur le muscle innervé (nommez ce muscle) ? Précisez le rôle de l'interneurone.

Bien que les neurones ne soient pas en contact direct, le signal est transmis depuis le neurone sensitif vers le motoneurone M2.

- 9) Faites un schéma légendé de la zone de liaison entre ces deux neurones.
- 10) Commentez ce schéma en précisant la succession des événements.