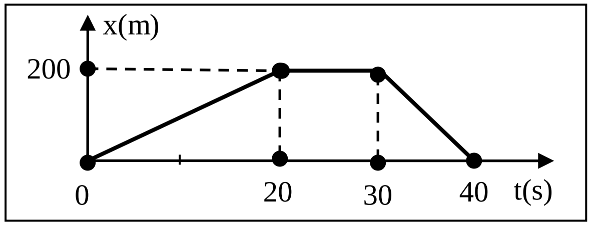
CINEMATIQUE DU POINT

❶ Un mobile ponctuel se déplace suivant un axe $(O,\vec{i})$ avec une accélération constante $\vec{a} = 4.\vec{i}$ (en m. s^{-2}).
A l'origine des dates, le mobile passe en M_0 d'abscisse -2m à la vitesse de 3 m. s^{-1}.
1. Donner l'expression de la vitesse du mobile en fonction du temps.
2.a) Donner l'équation horaire du mouvement.
b) En déduire l'expression du vecteur- position.

❷ Un mobile M décrit sur un axe $(O, \vec{i})$ un mouvement uniformément varié d'accélération $\vec{a} = 4.\vec{i}$. A l'instant t = 0, le vecteur-vitesse est $\overrightarrow{V_0} = -8.\vec{i}$ et le vecteur position est $\overrightarrow{OM_0} = -2\,\vec{i}$.
1. Etablir les équations horaires du mouvement x = f(t) et v = g(t).
2. Déterminer la date et la position pour lesquelles la vitesse s'annule.
3. Entre quelles dates le mouvement est-il accéléré ? Retardé ?

❸ Un mobile décrit une trajectoire rectiligne. Sa position par rapport au point O de la trajectoire orientée est repérée à la date t par son abscisse x.
1. Décrire qualitativement le mouvement du mobile à l'aide de la représentation graphique ci-dessous.
2. Donner l'équation x (t) du mouvement du mobile durant les diverses étapes du trajet à partir de cette représentation.
3. Les variations de vitesse aux instants 20 s, 30 s, sont-elles physiquement concevables ?

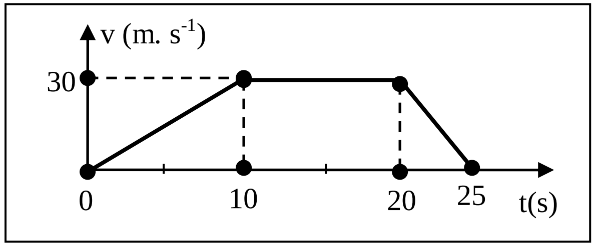


❹ Les équations paramétriques (en unités S.I) du mouvement d'un mobile se déplaçant dans un plan muni d'un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ sont :

$$x = 3t$$
$$y = -t^2 + 5t$$

1. Rechercher l'équation cartésienne de la trajectoire.
2. Calculer l'abscisse du mobile lorsque celui-ci repasse par l'ordonnée y = 0.
3. Donner les caractéristiques du vecteur- vitesse lorsque le mobile passe par son ordonnée maximale y_{max}.
4. Calculer la valeur de la vitesse à la date t = 6 s.

❺ Un mobile décrit une trajectoire rectiligne. On a représenté les variations de la vitesse v en fonction du temps.
1. Décrire qualitativement le mouvement du mobile.
2. Pour chaque phase du mouvement, déterminer :
a) la valeur de l'accélération;
b) les expressions de v(t) et x(t), en prenant pour origine des espaces le point de départ ;
c) la distance parcourue.



❻ La valve d'une roue est animée d'un mouvement circulaire par rapport au cadre du vélo. Le rayon de la trajectoire est R = 32 cm.
1. A un instant donné, la vitesse de la valve vaut 0,5 m. s^{-1}.

a) Donner l'expression de l'accélération normale.
b) Calculer sa valeur à cet instant.
2. Au même instant, l'accélération tangentielle vaut 1 m. s^{-2}
a) Donner l'expression de l'accélération tangentielle.
b) En déduire la valeur du vecteur- accélération.

❼ Une bille B_1 est lancée verticalement vers le haut à partir d'un point A, avec une vitesse V_0 = 15 m. s^{-1}; son vecteur accélération est celui de la pesanteur (on prendra g = 10 m. s^{-2}).
1. Ecrire l'équation horaire du mouvement de B_1, en prenant comme origine des abscisses le point A et comme origine des temps l'instant du lancement
2. Quelle est l'altitude maximale atteinte ? Quelle est la durée de l'ascension ?
3. Une seconde après le départ de B_1, on lance une bille B_2 dans les mêmes conditions.
a) A quelle altitude et à quel instant B_1 et B_2 se rencontrent-elles ?
b) Quelles sont les vitesses de B_1 et B_2 juste avant la rencontre ?

❽ Une automobile est en mouvement rectiligne horizontal. Pendant les 25 premières secondes, la vitesse de l'automobile croît de 0 à 20 m. s^{-1}. L'automobile a ensuite un mouvement uniforme puis jusqu'à l'arrêt un mouvement retardé d'accélération 0,5 m. s^{-2}. La distance totale parcourue par l'automobile est 10 km.
Déduire de ces données:
1. Le temps pendant lequel le mouvement est freiné.
2. La distance parcourue à vitesse constante.
3. La durée totale du trajet.

❾ On étudie le mouvement d'un mobile ponctuel sur un axe (O ; $\vec{i}$). Ses caractéristiques sont :
- Accélération constante : 4 m. s^{-2}
- Abscisse à la date t = 0 : 1,0 m
- Vitesse à la date t = 0 : - 3 m. s^{-1}.

1. Quelle est la nature de ce mouvement ?
2. Ecrire l'équation de la vitesse $V_x(t)$ et l'équation horaire x(t).
3.a) Déterminer les dates auxquelles le mobile passe à l'origine O.
b) Quelle est alors la vitesse ?
c) Que peut-on en déduire sur le mouvement du mobile ?
4. Au cours de son évolution, le mobile change-t-il de sens de parcours ? Si oui, donner la date et la position correspondant à ce changement.

❿ Un mobile est animé d'un mouvement de translation rectiligne dans un repère (O,$\vec{i}$). Le mouvement comporte deux phases dont la 1ère dure 30 s. Un chronométreur a relevé la vitesse en fonction du temps. Après conversion on obtient le tableau suivant :

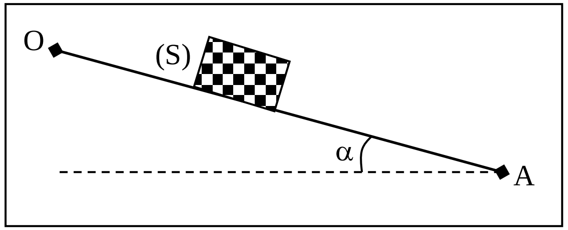
t en s	0	10	20	30	40	50	100	150
v en m. s^{-1}	0	4	8	12	11	10	5	0

1. Tracer le graphique v = f(t). Echelle 1 cm ↔ 4 m. s^{-1} ; 1 cm ↔10 s.
2. Etablir l'équation horaire du mouvement pour chaque phase. Préciser la nature du mouvement pendant chaque phase. La position du mobile est repérée à chaque instant par son abscisse x comptée à partir de l'origine O du repère.
3.
3.1. Calculer la longueur du trajet parcouru par le mobile pendant toute la durée du mouvement.
3.2. Montrer que cette distance est représentée par l'aire de la figure donnée par le graphique v = f(t).
4. Quelle est la distance parcourue par le mobile à la date t = 60 s ? Quelle est alors sa vitesse ?

MOUVEMENTS DU CENTRE D'INERTIE

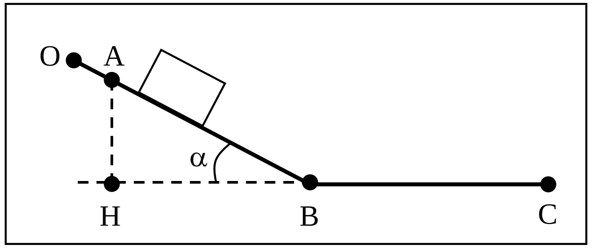
❶ Un objet de masse m est lancé vers le haut avec une vitesse $V_0 = 25$ m. s^{-1}. L'intensité du champ de pesanteur terrestre est $g = 9{,}8$ m. s^{-2}.
1. Etablir l'équation horaire z (t) du mouvement, altitude atteinte par l'objet à l'instant t.
2. Calculer la hauteur maximale atteinte, ainsi que l'instant t_m auquel celle-ci est atteinte.
3. A l'aide du théorème de l'énergie cinétique, retrouver la valeur de cette hauteur maximale.

❷ Un solide (S), de masse M est immobile au sommet O d'un plan incliné de longueur L, d'angle α avec l'horizontale. On laisse glisser (S) le long du plan; il atteint le point le plus bas A avec la vitesse V_A Le long du déplacement OA, la force de frottement F est constante.



1. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer la valeur de la force de frottement F.
2. Etablir l'équation horaire du mouvement de (S) le long de la ligne OA de plus grande pente (origine en O).
3. A quel instant le solide S va-t-il atteindre le point A ?
4. Déterminer la valeur de la réaction R du plan sur le solide (S).
Données: $g = 9{,}81$ N.kg^{-1} ; $\alpha = 38°$; $M = 2$ kg ; $L = 15$ m ; $V_A = 6{,}5$ m. s^{-1}

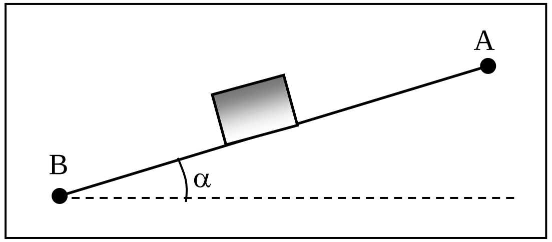
❸ Un solide de masse m se déplace sur un rail OBC.
1.a) Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
b) On assimilera le solide à un point matériel M. Les frottements sont négligeables sur la partie OB. De quelle hauteur AH faut-il lâcher M pour qu'en B la vitesse ait la valeur $V_B = 6$ m. s^{-1} ? On prendra $g = 10$ m. s^{-2}.
2. Le mobile M aborde avec la vitesse $V_B = 6$ m. s^{-1} la partie horizontale du rail où existent des frottements, équivalents à une force unique de valeur f.
a) Faire l'inventaire des forces appliquées à M et les représenter sur un schéma.
b) Quand le mobile M atteint le point C, sa valeur vaut $V_C = 4{,}5$ m. s^{-1}.
En posant BC = L, établir l'expression de f en fonction de m, L, V_B et V_C
Calculer f.
✍**Données** : m = 200 g et L = 3 m.
3. Le mouvement de M sur le parcours BC est uniformément varié.
a) Justifier cette affirmation et déterminer les caractéristiques du vecteur-accélération.
b) Déterminer la durée du parcours BC.



❹ Une cabine d'ascenseur de masse M = 300 kg transporte trois personnes de masse totale m = 200 kg. Lorsque la cabine est en mouvement, le câble exerce sur celle-ci une force constante $\vec{F}$ verticale, dirigée vers le haut et de valeur 5 900 N.
1. a) Ecrire l'expression littérale de l'accélération de la cabine.

b) Calculer l'accélération de la cabine et préciser le sens du vecteur-accélération.
2.a) La cabine démarre sans vitesse initiale.
Donner les expressions littérales de la vitesse et de l'altitude à un instant t, sachant que l'altitude initiale est nulle.
b) Calculer les valeurs de la vitesse et de l'altitude à l'instant t = 6 s.

❺ Un solide supposé ponctuel de masse M = 0,1 kg glisse le long de la ligne de plus grande pente AB d'un plan incliné faisant un angle $\alpha = 20°$ avec le plan horizontal.



1. Le solide est abandonné en A sans vitesse initiale.
a) En considérant les frottements négligeables, déterminer la nature du mouvement du solide et calculer la durée du parcours AB.
A.N. : AB = 2m.
b) En réalité, cette durée est égale à 1,3 s. En admettant l'existence d'une force de frottement $\vec{f}$ constante, opposée au vecteur- vitesse, déterminer la valeur de cette force de frottement.
2. Le mobile est maintenant lancé de B vers A. Lors de son passage en B, sa vitesse est égale à 3,0 m. s^{-1}.
Déterminer la position du point C où la vitesse du solide s'annule.
On supposera que la force de frottement est constamment égale à 0,10 N.
On donne : g = 9,8ms^{-2}.

❻ Un solide pouvant glisser sans frottement sur un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale est abandonné en un point A sans vitesse initiale. A l'instant t = 0, le mobile passe en un point O d'abscisse x = 0,0 m. On mesure la vitesse v du mobile à la date t.
On obtient le tableau suivant:

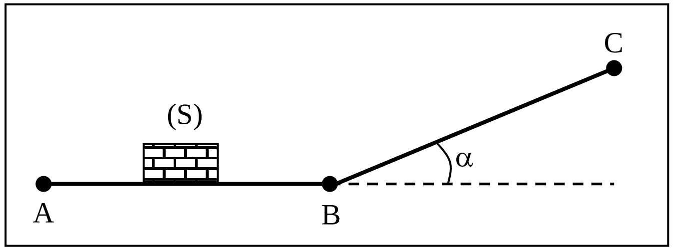
t (s)	0,0096	0,0279	0,0452	0,0617	0,0776	0,0927	0,1074	0,1214
v (m/s)	1,066	1,127	1,184	1,239	1,292	1,343	1,392	1,439

1. Tracer la courbe v = f(t).
Echelle : 1 cm ↔ 0,01s en abscisse; 1 cm ↔ 0,1 m. s^{-1} en ordonnée.
2. a) Déduire de la courbe, la nature du mouvement du mobile et calculer son accélération.
b) Déterminer la vitesse v_0 du mobile à la date t = 0.
c) Calculer la date à laquelle le mobile a été abandonné sans vitesse initiale, du point A.
d) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer la distance AO parcourue par le mobile.
On donne : g = 9,8 m. s^{-2} ; $\alpha = 20°$.
3. Etablir l'expression théorique de l'accélération et la calculer. Comparer à la valeur expérimentale et conclure.
4. La même expérience est refaite avec un banc à coussin d'air défectueux On mesure une accélération a' = 2,1 m. s^{-2}.
Déterminer l'expression de la force de frottement et calculer sa valeur numérique. On donne: m = 100 g.

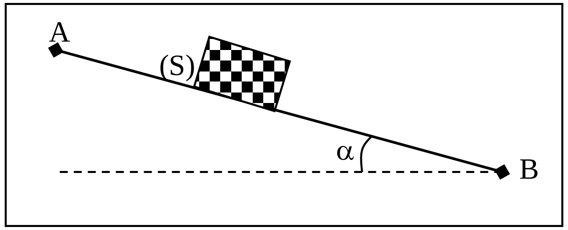
❼Un pendule est constitué par un fil OA de longueur $\ell = 1$ m, auquel est fixé en A une petite bille d'acier de masse m = 200 g.
Le pendule est suspendu en son extrémité O et peut osciller autour d'un axe horizontal passant par O. Il est écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\theta = 60°$ et abandonné sans vitesse initiale.
On néglige les frottements.
On donne : g = 10 N.kg^{-1}.

1. Calculer la vitesse v de la bille supposée ponctuelle lors de son passage par la position d'équilibre.
2. Calculer la tension T du fil au passage du pendule à la position d'équilibre.

❽ Un solide (S) de masse m = 5 kg est placé sur des rails horizontaux de longueur AB. Un homme pousse cet objet avec une force $\vec{F}$ constante, horizontale, pendant une durée t = 3 s.
1.a) Déterminer la nature du mouvement du solide (S), en supposant qu'il glisse sans frottement sur les rails en partant de la position de repos.
b) Sachant qu'à la fin de la période de lancement (S) a une vitesse égale à 6 m. s^{-1}, calculer la valeur numérique de la force $\vec{F}$.
c) Calculer la distance de lancement AB.
2. Arrivé en B, l'objet (S) doit s'élever sur un plan incliné d'un angle α = 30° par rapport au plan horizontal.
En supposant les frottements négligeables, et le plan incliné suffisamment long, quelle longueur devrait parcourir le solide (S) sur le plan incliné jusqu'à ce que sa vitesse s'annule ?

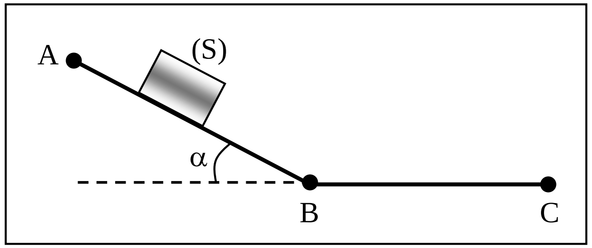


❾ Sur une table à coussin d'air inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale, on lâche d'un point A un palet de masse m = 600 g.
✍ **On donne** : α = 6° ; g = 9,8 m. s^{-2}.



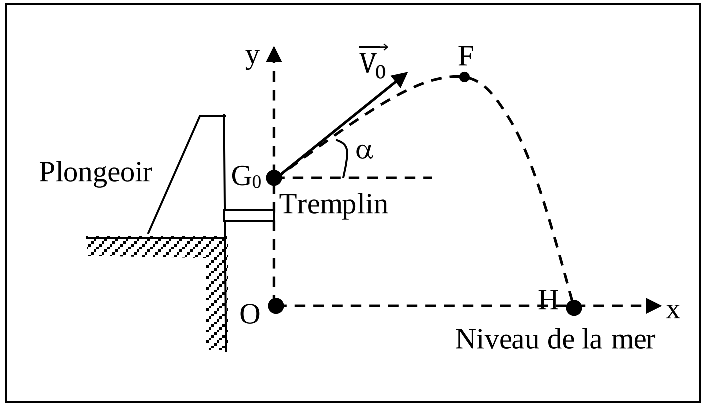
1. Les frottements étant négligés:
a) déterminer les caractéristiques du vecteur- accélération;
b) préciser la nature du mouvement du palet;
c) calculer la vitesse v du palet en B après un parcours ℓ de 52 cm.
2. En fait, la vitesse en B est v' (avec v' = 0,94 m. s^{-1}).
En déduire la valeur de la force de frottement $\vec{f}$ constante, parallèle à la table, exercée par celle-ci.

❿ Un solide de masse m considéré comme ponctuel est lâché en A sans vitesse initiale. Il glisse le long du tremplin ABC. Le frottement est assimilé à une force $\vec{F}$ parallèle au déplacement et de valeur constante sur tout le trajet ABC. Le passage du solide en B ne modifie pas la valeur de sa vitesse. Déterminer :
1. L'accélération a_1 du solide entre A et B.
2. Son accélération a_2 entre B et C.
3. Sa vitesse V_B en B.
4. Sa vitesse V_C en C.
🏆A.N.: m = 100 g; F= 0,1N; α = 20°; AB = BC = ℓ= 50 cm; g = 10 m. s^{-2}



MOUVEMENTS DANS UN CHAMP UNIFORME

❶ **O**n se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur. On néglige les frottements avec l'air. Le repère d'étude xOy est défini à partir du schéma ci-dessous.

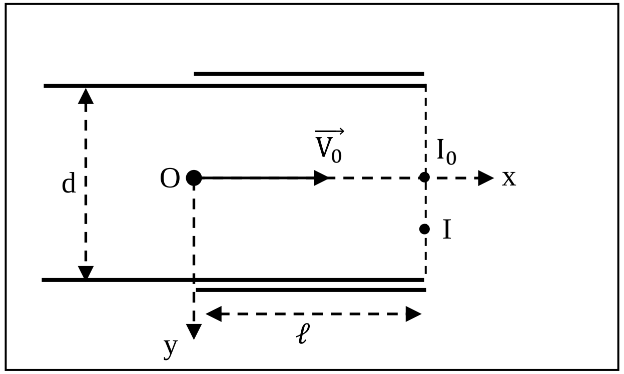


Après s'être lancé, le plongeur quitte le tremplin à la date t = 0 avec un vecteur-vitesse $\vec{V_0}$ incliné de α = 40° par rapport à l'horizontale. Son centre d'inertie est alors au point G_0 de coordonnées $x_0 = 0$ et $y_0 = 6{,}0$ m.

1. Etablir l'équation littérale de la trajectoire du plongeur en fonction des données.
2. Le sommet de la trajectoire étant atteint au point F d'abscisse $x_F = 1{,}0$ m, en déduire la valeur de la vitesse initiale v_0.
3. Le plongeur pénètre dans l'eau en H. Quelle est la valeur de sa vitesse en H ?

✍**On donne** : $g = 9{,}8$ m. s^{-2}.

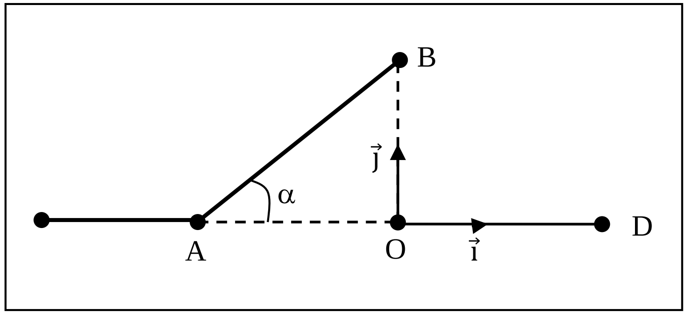
❷ Les armatures d'un condensateur sont horizontales, distantes de d et d'une longueur ℓ. En O, à l'entrée du condensateur, à égale distance des plaques, on injecte un faisceau d'électrons homocinétique, de vitesse V_0.
A la sortie des plaques, on place un écran fluorescent sur lequel le choc des électrons forme une tache claire. Quand le condensateur n'est pas chargé, l'impact des électrons se fait en I_0; quand on établit une tension U entre les armatures du condensateur, l'impact se fait en I.



✍**On donne** : $\ell = 10$ cm ; d = 8 cm ; $I_0 I = 3$ cm ; $V_0 = 7.10^6$ m. s^{-1}.

1. Représenter sur le schéma la direction et le sens du vecteur force électrique qui dévie le faisceau d'électrons.
En déduire la direction et le sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ entre les plaques du condensateur et leur polarité.
2. Donner les caractéristiques du vecteur- accélération $\vec{a}$ du mouvement de l'électron dans le champ électrique $\vec{E}$.
3. Etablir dans le repère (Ox, Oy), les équations horaires x = f (t) et y = h (t) du mouvement de l'électron dans le champ électrique $\vec{E}$.
En déduire l'équation de la trajectoire.
4. Calculer la valeur de la tension U entre les armatures du condensateur lorsque la déviation à la sortie I_0I vaut 3 cm.

❸ Au cours du tournage d'une série policière, un cascadeur doit franchir avec sa voiture un alignement de véhicules. Pour prendre son élan, il utilise une rampe AB inclinée de $\alpha = 20°$ par rapport à l'horizontale.
On prendra $g = 9{,}8$ m. s^{-2}.
La résistance de l'air est considérée comme négligeable durant le saut.
On admettra pour simplifier que le centre d'inertie du système [Voiture - cascadeur] quitte le point B à la date t = 0 avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de direction parallèle à AB et arrive au point D en fin de saut.



✍ **On donne** $\alpha = 20°$; h = OB = 1,8 m
1. Etudier dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G du système [voiture - cascadeur] .
Quelle est la nature de la trajectoire ?
2. Le saut est réussi si le point de réception D se situe à une distance telle que OD ≥ 30 m. Cette condition est-elle satisfaite si la vitesse V_0 vaut 25 m. s^{-1} ?
3. Déterminer la vitesse du centre d'inertie à son arrivée au point D, lorsque V_0 = 25m.s^{-1}.

❹ **Etude d'un oscilloscope.**

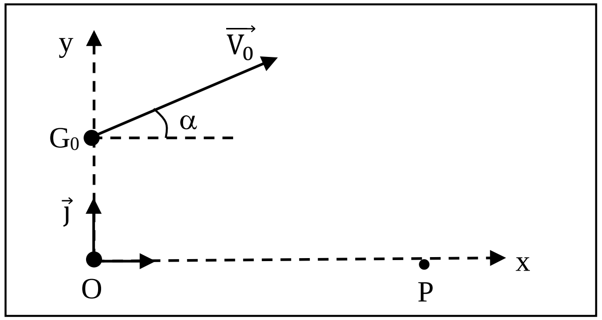
A. Canon à électron.

Dans le canon à électrons d'un oscilloscope, les électrons sont émis sans vitesse initiale par un filament chauffé. Ils sont accélérés par la tension entre le filament (électrode E_1) et une 2de électrode E_2 placée à quelques centimètres. $|V_{E_1} - V_{E_2}|$ = 2500 volts.
1.a) Quel doit être le signe de la tension accélératrice V_{E_1} - V_{E_2} ?
b) Laquelle de ces deux électrodes est la cathode ?
2. On veut calculer v_0 la valeur de la vitesse des électrons lors du passage au niveau de l'électrode E_2 :
a) Enoncer le théorème de l'énergie cinétique ;
b) Retrouver l'expression de la vitesse v_0 des électrons et la calculer numériquement (masse des électrons m = 0,91.10^{-30} kg).

B. Déviation du faisceau

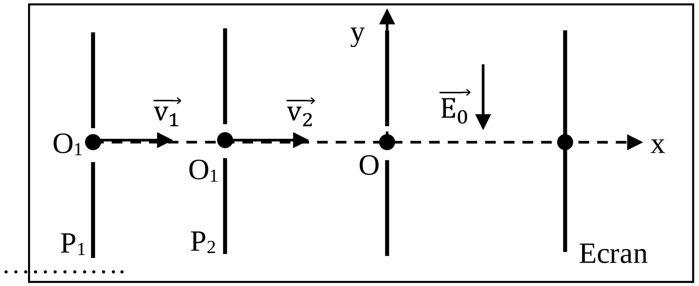
Le faisceau homocinétique d'électrons pénètre avec la vitesse v_0 précédente en O entre les plaques horizontales H et H' planes, parallèles, de longueur ℓ et situées à la distance d l'une de l'autre.
1.a) Etablir l'équation y = f(x) de la trajectoire des électrons dans l'intervalle des plaques entre lesquelles est appliquée une tension U_V.
b) Calculer l'ordonnée y_S du point S où les électrons quittent l'intervalle des plaques. (ℓ = 1 cm ; d = 1 cm ; U_V = 1 V).
2. Calculer la déviation D du spot sur l'écran de l'oscilloscope situé à la distance L = 25 cm du milieu des plaques.

❺ On prendra g = 9,80 m. s^{-2} et on supposera la résistance de l'air négligeable.
Etude du « lancer du poids » :
A l'instant t = 0, la masse quitte la main du lanceur à la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ et son centre d'inertie est en G_0, d'abscisse $x_0 = 0$ et d'ordonnée y_0 (voir figure).
Le vecteur $\overrightarrow{V_0}$ fait un angle α avec l'horizontale et appartient au plan de la figure.



1. Etablir l'équation littérale de la trajectoire du point G dans le repère (Ox, Oy).
2. Soit P le point d'impact du projectile sur le sol.
   a) Comment appelle t- on la distance OP ?
   b) En supposant G_0 en O ($y_0 = 0$), montrer que la portée est maximale pour $\alpha = 45°$.
   c) Pour $y_0 = 2$ m et $\alpha = 45°$, calculer la vitesse v_0 initiale pour atteindre la ligne des 20 mètres.

❻ Des particules α de masse $m = 6{,}6.10^{-27}$ kg et de charge $q = +2e$ arrivent en un point O_1, avec une vitesse horizontale $v_1 = 16\ 000$ km. s^{-1} et traversent l'espace compris entre deux plaques métalliques verticales P_1 et P_2, distantes d'une longueur $\ell = 10$ cm et percées respectivement en O_1 et O_2.



On applique entre ces plaques une tension électrique constante $U_{P_1P_2} = U$.

Il apparaît entre les plaques un champ électrique $\vec{E}$ de valeur $E = 6.10^6$ V. m^{-1} tel que chaque particule sort en O avec une vitesse de valeur v_2 inférieure à v_1.

a) Comparer le poids de la particule α à la force électrique à laquelle elle est soumise. En déduire qu'il est légitime de négliger le poids.

b) Quelle est la nature du mouvement d'une particule α entre P_1 et P_2 ? Préciser la polarité de chaque plaque, le signe de U et représenter le vecteur champ électrique $\vec{E}$.

c) Donner l'expression littérale de la vitesse v_2 en O_2 en fonction de v_1, E, ℓ, e et m. Calculer v_2.

2. Des particules α animées de la vitesse horizontale $\overrightarrow{V_2}$ pénètrent en O dans une zone où existent un champ électrique $\overrightarrow{E_0}$ uniforme et vertical de valeur $E_0 = 1{,}2.10^6$ V.m^{-1}.

a) Etablir l'équation de la trajectoire d'une particule α dans le champ électrique. Quelle est la nature de cette trajectoire? Donner son allure.

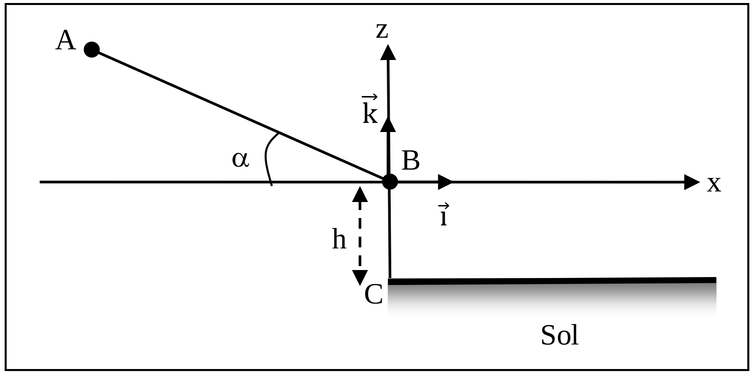
b) Chaque particule frappe un écran vertical en un point I.
Calculer la distance O'I.

Donnée : OO' = L = 20 cm.

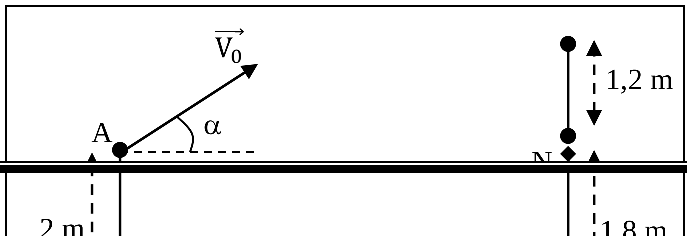
❼ **O**n prendra $g = 9{,}8$ m. s^{-2} et la résistance de l'air sera supposée négligeable.

1. Un solide S, assimilable à un point matériel de masse m = 200 g, est abandonné, sans vitesse initiale, en un point A d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport au plan horizontal.
Dans un premier temps, les frottements étant supposés négligeables, montrer que le solide S est animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré. Calculer son accélération et sa vitesse au point B (AB = 1,0 m).
2. En réalité, à cause des frottements, le solide S, toujours abandonné au point A sans vitesse initiale, passe en B avec une vitesse $v_B = 2{,}0$ m. s^{-1}.
En déduire la valeur, supposée constante, des forces de frottements sur le trajet AB.
3. L'extrémité B du plan incliné se trouve à une hauteur h = BC = 1,0 m au-dessus du sol horizontal. Le solide S passe au point B à l'instant t = 0.

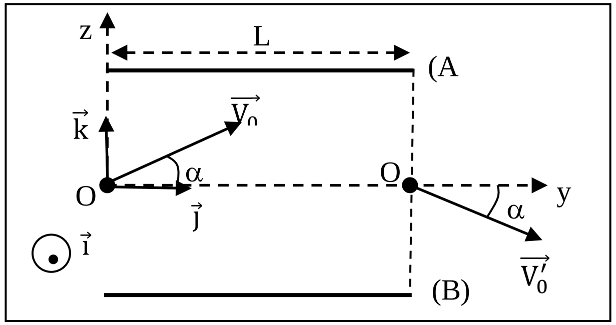
a) Etablir, dans le repère $(B, \vec{i}, \vec{k})$, l'équation de la trajectoire de S pour $t \geq 0$, en fonction de v_B, g et α.
b) Déterminer numériquement la position du point d'impact P du solide S sur le sol avec $v_B = 2{,}0$ m. s^{-1}.



❽ Afin de remettre le ballon en jeu, un joueur placé sur la « ligne de touche » doit le lancer à deux mains en le faisant passer au-dessus de sa tête. Pour simplifier, on supposera que le ballon est ponctuel. Lancé dans ces conditions, le ballon quitte les mains du joueur en un point A situé à 2 m au-dessus du sol avec un vecteur - vitesse $\vec{V_0}$ faisant un angle $\alpha = 26{,}6°$ avec l'horizontale. On prendra g = 10 m. s^{-2}.
1. Quelle vitesse initiale v_0 doit avoir le ballon pour qu'il passe à 1,20 m au-dessus d'un adversaire de taille MN = 1,80 m situé à une distance OM = 12,0 m du lanceur?
2. A quelle distance du lanceur doit se placer l'un de ses partenaires pour recevoir le ballon à ses pieds ?
3. Calculer la durée totale du mouvement du ballon.



❾ Un condensateur plan est constitué de deux plaques rectangulaires A et B parallèles, distantes de d et de longueur L. Entre ces plaques est établie une tension U_{AB} telle qu'un proton arrivant en O avec la vitesse $\vec{V_0}$ sorte du dispositif en O' avec la vitesse $\vec{V_0'}$ (voir figure ci-dessous). Le vecteur- vitesse $\vec{V_0}$ fait l'angle α avec la direction horizontale (OO').



1. Représenter :

a) le vecteur force $\vec{F}$ agissant sur le proton;
b) le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$. ,
2. Indiquer le signe de la tension accélératrice U_{AB}.
3. Etablir l'équation de la trajectoire du proton dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k})$ en fonction des grandeurs e, m, d, L, V_0, α et $U_{AB} = U$.
4. a) Exprimer U pour que le proton sorte en O'.
b) Calculer la valeur de U sachant que :
$v_0 = 1{,}8.10^5$ m. s^{-1} ; $\alpha = 30°$; d = 7 cm ; L = 21 cm ; m = $1{,}67.10^{-27}$ kg.
5. Déterminer :
a) la valeur V_0' de la vitesse en O' ;
b) l'angle α' du vecteur vitesse $\overrightarrow{V_0'}$ avec la direction (OO').

❿ Pour effectuer un service, un joueur de tennis lance une balle verticalement vers le haut à partir d'un point situé à 1,60 m au-dessus du sol et la frappe avec sa raquette lorsqu'elle atteint le sommet de sa trajectoire situé à 0,4 m plus haut. Elle part alors avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ horizontale et doit passer au-dessus d'un filet de hauteur 0,90 m. La distance du joueur au filet est
12 m.
1. Avec quelle vitesse le joueur lance-t-il la balle verticalement ?
2. Etablir dans un repère que l'on définira, l'équation de la trajectoire de la balle après le choc avec la raquette.
3. Quelle doit être la valeur de V_0 pour que la balle passe 10 cm au-dessus du filet ?
Quelle est lors de ce passage, la direction du vecteur- vitesse de la balle ?
g = 9,8 m .s^{-2}.

OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES

❶ On considère le pendule élastique horizontal. On écarte la masse m = 200 g de X_m = 4 cm de sa position d'équilibre et on l'abandonne sans vitesse initiale à la date t = 0.
1. Etablir l'équation différentielle du mouvement de (S) à partir du théorème du centre d'inertie puis en utilisant la conservation de l'énergie mécanique du système.
2. En déduire la pulsation propre, la période et la fréquence des oscillations si la raideur k = 20 N. m^{-1}.
3. Ecrire littéralement puis numériquement les fonctions x = f(t) et v = f(t) du solide S. Pour quelle position de (S) la vitesse est-elle maximale ; nulle ?

❷ Un solide de masse m = 0,5 kg, attaché à l'extrémité d'un ressort de raideur k = 50 N. m^{-1} dont l'autre extrémité est fixe, peut coulisser sans frottement le long d'une tige horizontale.
1. On l'écarte d'une distance a = 5 cm par rapport à sa position d'équilibre stable et on l'abandonne sans vitesse initiale. Donner l'équation horaire du mouvement de S et la période du mouvement.
2. Ecarté de la même manière que précédemment, on lui communique une vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$ dirigée vers la position d'équilibre et de norme V_0 = 2 m. s^{-1}.
a) Donner la nouvelle équation horaire et la nouvelle période.
b) Avec quelle énergie cinétique le solide repasse –t- il par la position d'équilibre la 1ère fois ?

❸

Le centre d'inertie G d'un solide de masse m = 0,1 kg, attaché à l'extrémité libre d'un ressort, a un mouvement rectiligne sinusoïdal dont l'équation horaire est : $x = 5 \cos (15\,t - \frac{\pi}{3})$; (x en cm et t en s).

1. Déterminer l'amplitude, la période propre et la fréquence propre du pendule élastique.
2. Ecrire l'expression de la vitesse du centre d'inertie en fonction du temps. En déduire la vitesse maximale du solide.
3. Calculer l'élongation du mouvement à l'instant t = 2 s.
4. Calculer la raideur k du ressort.

❹

On dispose d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur $k = 10\ N.\ m^{-1}$. On néglige les frottements. On engage le ressort sur une tige horizontale d'axe (Ax) ; l'une de ses extrémités est fixée en A, l'autre est reliée à un cylindre creux (S) de masse m = 0,12 kg qui peut glisser le long de la tige.

L'abscisse du centre d'inertie G de (S) est repérée par rapport à la position O de G à l'équilibre. On écarte le cylindre de sa position d'équilibre et on le lâche à l'instant t = 0. Son abscisse est alors $x_0 = 2$ cm et sa vitesse nulle.

1.

1.1) Quelles sont les hypothèses simplificatrices énoncées ?

1.2) Pourquoi précise-t-on « à spires non jointives » ?

2. Etablir l'expression littérale de l'équation différentielle du mouvement à partir du théorème du centre d'inertie.
3. On donne l'équation horaire : $x = 0{,}02 \cos (9{,}2t)$. Montrer que cette équation :

3.1) est solution de l'équation différentielle du mouvement ;

3.2) vérifie les conditions initiales.

4. Retrouver l'équation différentielle du mouvement à partir du principe de conservation de l'énergie.

❺ Un solide S de masse m = 0,1 kg, est attaché à l'extrémité d'un ressort horizontal à spires non jointives de raideur $k = 10\ N.\ m^{-1}$. Ce solide peut glisser le long d'une tige. Tous les frottements sont négligeables. Le solide est écarté de 10 cm de sa position d'équilibre, puis lâché à la date t = 0s, sans vitesse.

1. Calculer, à la date t = 0 :

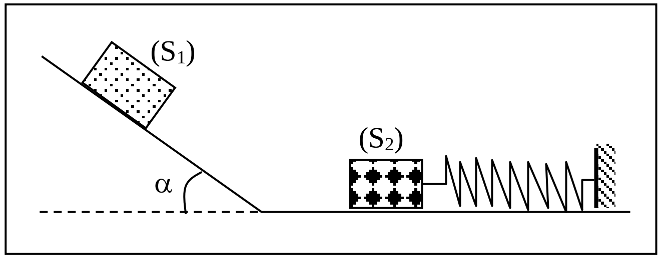
1.1) l'énergie cinétique du solide S ;

1.2) l'énergie potentielle élastique du pendule ;

1.3) l'énergie mécanique totale.

2. Comment varie l'énergie mécanique de ce pendule au cours du temps ?
3. En déduire la valeur de la vitesse du solide lorsqu'il passe par la position d'équilibre initiale, pour laquelle le ressort n'est ni étiré, ni comprimé.

❻ Un solide S_1 de masse $m_1 = 50$ g glisse sans frottement sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$. Après un parcours $\ell = 1$ m, il aborde un plan horizontal jusqu'à heurter un solide S_2, de masse $m_2 = 200$ g immobile avant le choc, comme l'indique le schéma suivant.



1. Calculer la valeur de la vitesse V_1 de S_1 juste avant le choc.
2. Après le choc, S_1 et S_2 restent accrochés. Quelle est la valeur de la vitesse de l'ensemble juste après le choc ?
3. Quelle est la nature du mouvement de l'ensemble à un instant ultérieur au choc ? Etablir l'équation horaire de ce mouvement (littéralement puis numériquement). On prendra $k = 10\ N.\ m^{-1}$.

CHAMP MAGNETIQUE

❶ Une bobine, de longueur 50 cm, comportant 1000 spires de diamètre d = 4 cm, est parcourue par un courant d'intensité 300mA.

1. Peut-on considérer que le champ magnétique au centre de cette bobine est donné par la relation $B = 4\pi.10^{-7}$ n. I ?
2. Quelles grandeurs représentent n et I ? Indiquer leurs valeurs pour cette bobine
3. Calculer la valeur du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde.

❷ Une bobine de longueur ℓ = 50 cm comporte 1000 spires de rayon moyen r = 2,5 cm. Elle est parcourue par un courant d'intensité I = 2,0 A.

1. Peut-on assimiler cette bobine à un solénoïde infiniment long ?
Justifier votre réponse.
2. Sur un schéma, représenter la bobine, le sens du courant I et le vecteur champ magnétique.
3. Calculer la valeur du champ magnétique.

❸Une bobine de longueur ℓ = 20 cm, comporte N = 150 spires de rayon moyen R = 2 cm. On donne $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$S.I

1. Le champ magnétique, au centre de la bobine vaut B = 2 mT.
Calculer l'intensité du courant dans la bobine.
2. La bobine est maintenant parcourue par un courant d'intensité I'= 5 A et placée dans un champ magnétique uniforme de valeur B_0 = 3 mT. L'axe de la bobine et le champ $\overrightarrow{B_0}$ sont perpendiculaires.

a) Représenter sur un schéma $\overrightarrow{B_0}$ et $\overrightarrow{B'}$ (champ créé par la bobine).
b) Quelle direction prendrait une aiguille aimantée placée en O ?
c) Calculer la valeur du champ magnétique résultant en O.

❹ Un solénoïde est constitué d'un enroulement de fil de diamètre d = 1mm, recouvert de vernis d'épaisseur négligeable. Les spires sont jointives et assimilées à des cercles parfaits de rayon r = 2,5 cm.

1. Calculer le nombre de spires par unité de longueur du solénoïde.
2. La longueur du fil de cuivre utilisé est L = 62,8 m. Calculer la longueur ℓ du solénoïde. Peut-on considérer ce solénoïde comme infiniment long ?
3. Le solénoïde est branché aux bornes d'un générateur de courant continu de f.é.m 12 V et de résistance interne 3Ω . On néglige la résistance du solénoïde .Calculer le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde.
4. Le solénoïde est maintenant placé dans un endroit où règne un champ magnétique uniforme de valeur $B_h = 2.10^{-7}$T. En l'absence de courant électrique une aiguille aimantée placée au centre du solénoïde, s'oriente perpendiculairement à l'axe du solénoïde. On établit un courant continu d'intensité I = 0,01 A. De quel angle dévie l'aiguille aimantée ?

❺ On dispose d'un solénoïde qui a les caractéristiques suivantes:

- Nombre de spires par mètre = 500
- Rayon moyen d'une spire : r = 2,5 cm
- Longueur : ℓ = 40 cm.

On fait varier l'intensité I du courant constant qui traverse le solénoïde. On note pour chaque valeur de I la valeur B_0 du champ magnétique créé au centre du solénoïde. On obtient :

I (A)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
B_0(Mt)	0,63	0,94	1,26	1,57	1,90	2,20	2,52

1. Construire la courbe B_0 = f (I). Conclure.
Echelles : 1 cm ↔ 0,5 A ; 1 cm ↔ 0,25 mT.
2. B_0 est donnée par la relation $B_0 = \mu_0$ ni.

a) Que représente n ? Quelle est sa valeur pour cette expérience ?
b) Comment peut-on déterminer μ_0 à partir de cette expérience ?
c) Calculer la valeur de μ_0.

❼ 1. On utilise dans une première expérience un solénoïde de longueur

ℓ_1 = 0,50 m comportant N_1 = 240 spires. On fait varier l'intensité I du courant qui passe dans le solénoïde et, pour chaque valeur de I, on note la valeur B du champ magnétique. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

I (A)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
B(10^{-5}T)	60	85	120	150	190	215	245	275	310

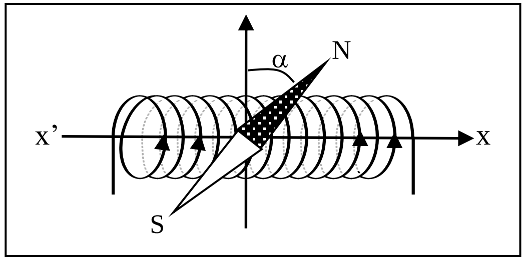
a) Construire le graphique donnant B en fonction de I.
Echelles : 1 cm ↔ 0,5 A ; 1 cm ↔ 20.10^{-5} T.
b) Après observation de la courbe, déterminer la relation liant B à I.
2. On refait la même expérience avec un deuxième solénoïde de longueur ℓ_2 = 0,80 m et comportant N_2 = 768 spires.
On obtient les résultats suivants :

I (A)	1,0	2,0	3,0	4,0
B (10^{-5} T)	120	240	380	480

a) Compte tenu des incertitudes, comparer les résultats des deux séries de mesures.
b) Calculer le nombre n de spires par mètre pour chacun des solénoïdes.

❽ Un solénoïde très long est constitué par une couche de spires jointives de fil isolé. Ce fil a un diamètre d = 2 mm. L'axe du solénoïde horizontal est perpendiculaire au plan du méridien magnétique. Lorsqu'un courant parcourt le solénoïde, une petite aiguille aimantée placée en son centre O tourne d'un angle $\alpha = 45°$.
On donne le champ magnétique horizontal terrestre : $B_h = 2.10^{-5}$ T et $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I.
1. Comment s'oriente l'aiguille aimantée en l'absence de courant ?
2. Calcule la valeur du champ magnétique créé par le solénoïde parcouru par le courant.
3. Quel est le nombre de spires par unité de longueur ?
4. En déduire l'intensité I du courant dans le solénoïde.
5. Déterminer l'angle de rotation β de l'aiguille pour un courant d'intensité I' = 15,9 mA.

❾ On dispose une aiguille aimantée à l'intérieur d'une bobine. En l'absence de courant, cette aiguille prend une direction horizontale perpendiculaire à l'axe (x'x) de la bobine, lui aussi horizontal.



1. Quelle est la direction du champ magnétique ?
2. On fait passer un courant d'intensité I. L'aiguille dévie d'un angle α (schéma ci- dessus).
2.1. Déterminer le sens du courant dans la bobine.
2.2. Calculer la valeur du champ créé par la bobine et celle du champ résultant.
Donnée : $\alpha = 30°$; $B_h = 2.10^{-5}$ T
3. Dessiner l'aiguille aimantée lorsque l'on inverse le sens du courant.

MOUVEMENT DANS UN CHAMP

MAGNETIQUE UNIFORME

❶ Des protons sont accélérés dans le vide par une différence de potentiel U jusqu'à une vitesse $V_0 = 1{,}10.10^6$ ms^{-1}. Ils entrent à cette vitesse dans un espace où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, indépendant du temps

1. Calculer la valeur de U.
2. Montrer que les protons ont une énergie cinétique constante, lorsqu'ils se déplacent dans le champ $\vec{B}$.
3. Montrer que, lorsque les vecteurs $\vec{B}$ et $\vec{V_0}$ sont orthogonaux, la trajectoire des protons est plane.

4.a) Calculer, dans ce dernier cas, le rayon de courbure R de la trajectoire.

b) En déduire que le mouvement du proton est circulaire uniforme.

On donne :
- $B = 200mT$; $e = 1{,}6.10^{-19}$ C ;
- Masse du proton : $m_p = 1{,}67.10^{-27}$kg.

❷ Un faisceau d'électrons homocinétiques ($v_o = 10^7$ m. s^{-1}) pénètre orthogonalement au vecteur $\vec{B}$ dans une région où règne un champ magnétique uniforme ($B = 8.10^{-4}$ T).

1. Représenter sur un schéma, à un instant t, les trois vecteurs $\vec{v}$, $\vec{B}$ et $\vec{F}$ (force magnétique).
2. Montrer que :

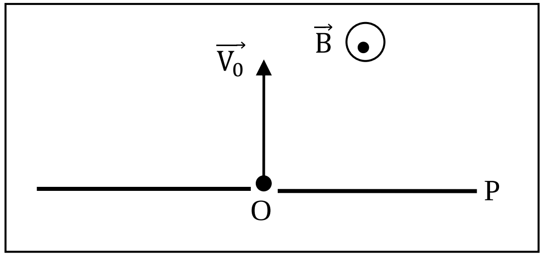
a) le mouvement est uniforme ;

b) la trajectoire est plane ;

c) la trajectoire est circulaire.

3. Calculer le rayon de la trajectoire circulaire.
4. Calculer le temps τ mis par les électrons pour faire la moitié d'un tour (un demi-tour) sur leur trajectoire.

❸ Dans une enceinte où on a fait le vide et où règne un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme, on injecte par une ouverture O, des porteurs de la même charge q, et animés de la même vitesse $\vec{V_0}$, perpendiculaire à $\vec{B}$. L'ensemble est schématisé ci-dessous :



1. Montrer que le mouvement d'un ion de masse m est circulaire uniforme. Exprimer le rayon R de sa trajectoire en fonction de sa charge q , de sa masse m , de sa vitesse initiale V_0 et du champ magnétique B .
2. Les ions sont reçus sur une plaque photographique P sur laquelle ils laissent une trace. Quel doit être le signe de la charge q pour que les ions arrivent en P comme l'indique le schéma ? Justifier votre réponse.
3. En réalité, les ions qui arrivent dans l'enceinte n'ont pas tous la même masse : certains ont une masse m, d'autres ont une masse m'.

3.1. Montrer qu'il y aura deux traces distinctes A et A' sur la plaque P.

3.2. Calculer le rapport des masses m et m' sachant que OA = 20cm et OA' = 20,5 cm.

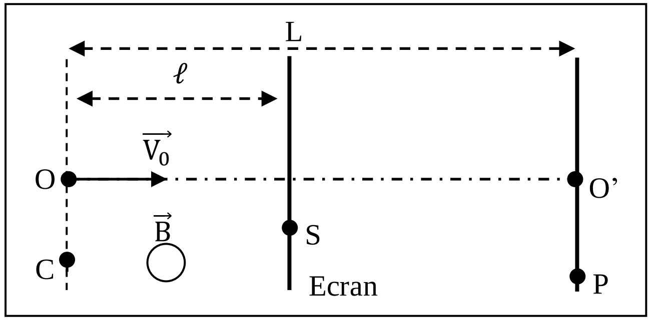
3.3. Quelle peut être l'utilité d'un tel dispositif ?

❹ Dans un accélérateur de particules, des ions hélium He^{2+}, de masse $m_{He} = 6{,}88.10^{-27}$ kg, sont accélérés jusqu'à une vitesse $V_0 = 1{,}25.10^7$ m/s. Ils pénètrent dans une région où règne un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme de valeur B = 1,30 T. Leur vecteur- vitesse $\vec{V_0}$ est perpendiculaire au vecteur champ –magnétique $\vec{B}$.

1. Calculer la valeur de la force magnétique.

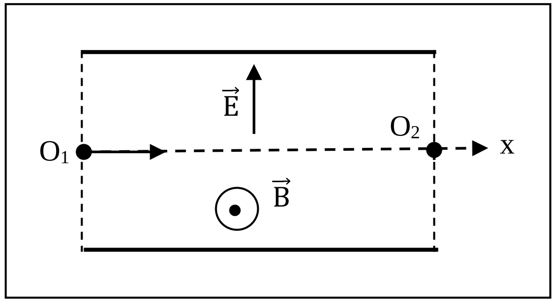
2. Caractériser le mouvement de ces ions.
3. Calculer:
a) le rayon de la trajectoire;
b) la durée d'un demi-tour.

❺ Un faisceau homocinétique de protons pénètre à la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ en un point O d'une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ (voir schéma ci-dessous). Dans cette région, de largeur ℓ, leur trajectoire est circulaire, de centre C et de rayon $R = \frac{mV_0}{eB}$. Les protons sortent de cette région en un point S.



1. Préciser l'orientation du vecteur $\vec{B}$.
2. On considère l'angle $\alpha = (\overrightarrow{CS},\overrightarrow{CO})$. Montrer que $\sin \alpha = \frac{\ell}{R}$.
3. Quelle est la nature du mouvement des protons après leur sortie du champ magnétique ?
4. Les protons heurtent, en un point P, un écran à la distance L = OO' du point O. En supposant L nettement supérieure à ℓ, donner une valeur approchée de $\tan \alpha$ en fonction de la déviation D = O'P et de L.
5. On suppose que l'angle α est petit ; par conséquent $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$.
Exprimer alors la déviation D en fonction du rapport $\frac{e}{m}$ et de la vitesse V_0

❻ Une source d'ions émet les isotopes $^6Li^+$ et $^7Li^+$, ces ions pénètrent en O_1 dans une zone où règnent simultanément un champ électrique uniforme vertical $\vec{E}$ et un champ magnétique horizontal $\vec{B}$. Les vitesses d'entrée des ions en O_1 ont des valeurs différentes mais les vecteurs - vitesse ont tous la même direction O_1x.

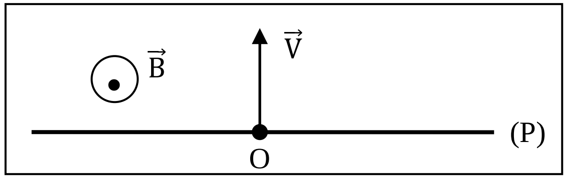


1.a) Donner la direction, le sens et l'expression littérale de la force électrique $\overrightarrow{F_e}$ s'exerçant sur un ion lithium pénétrant dans cette zone.
b) Représenter cette force sur le schéma.
2.a) Donner la direction, le sens et l'expression littérale de la force magnétique $\overrightarrow{F_m}$ s'exerçant en O_1 sur un ion lithium animé de la vitesse $\vec{V}$.
b) Représenter cette force sur le schéma.
3.a) Des ions pénètrent en O_1 avec une vitesse donnée $\overrightarrow{V_0}$ sortent
En O_2 en n'ayant subi aucune déviation.
Déterminer la relation existant entre les valeurs E, B et V_0.
b) Donner un nom à ce dispositif. Justifier la réponse.

❼ Des ions $^{35}_{17}Cl^-$ et $^{37}_{17}Cl^-$ possédant la même vitesse $\vec{V}$, verticale pénètrent en O dans une région où règnent un champ magnétique $\vec{B}$, horizontal et perpendiculaire à $\vec{V}$.
On donne : B = 0,1T ; $V = 3.10^5$ m/s ; $e = 1,6.10^{-19}$C ;

- Masse du proton = masse du neutron = $1,67.10^{-27}$ kg.

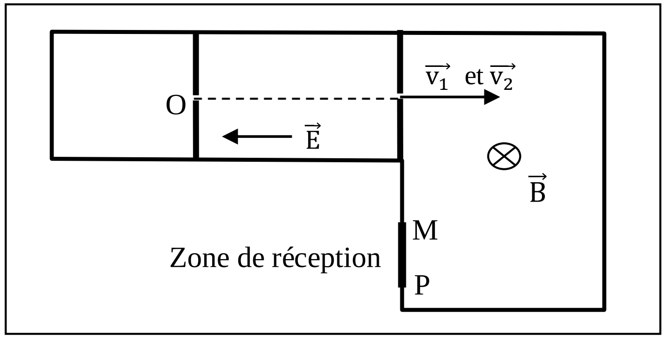
1. Une pellicule placée dans le plan (P) révèle l'existence de deux traces A_1 et A_2. Justifier cette observation en précisant la forme de la trajectoire et la nature du mouvement des ions dans le champ magnétique.
Un schéma clair est exigé.
2. Evaluer la distance A_1 et A_2 séparant les deux traces.
3. Calculer la vitesse des ions en A_1 et A_2, leur énergie cinétique respective et le temps nécessaire à chacun pour atteindre la plaque à partir de l'instant où il passe en O.



❽ A l'aide d'un spectrographe de masse, on se propose de séparer des ions $^{79}Br^-$ et $^{81}Br^-$ de masses respectives $m_1 = 1,3104.10^{-25}$ kg et $m_2 = 1,3436.10^{-25}$ kg.
Les ions Br^- pénètrent en O dans un champ électrique uniforme et constant, créé par une tension U appliquée entre les deux plaques verticales P_1 et P_2, pour y être accélérés jusqu' en A.

1. Les ions $^{79}Br^-$ et $^{81}Br^-$ sortent en A avec les vitesses respectives v_1 et v_2
Leurs vitesses sont négligeables en O.
Exprimer littéralement les valeurs de v_1 et v_2.
2. Les ions Br^- pénètrent en A dans un champ magnétique $\vec{B}$, orthogonal aux vecteurs 6vitesse $\vec{v_1}$ et $\vec{v_2}$, et parviennent dans la zone de réception indiquée.
Calculer la distance MP séparant les points d'impact des deux types d'ions

Données : U = 4000 V et B = 0,1 T.



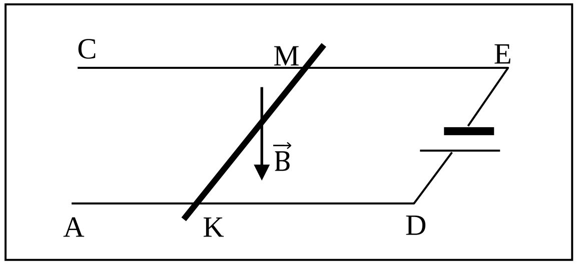
❾ Dans un canon à électrons, les électrons émis dans le vide par la cathode C avec une vitesse pratiquement nulle sont accélérés par l'anode A ; la différence de potentiel entre l'anode et la cathode est $U = V_A - V_C = 140$ V.

1. Déterminer le module de la vitesse $\vec{V}$ des électrons à l'arrivée sur l'anode.
2. Par une ouverture pratiquée dans l'anode, le faisceau cathodique pénètre avec la vitesse $\vec{V}$ dans une région où règne le champ magnétique uniforme de module $B = 8.10^{-4}$ T.

2.1. Le faisceau est dirigé parallèlement à la direction du champ magnétique. Donner les caractéristiques du mouvement de l'électron.
2.2. Le faisceau est dirigé dans une direction orthogonale à celle du champ magnétique.
2.2.1. Donner les caractéristiques du mouvement de l'électron.
2.2.2. Représenter sur une figure la trajectoire des électrons ainsi que les vecteurs –vitesse $\vec{V}$ et champ magnétique $\vec{B}$.
2.2.3. Que se passe-t-il si :
2.2.3.1. La tension accélératrice U demeurant constante, on double l'intensité du champ magnétique exercé ?
2.2.3.2. On double à la fois la tension accélératrice et l'intensité du champ magnétique exercé ?

LOI DE LAPLACE

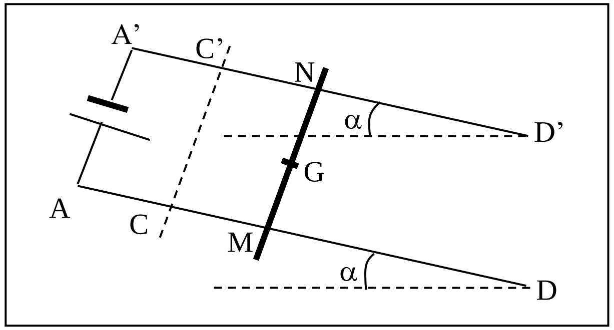
❶ On considère le montage ci-dessous. La tige de cuivre KM, de masse m, est homogène et de section constante.
Elle est placée dans un champ magnétique uniforme B, sur une longueur ℓ et est parcourue par un courant I. On admettra que la tige ne peut glisser que sans frottement sur ces rails.



1. De quel angle α peut-on incliner les rails AD et CE, et dans quel sens pour que la tige soit en équilibre, dans les deux cas suivants:
1.1) $\vec{B}$ reste perpendiculaire aux rails,
1.2) $\vec{B}$ reste vertical ?
2. On incline le plan des rails d'un angle $\alpha = 30°$ dans le sens défini à la question **1.a)** où $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan des rails.
2.1) Quelle est la nature du mouvement de la tige KM?
2.2) Calculer son accélération et sa vitesse 0,5 s après la fermeture du circuit.
✍ **Données** : B = 0,5 T ; ℓ = 6 cm; I = 4 A ; m = 20 g ; g = 10 m. s^{-2}.

❷ Un conducteur de longueur ℓ = 5,0 cm, de masse m = 4,0g est mobile sans frottement sur deux rails horizontaux, parallèles, distants de d = 4 cm. On crée un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan des rails et s'étendant sur une longueur L = 10 cm.
On donne: B = 0,1 T.
1. Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace $\vec{F}$ qui agit sur le conducteur mobile, traversé par un courant de valeur I = 2A.
2. Calculer l'accélération a du conducteur qui se trouve dans le champ magnétique.
3. A l'instant t = 0, le conducteur pénètre dans le champ avec une vitesse négligeable. Calculer la durée t de traversée du champ magnétique et la vitesse V du conducteur lorsqu'il sort du champ.

❸ Deux rails parallèles AD et A'D' distants de ℓ = 12 cm sont disposés selon les lignes de plus grande pente d'un plan faisant un angle α = 8° avec le plan horizontal. Les deux rails sont reliés à un générateur et le circuit est fermé par une tige T qui peut glisser sans frottement en M et N, sur les rails en restant horizontale. Le circuit est alors parcouru par un courant I = 2A.



1. Un champ magnétique uniforme et vertical s'exerce sur la tige.
Quels doivent être le sens et la valeur du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ pour que la tige de masse m = 32 g reste immobile ?
2. On supprime le champ magnétique à une date t = 0.
2.1) Quelle est la nature du mouvement du centre d'inertie G de la tige ?
2.2) Préciser son équation horaire jusqu'aux extrémités D et D' des rails.

2.3) Quelle est sa vitesse en DD' si à t = 0, elle occupe la position CC' telle que CD = 15 cm ?

3. En réalité, la vitesse de G est alors V = 0,60 m. s^{-1}. Exprimer les raisons de la différence obtenue avec le résultat ci-dessus. Dans tout le problème, on prendra g = 10 m. s^{-2}

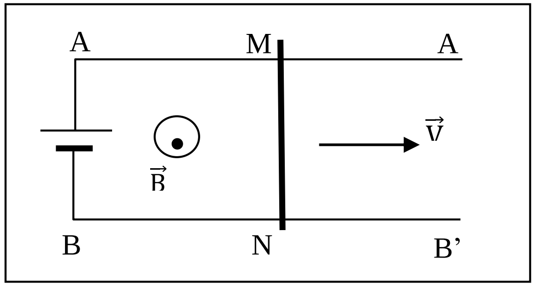
❹ Une barre conductrice MN, de masse m, peut se déplacer sur deux rails parallèles AA' et BB'. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme, toujours orthogonal au plan des rails.

On donne : B = 0,20T ; m = 20 g; MN = 10 cm ; g = 10 m. s^{-2}.

1. Le plan des rails est horizontal et on place entre A et B un générateur de tension constante. L'intensité est I = 4 A. On constate que la barre se met en mouvement. Après un court instant, ce mouvement devient uniforme Avec une vitesse $\vec{V}$ comme l'indique le schéma ci-dessous.

1.1) En déduire le sens du vecteur $\vec{B}$.

1.2) Déterminer la valeur de la force résistante, supposée constante, s'exerçant sur la barre parallèlement aux rails.

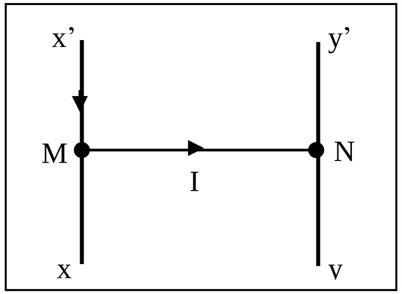


2. Le plan des rails est maintenant incliné d'un angle α par rapport au plan horizontal, le circuit électrique est supprimé. On donne α = 30°.

Déterminer les caractéristiques du vecteur- accélération du mouvement pris par la barre, la force de résistance déterminée précédemment gardant la même valeur.

❺ Une barre MN rectiligne horizontale de masse m = 20 g peut coulisser sans frottement sur deux rails verticaux x'x et y'y. Elle est parcourue par un courant I dont le sens est indiqué sur le schéma ci-après. L'ensemble est placé dans un champ magnétique B uniforme horizontal, orthogonal au plan des rails, qui n'existe que dans une région de largeur h = 5 cm.

1. Préciser le sens du champ magnétique B pour que la force magnétique freine la chute de la barre.



2. La valeur de l'intensité du courant étant fixée à I = 20 A, calculer B pour que le mouvement de la barre soit rectiligne et uniforme dans la région où règne le champ.

3. L'intensité du champ magnétique ayant la valeur précédemment calculée, on fixe maintenant l'intensité du courant à I' = 10 A, et on lâche la tige sans vitesse initiale d'une position M_0N_0.

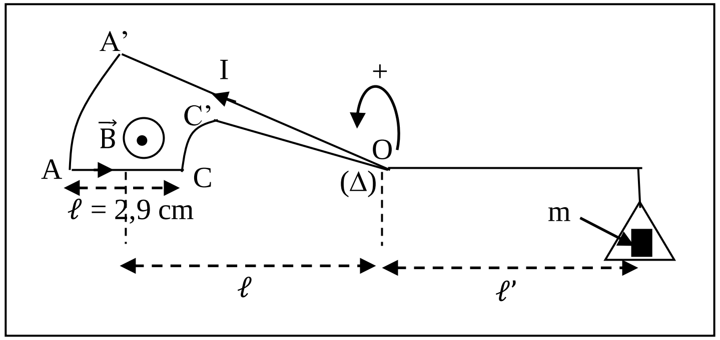
3.1) Préciser la nature et le sens du mouvement de la barre.

3.2) Calculer la vitesse acquise par la barre, lorsqu'elle atteint la position M_1N_1 à 20 cm de M_0N_0.

3.3) Quel temps mettra la barre pour atteindre la position M_1N_1 ?

On prendra g = 10 m. s^{-2}.

❻ On considère une balance de Cotton.

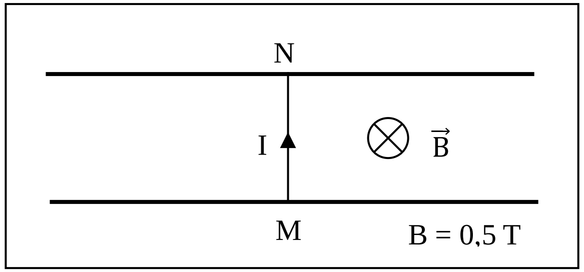


1. Préciser sur la figure les forces agissant sur la balance de Cotton ainsi que le sens du courant circulant dans le fil conducteur.
2. Ecrire la condition d'équilibre de cette balance.
3. Afin de déterminer la valeur de B, on fait les mesures suivantes :

I (A)	0	1	2	3	4	5
m (g)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1

3.1) Tracer le graphique m = f(I).
3.2) Déterminer le coefficient directeur de la droite obtenue.
3.3) En déduire B.
On donne : AC = 2 cm ; g = 9,8 m. s^{-2} ; $\ell = \ell'$.

❼ On réalise l'expérience des rails de Laplace.
L'intensité du courant dans la tige est I = 4 A. La masse de la tige est m = 20 g, et sa longueur est ℓ = 6 cm. On néglige d'abord les forces de frottement.
1. De quel angle α peut-on incliner les rails et dans quel sens, pour que la tige soit en équilibre, dans les deux cas suivants:
1.1) $\vec{B}$ reste perpendiculaire au plan des rails
1.2) $\vec{B}$ reste vertical.
2. On incline le plan des rails d'un angle α = 30 °, dans le sens où $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan des rails.
Quelle doit être la force de frottement, supposée constante, de même direction que les rails pour que la tige soit encore en équilibre ?



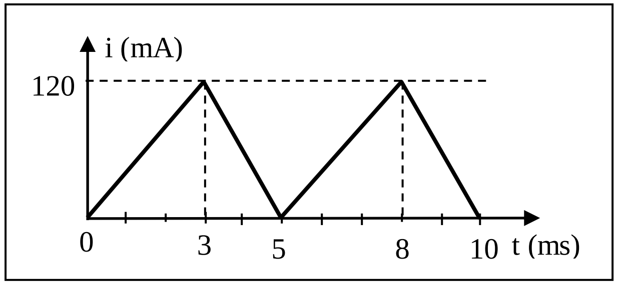
❽ Un conducteur de longueur ℓ = 4 cm parcouru par un courant d'intensité I = 2,5 A est placé dans un champ magnétique $\vec{B}$ perpendiculaire au fil. **On donne** : B = 0,12 T.
1. Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace $\vec{F}$.
2. On incline le conducteur de manière que l'angle entre le vecteur $\vec{B}$ et le conducteur soit égal à 30°. Que doit valoir l'intensité B' du vecteur- champ pour que l'intensité de la force de Laplace ne soit pas modifiée ?

❾ Un solénoïde comportant 1 000 spires par mètre est alimenté par un courant d'intensité 2,0 A.
Un cadre carré de 2,0 cm de côté comportant 50 spires, alimenté par un courant d'intensité 1,0 A, est placé à l'intérieur du solénoïde, deux de ses côtés étant parallèles à l'axe de celui-ci.
Déterminer les caractéristiques des forces de Laplace exercées sur chaque côté du cadre et les représenter sur un schéma.

AUTO- INDUCTION

❶ L'intensité du courant dans une bobine d'inductance L = 0,1 H varie en fonction du temps selon la loi indiquée par le graphique ci-dessous.

1. Ecrire l'expression de la f.é.m d'auto-induction e.
2. Calculer la f.é.m e dans les différents intervalles de temps.
3. Représenter graphiquement la variation de e au cours du temps.



❷ Soit un solénoïde (A, C) de résistance négligeable, de longueur ℓ = 1 m. Il comporte N = 1000 spires circulaires de rayon r = 5 cm. Le sens de l'orientation pour l'intensité i est choisi de A vers C dans le solénoïde.

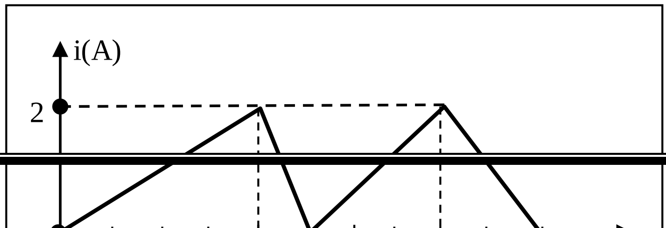
1. Il est parcouru par un courant d'intensité I = 5 A.

1.1)Schématiser l'enroulement du solénoïde.

1.2) Donner les caractéristiques du champ magnétique créé dans la région centrale du solénoïde par le passage du courant. Proposer des expériences permettant de déterminer ses caractéristiques.

1.3) Calculer la valeur de L. On donne $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.

2. Ce solénoïde est maintenant parcouru par un courant dont l'intensité i (t) varie avec le temps comme l'indique la figure ci-dessous:



Un phénomène d'auto-induction prend naissance dans le solénoïde dont les bornes A et C sont reliées à un oscillographe afin de visualiser la tension u_{AC}.

2.1) Donner l'expression de la tension u_{AC} au cours des deux phases pour t variant de 0 à 50 ms.

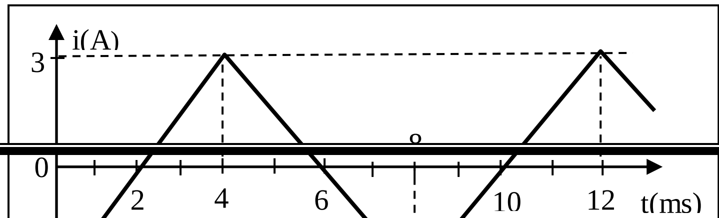
2.2) Tracer la courbe u_{AC} (t) visualiser à l'oscilloscope sachant que la base de temps est réglée sur 10 ms/div et la sensibilité verticale est de 0,5 V/div.

❸ Une bobine longue a 5 cm de diamètre, 60 cm de longueur et comporte 800 spires. Elle est parcourue par un courant d'intensité i variable avec le temps obtenu à partir d'un générateur de signaux triangulaires (générateur d'intensité).

1. Quelle est l'expression littérale de son auto-inductance.
Calculer celle-ci numériquement.

2. Exprimer en fonction du temps la f.é.m d'auto-inductance qui apparaît dans la bobine ; la représenter dans l'intervalle de temps [0 ; 12 ms].

3. Quel montage feriez-vous avec un tel générateur, un conducteur ohmique, la bobine et un oscillographe bicourbe pour visualiser l'intensité du courant et la f.é.m d'auto-induction en fonction du temps (on suppose la résistance de la bobine nulle). Expliquer le montage.



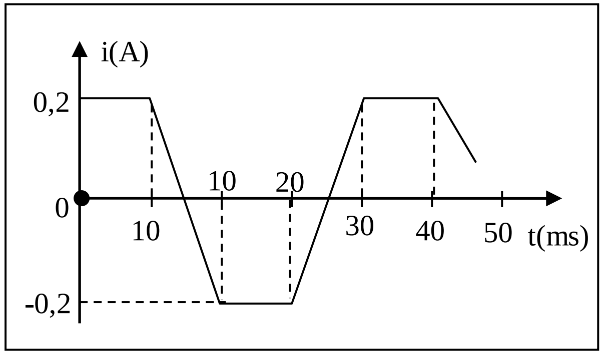
❹ Une bobine d'inductance L = 5, 0 mH et de résistance r = 2,0 Ω est parcourue par un courant dont l'intensité varie en fonction du temps comme l'indique indique la figure.

1. Pour quels intervalles de temps y a-t-il variation du flux propre à travers la bobine ? Calculer cette variation dans chaque cas.

2. En déduire qu'il existe une f.é.m. d'auto-induction e dans la bobine dans certains intervalles de temps que l'on précisera.

La calculer dans chaque cas.

3. Donner l'expression littérale de la tension u_{AB} aux bornes de la bobine en fonction du temps. Représenter la courbe u_{AB} (t).



❺ Soit une bobine d'inductance L = 10 mH.

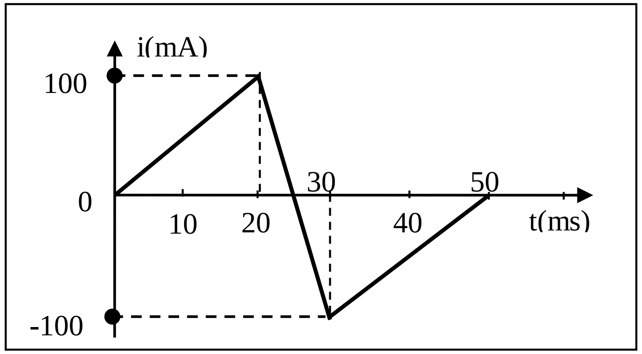
1. L'intensité du courant qui circule dans la bobine est caractérisée successivement par les valeurs suivantes exprimées en ampères:

$i_1 = 2$; $i_2 = 5t + 2$; $i_3 = 2\sqrt{2}\sin(100\pi\, t)$.

Calculer la f.é.m d'auto-induction dans la bobine dans chacun des trois cas

2. Un courant d'intensité i (t) traverse la bobine (voir figure).

Tracer la représentation graphique de la tension u_{MN} aux bornes de la bobine sachant que le sens positif sur le conducteur va de M vers N et que la résistance de la bobine est négligeable.



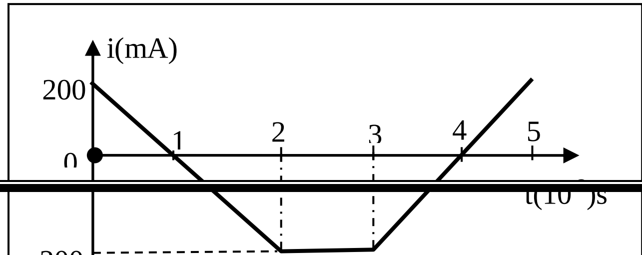
❻ 1. En supposant que les formules d'une bobine infiniment longue lui soient applicables, calculer l'inductance L d'un solénoïde b sans noyau de fer.

On donne: • longueur : ℓ = 30 cm ; rayon R = 2,5 cm ;

• nombre de spires: N = 6000 ; $\pi^2 = 10$.

2. Un solénoïde b' d'inductance L' = 0,30 H et de résistance r = 10 Ω est traversé par un courant d'intensité i.

L'intensité du courant dans la bobine varie en fonction du temps comme l'indique la figure ci-dessous:



2.1. Déterminer la f.é.m auto-induite pendant les intervalles

[0 s ; 2.10^{-2}] ; [$2.\ 10^{-2}$; $3.\ 10^{-2}$] ; [$3.\ 10^{-2}$; 5.10^{-2}]

2.2. On désigne par A et C les bornes de la bobine et on suppose le conducteur orienté de A vers C.

Déterminer la tension u_{AC} (t) appliquée entre les bornes de la bobine durant chacun des intervalles.

Représenter graphiquement u_{AC} en fonction du temps.

❼ On réalise le montage expérimental schématisé sur la figure ci-dessous. On ferme l'interrupteur K. L'ampèremètre indique une intensité i = 1 A en régime permanent.

Données : C = 32 µF ; L = 11,5 mH.

1. Que vaut la tension U ? Justifier la réponse.

2. Calculer l'énergie E_m emmagasinée dans la bobine.

3. On ouvre l'interrupteur K. Le voltmètre indique une tension U = 14,5 V. La diode empêche le condensateur de se décharger dans la bobine.

3.1. Calculer l'énergie emmagasinée dans le condensateur.

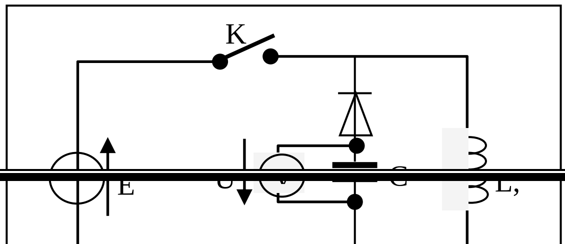
3.2. Quelle est l'origine de cette énergie ?

4.

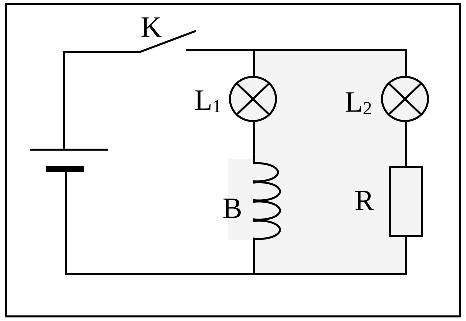
4.1. Comparer E_m et E_c.

4.2. Calculer le rendement de l'opération.

4.3. Qu'est devenue la différence $E_m - E_c$?



❽ On réalise le montage correspondant au schéma ci-dessous :



L_1 et L_2 sont deux lampes identiques.

La bobine B et le conducteur ohmique R ont la même résistance R.

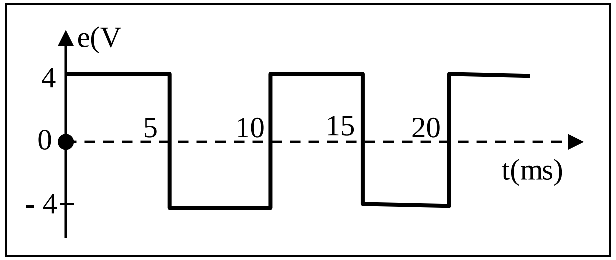
1. A la fermeture de l'interrupteur K, on constate que L_1 s'allume après L_2. Proposer une interprétation et nommer le phénomène physique ainsi mis en évidence.

2. Lorsque le régime permanent est établi, les deux lampes ont le même éclat. Comment expliquez-vous cela?

MONTAGES DERIVATEUR - INTEGRATEUR

❶Un montage dérivateur comprend un amplificateur opérationnel idéal, un résistor de résistance R = 2,5 kΩ et un condensateur de capacité C = 0,25µF. On applique une tension sinusoïdale $u_1 = U_m \sin\omega_0 t$ de valeur maximale U_m = 4 V et de fréquence f = 250 Hz à l'entrée.
1. Faire un schéma du montage.
2. Montrer que la tension de sortie u_2 (t) est proportionnelle à la dérivée de u_1 (t) en établissant son expression.
3. Préciser la phase de u_2 (t) par rapport à u_1 (t) et calculer la valeur maximale de u_2 (t).

❷ Un montage intégrateur est construit en utilisant un A.O parfait, un condensateur de capacité C = 0,5 µF et un conducteur ohmique de résistance R = 20 kΩ.
1. Faire un schéma du montage. On mettra en évidence la borne d'entrée E du montage, la borne de sortie S et la masse M.
2. On applique entre E et M, une tension $e = V_E - V_M$ dont les variations au cours du temps sont représentées par la courbe ci-dessous.
a. Déterminer la période et la fréquence de e.
b. Montrer que la tension d'entrée e est proportionnelle à tout instant, à la dérivée de la tension de sortie $s = V_S - V_M$ .Conclure.
Calculer de façon littérale, puis numérique, la valeur du coefficient de proportionnalité.



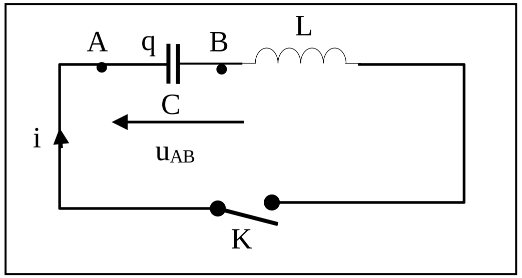
❸ Dans un montage intégrateur, C = 0,1 µF et R = 10 kΩ. La tension appliquée à l'entrée, u_e, est une tension en créneaux de fréquence N = 200 Hz et d'amplitude U = 2 V.
1. Représenter sur un même graphique les variations de u_e et de la tension de sortie u_s.
2. On désire obtenir une tension d'amplitude U'= 10 V à la sortie. Quelle doit être la nouvelle capacité du condensateur si la résistance devient R = 5 kΩ. Quelles valeurs de C saturent l'A.O ? (V_{sat} = 13 V).

❹ 1.a) Quel type de signal obtient-on à la sortie d'un montage dérivateur lorsqu'on applique à l'entrée un signal continu ? Un signal en dents de scie ?
b) Quel type de signal obtient-on à la sortie d'un montage intégrateur si le signal à l'entrée est en créneaux ?
2.a) Dans un montage dérivateur, on utilise C = 0,25 µF et R = 10 kΩ. La tension à l'entrée est un signal triangulaire alternatif de fréquence N = 500 Hz et d'amplitude U = 1 V. Représenter sur un même graphique les deux signaux sur deux périodes.
b) On branche à la sortie, entre S et la masse, un résistor de résistance R_S = 10 kΩ. Représenter sur le même intervalle de temps, l'intensité du courant dans ce résistor.

❺ Un générateur de signaux carrés délivre une tension de fréquence 50 Hz à l'entrée d'un montage intégrateur qui comporte un condensateur de 100 nF et une résistance de 10 kΩ. L'amplitude du signal d'entrée est ± 2 mV.
1. Représenter le signal d'entrée en fonction du temps : $V_e = f(t)$.
2. Trouver l'expression de la tension V_s de sortie de l'intégrateur.
3. Dessiner le graphe de la fonction $V_s(t)$.

OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

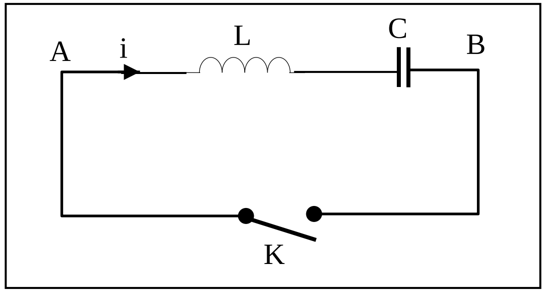
❶Les armatures d'un condensateur chargé sont reliées à une bobine d'inductance L dont on néglige la résistance. A l'instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K. L'intensité i (t) du courant est comptée positivement dans le sens indiqué sur le schéma.
On note q (t) la charge de l'armature reliée au point A.
A l'instant t = 0, cette armature est chargée positivement sous la tension U



1.
1.1) En utilisant la loi des tensions, établir l'équation différentielle donnant les oscillations de la charge du condensateur.
1.2) Pour U = 20 V , C = 2,5 µF et L = 25 mH, montrer que la solution
$q = 5.10^{-5}\cos(4000t)$ convient.
1.3) Retrouver l'équation différentielle précédente à partir du principe de conservation de l'énergie.

❷ 1. Un condensateur de capacité C est chargé sous une tension constante U. Calculer sa charge q ainsi que l'énergie électrique emmagasinée W.
Application numérique : C = 2,5 µF ; U = 20V.

2. Les armatures de ce condensateur chargé sont reliées à une bobine d'inductance L dont on néglige la résistance. A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K.



L'intensité i (t) du courant est comptée positivement quand le courant circule dans le sens indiqué sur le schéma. On appelle q(t) la charge de l'armature reliée au point A et on précise qu'à l'instant t = 0, cette armature est chargée positivement.
2.1) Etablir l'équation différentielle de ce circuit oscillant.
Calculer la pulsation propre ω_0 de ce circuit.
A.N. : C = 2,5 µF ; L = 25 mH.
2.2) Etablir les expressions des fonctions q(t) et i(t).
2.3) Donner les expressions des fonctions W_c (t) et W_b (t) des énergies stockées dans le condensateur et la bobine. Quelle est la relation entre
W_c (t), W_b (t) et la valeur W trouvée au **1°** ? Justifier votre réponse.

❸ 1. Un condensateur de capacité C = 200 µF est chargé sous une tension
U = 100 V.
1.1) Evaluer la charge q_0 stockée par son armature positive.
1.2) Le condensateur précédent est déconnecté du générateur de charge. Quelle est l'énergie E_0 qu'il a alors emmagasinée ?
2. Le condensateur ainsi chargé est placé en série à l'instant t = 0 avec une bobine d'inductance L = 0,5 H. On observe alors dans ce circuit, dont la résistance est nulle, des oscillations de période $T = 6{,}28.10^{-2}$ s.

A un instant t , la charge du condensateur est donnée par l'expression
$q = q_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$.

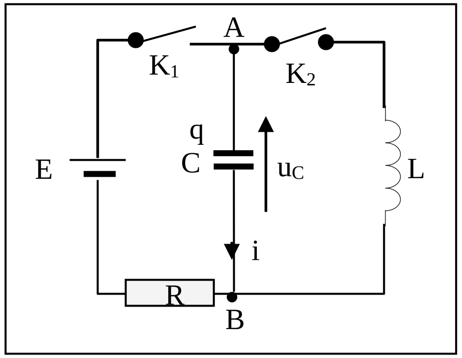
2.1) Préciser les valeurs de q_m , ω_0 et φ .En déduire l'expression de l'intensité i du courant circulant dans le circuit à l'instant t .

2.2) Exprimer en fonction du temps les énergies E_C et E_L respectivement stockées dans le condensateur et la bobine.

2.3) Exprimer $E = E_C + E_L$. La valeur ainsi trouvée pour E a-t-elle déjà été rencontrée? Préciser.

3. Considérons l'énergie stockée E exprimée en fonction de q, C , L et i . Vérifier qu'en dérivant l'expression ainsi obtenue par rapport au temps on obtient l'équation différentielle régissant ce circuit oscillant.

❹ Soit le montage électrique ci-dessous:



✍**On donne** : E = 6 V ; R = 10Ω ; C = 1 nF ; L = 1 mH.

q est la charge de l'armature du condensateur située du côté de A.

1. Le condensateur étant initialement déchargé, on abaisse l'interrupteur K_1, K_2 étant ouvert.

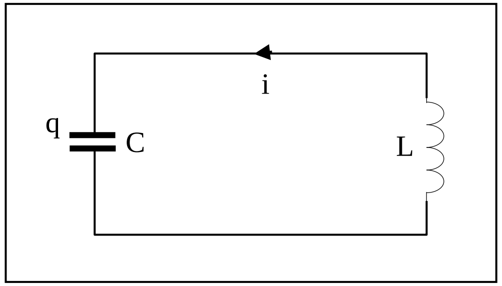
1.1) Quel est le signe de la charge q ?

1.2) On se place maintenant en fin de charge : la charge du condensateur est alors constante.

Indiquer en justifiant, les valeurs de :

- l'intensité dans le conducteur ohmique
- la tension aux bornes de ce conducteur
- la tension aux bornes du condensateur
- la charge q.

❺ Un oscillateur électrique est constitué d'une bobine d'inductance L = 0,1H, de résistance négligeable et d'un condensateur de capacité C = 10μF. La charge du condensateur est donnée par $q = q_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$.



1. Déterminer la pulsation et la période.

2. Donner l'expression de q(t) dans les deux cas suivants :

2.1) à l'instant initial (t = 0), le condensateur est chargé sous la tension U = 10V et l'intensité du courant est nulle ;

2.2) à l'instant initial, le condensateur est déchargé et la valeur de l'intensité est égale à 0,4A.

❻ Le condensateur d'un circuit (L, C), où $L = 10^{-3}$ H et $C = 10^{-5}$ F, est initialement chargé sous une tension de 20 V.

1. Exprimer en fonction du temps, les énergies E_e et E_m emmagasinées dans le condensateur et dans la bobine. Ces grandeurs varient-elles périodiquement ? Si oui, avec quelle fréquence ?

2. En dérivant l'expression $E = E_e + E_m$ par rapport au temps, retrouver l'équation différentielle régissant le fonctionnement du circuit oscillant.

OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES

❶ L'intensité instantanée qui passe dans un dipôle RLC série est $i = 7{,}5\cos(200t)$, en mA.

On donne : $R = 185\ \Omega$; $C = 0{,}50\ \mu F$ et $L = 0{,}5\ H$.

1. Calculer l'impédance du dipôle RLC.
2. Calculer la tension efficace existant aux bornes du dipôle RLC.
3. Tracer la construction de Fresnel relative à ce dipôle.
4. Calculer la phase de la tension par rapport à l'intensité.
5. Donner l'expression de la tension instantanée.

❷ Un dipôle AB comprend en série une bobine de résistance $R = 20\ \Omega$ et d'inductance $L = 0{,}1\ H$ et un condensateur C de capacité variable.
On applique, aux bornes du dipôle, une tension sinusoïdale d'expression
$u = U\sqrt{2}\cos\omega t$ ($U = 220$ V; $\omega = 100\pi$ rad/s).

1. La capacité du condensateur est fixée à $C_1 = 6\mu F$.

a) Quelle est l'impédance de chaque élément du dipôle et l'impédance totale ?

b) Donner l'expression numérique de l'intensité $i(t)$.

2. Déterminer la valeur C_2 de la capacité du condensateur pour que l'intensité efficace soit maximale.

Donner la nouvelle expression de l'intensité instantanée et préciser le nom du phénomène ainsi mis en évidence.

❸ Un dipôle RLC série est constitué :

- d'un conducteur ohmique de résistance $R = 50\ \Omega$;
- d'une bobine d'inductance $L = 45$ mH et de résistance $r = 10\ \Omega$;
- d'un condensateur de capacité $C = 10\ \mu F$.

On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de tension efficace

$U = 10$ V et de fréquence $N = 100$ Hz.

1. Faire la représentation de Fresnel relative à ce circuit.
2. Calculer l'impédance du circuit.
3. Calculer l'intensité efficace du courant.
4. Calculer la tension efficace aux bornes de chaque composant.
5. Calculer la phase de la tension par rapport à l'intensité.

❹ Un circuit RLC série est alimenté par une tension sinusoïdale u de valeur efficace $U = 12$ V et de fréquence N réglable.

On donne: $R = 20\Omega$; $L = 0{,}1H$ et $C = 8\mu F$.

1. Pour $N = 200$ Hz.

a) Calculer l'impédance du circuit.

b) Calculer la valeur de l'intensité efficace I du courant.

c) Calculer la phase de la tension u par rapport à l'intensité i ; laquelle de ces grandeurs est en avance sur l'autre ?

d) Si i se met sous la forme $i = I_m\cos\omega t$, exprimer numériquement i et u en fonction de t.

2. On règle la fréquence pour que le circuit soit dans les conditions de résonance d'intensité.

a) Quelle est la fréquence N_0 correspondante ?

b) Calculer le facteur de qualité du circuit.

c) Quelle est la tension efficace aux bornes de la bobine ?

❺ 1. Pour déterminer la résistance et l'inductance d'une bobine, on réalise les 2 expériences suivantes :

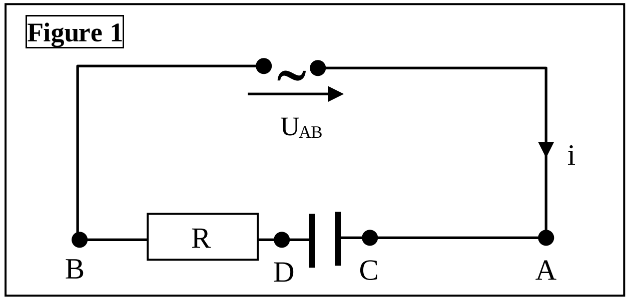
- On applique entre ses bornes une tension continue de 2 V; l'intensité qui la traverse est alors de 160 mA.
- On applique entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace 2 V et de fréquence 100 Hz ; l'intensité, mesurée avec un ampèremètre, est alors de 50 mA.

a) Déduire de ces deux expériences les valeurs de la résistance r et de l'inductance L de la bobine.

b) Dans la seconde expérience, exprimer la tension instantanée

$u = U_m\cos(\omega t + \alpha)$ aux bornes de la bobine (avec $i = I_m\cos\omega t$) et calculer la phase α de u par rapport à i .

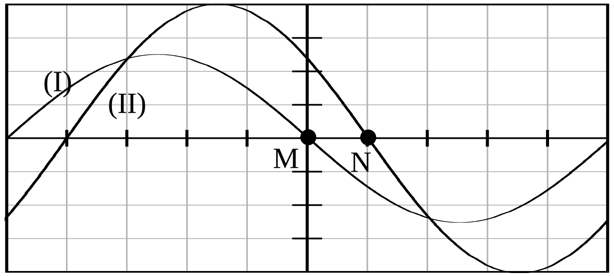
2. Aux bornes A et B d'un circuit comprenant en série un conducteur ohmique $R = 200\ \Omega$ et un condensateur de capacité C, on maintient une tension sinusoïdale de fréquence N.



On utilise un oscillographe (voies I et II) pour visualiser la tension u_{DB} aux bornes du conducteur ohmique et la tension u_{AB} aux bornes du dipôle RC.

a) Faire un schéma des branchements à réaliser.

b) On observe alors l'oscillogramme ci-dessous :



- Sensibilités: en Y_I et Y_{II} : 1 V/div.
- Balayage : 1 ms/div; MN = 1,25 div.

a) Quelle est, de la courbe (I) et (II), celle qui correspond à la tension u_{DB} , à la tension u_{AB} ? Justifier.

b) Déterminer la fréquence de la tension délivrée par le générateur et la valeur de la phase φ de u_{AB} par rapport à i. En déduire la capacité C du condensateur.

❻ Un circuit RLC série est constitué :

- d'un conducteur ohmique de résistance $R = 250\ \Omega$;
- d'une bobine d'inductance $L = 450$ mH et de résistance nulle ;
- d'un condensateur de capacité $C = 1{,}6\ \mu F$.

1. Le circuit est alimenté par une tension sinusoïdale de tension efficace $U = 12$ V et de fréquence $N = 150$ Hz.

1.1) Exprimer l'impédance Z du circuit en fonction de R, L, C et ω. Calculer sa valeur.

1.2) Calculer l'intensité efficace du courant dans le circuit.

1.3) Calculer les tensions efficaces U_R, U_L et U_C respectivement aux bornes du conducteur ohmique, de la bobine et du condensateur.

1.4)

1.4.1) Représenter sur un diagramme de Fresnel, les tensions U_R, U_L, U_C et U et faire apparaître sur le schéma la phase φ de la tension d'alimentation du circuit.

Echelle : 1cm représente 3 V.

1.4.2) Le circuit est-il capacitif ou inductif ? Justifier votre réponse.

1.4.3) Calculer la phase φ.

1.4.4) Donner l'expression de la tension instantanée aux bornes du circuit sous la forme $u(t) = U_m\cos(\omega t + \varphi)$

❼ Un dipôle, constitué d'une bobine (L, r) , d'un condensateur de capacité C, et d'un conducteur ohmique de résistance $R = 300\ \Omega$ disposés en série, est excité par un générateur délivrant une tension sinusoïdale : $u(t) = 2\sqrt{2}\sin(\omega t)$.

On peut faire varier la fréquence f du générateur. Les valeurs de l'intensité efficace I en fonction de f sont rassemblées dans le tableau suivant, la tension maximale U_m conservant sa valeur :

f (Hz)	100	200	300	400	450	500	600	700	800	900
I (mA)	0,50	1,25	2,25	3,50	4,50	5,50	5,50	3,50	2,25	1,25

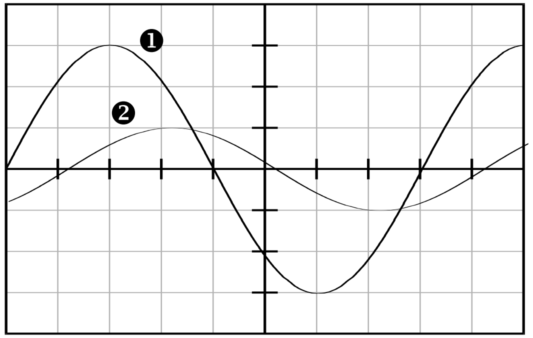
1. Construire la courbe I(f). **Echelles** : 1 cm ↔100 Hz et 1 cm ↔ 1mA.
Déterminer la fréquence de résonance f_0 et l'intensité efficace maximale I_0
2. Déterminer la résistance r de la bobine.
3. On peut montrer que la bande passante a pour largeur $\Delta\omega = \dfrac{r+R}{L}$
En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
4. Que vaut la tension efficace U_C aux bornes du condensateur, à la résonance ?
5. Que peut-on conclure quant à la loi d'additivité des tensions pour les valeurs efficaces de celles-ci ?

❽ **1**. On associe en série un conducteur ohmique de résistance R = 3,7 Ω et une bobine réelle d'inductance L et de résistance r inconnues. On alimente l'ensemble à l'aide d'un générateur de tension sinusoïdale dont on fait varier la valeur efficace U. Pour chaque valeur de U, on mesure l'intensité du courant qui traverse le circuit. On obtient les résultats suivants.

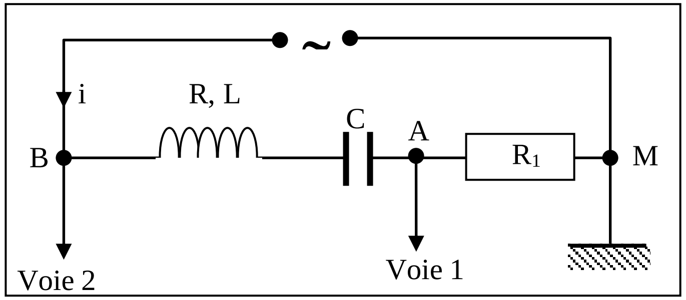
U (V)	11,1	22,2	40,0	44,4	51,0	55,5	66,6	77,7	88,8
I (A)	0,5	1,0	1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	3,4	4,0

1.1. Réaliser le schéma du montage, en faisant figurer les appareils de mesure.
1.2. Tracer le graphe U = f(I). En déduire l'impédance du circuit.
2. On branche sur le circuit un oscillographe bicourbe, de manière à visualiser l'intensité du courant, et la tension aux bornes du circuit en fonction du temps .On obtient l'oscillogramme ci-dessous.

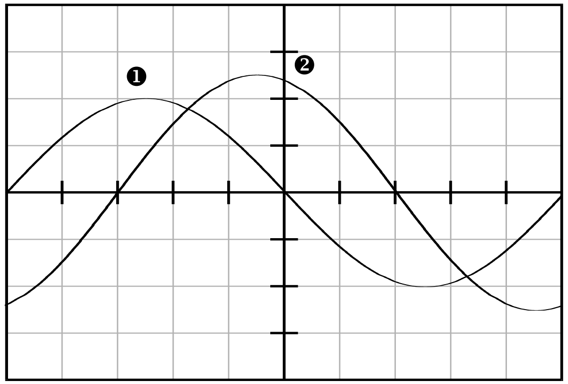
2.1. Indiquer de la courbe 1 ou de la courbe 2, celle qui visualise l'intensité du courant qui traverse le circuit. Justifiez votre réponse.
2.2. Déterminer la phase entre la tension qui alimente l'ensemble du circuit et l'intensité qui le traverse.
2.3. Sachant que la fréquence de la tension est 50 Hz, calculer la résistance et l'inductance de la bobine.
2.4. Déterminer la tension maximum bornes de la bobine.
Sensibilité verticale : voie 1 : 2 V /div ; voie 2 : 1 V/div.



❾ Une portion de circuit BM comportant une bobine de résistance R = 14,8Ω et d'inductance L = 0,10H, un condensateur de capacité C et un conducteur ohmique de résistance R_1 = 10Ω est alimentée par un générateur produisant une tension alternative sinusoïdale de fréquence réglable et de valeur efficace constante.



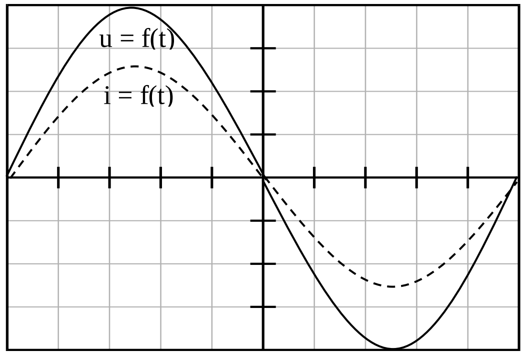
La tension u_{BM} est observée sur la voie 2 et la tension u_{AM} sur la voie 1 d'un oscillographe bicourbe. Le balayage fonctionne et l'écran présente l'aspect reproduit ci-dessous.



Les réglages de l'oscillographe sont les suivants : voie 1 : sensibilité 0,2 $V.cm^{-1}$; voie 2 : sensibilité $2V.cm^{-1}$; balayage : 0,1 $ms.cm^{-1}$.

1. Déduire de l'oscillogramme la phase φ entre les tensions u_{BM} et u_{AM}
Quelle est l'impédance Z de la portion de circuit BM ?
2. Calculer la capacité C du condensateur.
3. Quelle valeur doit-on attribuer à la fréquence pour que les courbes observées soient en phase ? Quelle serait alors l'intensité efficace du courant dans le circuit ?

❿ Un dipôle RLC comprend une bobine de résistance R, d'inductance L = 1H et un condensateur variable de capacité C. Il est alimenté par une tension alternative sinusoïdale de fréquence f, de valeur instantanée u. Les variations en fonction du temps appliquée aux bornes du dipôle et de l'intensité le traversant sont représentées sur le graphique ci-dessous :



Echelles :
i : 1 div $\leftrightarrow$ 0,2 A
u : 1 div $\leftrightarrow$ 20 V
t : 1 div $\leftrightarrow \frac{1}{800}$ s

1. A partir du graphique, déterminer:
1.1. Les valeurs maximales de la tension u appliquée au dipôle et de l'intensité i le traversant.
1.2. La fréquence f du courant.
1.3. Le déphasage entre le courant et la tension.
1.4. Les expressions des valeurs instantanées de la tension u et de l'intensité i.
2. Calculer :
2.1. Les valeurs de la résistance R de la bobine et de la capacité C du condensateur.
2.2. La puissance moyenne consommée.
3. Calculer la valeur C_1 de la capacité qui donnerait une courbe d'intensité en retard sur la courbe de tension de 1/8 de période.

❶❶ Une bobine d'inductance L = 0,1 H et de résistance r = 10 Ω est alimentée par un courant alternatif sinusoïdal de fréquence 50 Hz.
1. Quelle est l'impédance de cette bobine ?
2. Quelle est la phase de la tension par rapport à l'intensité ?
3. Quelle est la phase de l'intensité par rapport à la tension ?
4. La tension imposée s'écrit sous la forme (en V) : $u = 10\sqrt{2}\cos 100\pi t$. Ecrire l'expression de i(t).

REACTIONS NUCLEAIRES SPONTANEES

❶ Le noyau de cobalt $^{60}_{27}Co$, utilisé en médecine, est un émetteur β^- .

1. Ecrire l'équation de désintégration de ce noyau, en précisant les règles utilisées. Identifier le nucléide formé.

On donne :

$_{23}V$	$_{24}Cr$	$_{25}Mn$	$_{26}Fe$	$_{27}Co$	$_{28}Ni$	$_{29}Cu$

2. La période radioactive (demi- vie) du cobalt est T = 5,2 ans.
a) Définir ce terme.
b) Si à une date prise comme origine, un échantillon contient 1,00 mg de cobalt radioactif, quelle masse de cobalt radioactif restera-t-il dans l'échantillon à la date t = 8 ans ?

❷ 1. Un noyau de radium $^{226}_{88}Ra$ se désintègre en émettant une particule α
a) Que représente pour le noyau de radium les deux nombres 88 et 226 ?
b) Ecrire l'équation de désintégration, en précisant les lois de conservation utilisées. Identifier le nouveau nucléide X formé.

On donne :

$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$	$_{85}At$	$_{86}Rn$	$_{87}Fr$	$_{89}Ac$	$_{90}Th$

2. La constante radioactive du radium $^{226}_{88}Ra$ vaut : $\lambda = 1{,}36.10^{-11}\ s^{-1}$.
a) Calculer en secondes et en années la période radioactive ou demi-vie T du radium $^{226}_{88}Ra$.
b) On considère un échantillon radioactif contenant 1 mg de radium $^{226}_{88}Ra$.
Complétez le tableau suivant :

T	0	T	2T	3T	4T	5T
m($^{226}_{88}Ra$) en mg	…	…	…	…	…	…

❸ Dans cet exercice, les données suivantes seront nécessaires :
• 1 u = 931 MeV/c^2

Noyau	$^{7}_{3}Li$	$^{1}_{1}H$	$^{1}_{0}n$	$^{4}_{2}He$	$^{14}_{7}N$	$^{17}_{8}O$
Masse en u	7,0158	1,0073	1,0087	4,0015	14,0031	16,9991

1. On considère le noyau de lithium $^{7}_{3}Li$. Définir l'énergie de liaison (ou de cohésion) de ce noyau, puis déterminer sa valeur en MeV.
2. Des noyaux de lithium $^{7}_{3}Li$ sont bombardés par des protons. On obtient seulement des particules α.
a) Ecrire l'équation de la réaction nucléaire en énonçant les lois utilisées.
b) On détecte, en plus des particules α, un rayonnement γ. Expliquez l'origine de ce rayonnement.
c) Déterminer l'énergie libérée par la réaction nucléaire, en précisant sous quelle forme apparaît cette énergie.
3. Les particules α précédentes sont utilisées pour transformer des noyaux d'azote $^{14}_{7}N$ immobiles, en des noyaux d'oxygène $^{17}_{8}O$.
a) Ecrire l'équation de cette réaction, en précisant quel autre noyau apparaît.
b) Déterminer la variation de masse au cours de cette réaction. Conclure sur le bilan énergétique.

❹ Dans la famille radioactive de l'uranium, on rencontre l'élément $^{218}_{84}Po$ qui, par deux désintégrations successives, la première du type α, la deuxième du type β^- devient un isotope du bismuth (Bi).
1. Ecrire les équations traduisant ces deux désintégrations (l'élément intermédiaire est un isotope du plomb Pb).
2. La famille de l'uranium débute à l'élément $^{238}_{92}U$ et se termine à l'élément stable $^{206}_{82}Pb$. Déterminer le nombre de désintégrations α et β^- au cours de cette filiation.

REACTIONS NUCLEAIRES PROVOQUEES

❶ On considère les nucléides suivants :
${}^{12}_{5}B$; ${}^{12}_{6}C$; ${}^{12}_{7}N$.
1. Indiquer la composition des noyaux.
2.a) Rappeler la définition de l'énergie de liaison d'un noyau.
b) La calculer dans le cas de ${}^{12}_{6}C$.
Données : $m({}^{12}_{6}C) = 11174{,}7\ MeV/c^2$; Proton : $m_p = 938{,}3\ Mev/c^2$;neutron : $m_n = 939{,}6\ MeV/c^2$.
3. ${}^{12}_{5}B$ est radioactif β^- et ${}^{12}_{7}N$ est radioactif β^+. Ecrire l'équation de chacune de ces réactions en précisant la nature des particules formées.

❷ 1. La période du nucléide ${}^{40}_{19}K$ est $T = 1{,}5.10^9$ ans. Calculer la constante radioactive.
2. Pour déterminer l'âge de cailloux lunaires rapportés par des astronautes d'APPOLO XI, on mesure des quantités relatives de potassium 40 et de son produit, l'argon 40 qui est en général retenu par la roche. Un échantillon de 1 g contient $82.10^{-4}\ cm^3$ d'argon 40 et $1{,}66.10^{-6}$ g de potassium 40. On rappelle que l'argon est un gaz monoatomique. Quel est l'âge du caillou ?
Données : • Volume molaire : $V_m = 22{,}4\ L.\ mol^{-1}$
• Constante d'Avogadro : $N = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$.

❸ Dans une « pile atomique », une des réactions courantes est la suivante :

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{z}Xe + x\,{}^{1}_{0}n\ .$$

1. Déterminer, en les justifiant, les valeurs de z et de x.
2.a) Calculer la perte de masse.
b) Calculer, en joule et en MeV, l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.
3.a) Calculer l'ordre de grandeur de l'énergie libérée par la fission de 5 g d'uranium 235.
b) Calculer la masse de pétrole libérant, par combustion, la même énergie.
Données : • Masses atomiques des nucléides :
${}^{235}U$: 235,043 92 u ; ${}^{94}Sr$: 93,915 36 u ; ${}^{140}Xe$: 139,918 79 u; ${}^{1}_{0}n$: 1,008 66 u.
• Pouvoir calorifique du pétrole : $42\ MJ.kg^{-1}$; $1\ MeV = 1{,}602\ 2.10^{-13}$ J ;
$c = 2{,}997\ 9.108\ m.s^{-1}$; $N = 6{,}022.10^{23}\ mol^{-1}$; $1\ u = 1{,}660\ 54.10^{-27}$ kg.

❹ **Données** : • Extrait de la classification périodique :

${}_{88}Ra$	${}_{89}Ac$	${}_{90}Th$	${}_{91}Pa$	${}_{92}U$	${}_{93}Np$	${}_{94}Pu$

• Masse du neutron : $m_n = 939\ MeV/c^2$; • Masse d'un noyau de ${}^{235}_{92}U$: $m_U = 219014\ MeV/c^2$; • Masse d'un noyau de ${}^{139}_{54}Xe$: $m_{Xe} = 129437\ MeV/c^2$; • Masse d'un noyau ${}^{95}_{38}Sr$: $m_{Sr} = 88\ 441\ MeV/c^2$; • Constante d'Avogadro : $N = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$; • Masse molaire de l'uranium ${}^{235}_{92}U$: $235\ g.\ mol^{-1}$; • Charge élémentaire : $e = 1{,}6.10^{-19}$ C.
1.a) Donner la composition du noyau d'uranium ${}^{235}_{92}U$.
b) L'uranium ${}^{235}_{92}U$ est radioactif (désintégration α) ; les particules α sont des noyaux d'hélium. Ecrire, en faisant figurer toutes les caractéristiques des particules émises, l'équation de la désintégration de l'uranium ${}^{235}_{92}U$. Enoncer les lois utilisées.
2. L'uranium est utilisé dans les centrales nucléaires ; les réactions qui s'y produisent sont complexes et nombreuses. L'une d'entre elles a pour équation :

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{95}_{38}Sr + {}^{139}_{54}Xe + 2\,{}^{1}_{0}n\ .$$

a) Comment s'appelle ce type de réaction nucléaire ?
b) Calculer l'énergie libérée lors de la « transformation » d'un noyau d'uranium 235U (exprimer le résultat en MeV et en joules).

SOLUTIONS AQUEUSES. pH

❶ Un volume V = 250 mL de solution de sulfate d'aluminium a été obtenu par dissolution d'une masse m_0 = 17,1 g de sulfate d'aluminium de formule $A\ell_2(SO_4)_3$.

1. Quelle est la concentration molaire C de cette solution en sulfate d'aluminium ?

2. En déduire la concentration molaire de cette solution en ions $A\ell^{3+}$ et en ions SO_4^{2-}.

Donnée : $M(A\ell_2(SO_4)_3)$ = 342,3 g. mol^{-1} .

❷ Une solution de chlorure de fer (III) a été préparée en dissolvant, dans de l'eau distillée, une masse m = 5,40 g de chlorure de fer (III) hexahydraté $FeC\ell_3,6H_2O$ dans une fiole jaugée de volume V = 50 mL que l'on a complétée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

1. Déterminer la concentration massique t de cette solution.
2. En déduire sa concentration molaire C.

❸ On considère trois solutions, toutes trois à 0,1 mol. L^{-1}, la première de sulfate de potassium K_2SO_4, la deuxième de sulfate d'aluminium $A\ell_2(SO_4)_3$ et la troisième de phosphate de potassium K_3PO_4.

1. Ecrire l'équation- bilan de la dissolution de chacun des trois composés ioniques.
2. En déduire la concentration molaire des ions dans chacune des solutions

❹ On dispose de 100 mL de solution aqueuse obtenue par dissolution de 5,40 g de chlorure de cuivre (II) anhydre.

1. Quelle est la formule du chlorure de cuivre (II) anhydre ?
   En déduire sa masse molaire.
2. Quelles sont les concentrations massique et molaire de la solution ?
3. Ecrire l'équation- bilan de la dissolution du chlorure de cuivre (II).
   En déduire les concentrations molaires des ions $C\ell^-$ et Cu^{2+}.

❺ A l'état solide, le chlorure de sodium hexahydraté est un cristal ionique de formule $CaC\ell_2,6H_2O$.

1. Donner l'équation- bilan de la réaction de dissolution de ce cristal dans l'eau.
2. A 25 °C, on veut obtenir V = 250 cm^3 d'une solution de chlorure de calcium hexahydraté de concentration massique c' = 500 g. L^{-1}.

a) Quelle masse m de cristaux faut-il peser pour préparer cette solution ?
b) Quelle est la concentration molaire de cette solution ?
c) Quelles sont les concentrations molaires en ions calcium et ions chlorure de cette solution ?

❻ 1. L'étiquette d'un flacon d'une solution d'hydroxyde de sodium indique : hydroxyde de sodium NaOH = 35,0 % en masse ; densité : d = 1,38. Quelle est la concentration molaire C de cette solution ?

2. On dispose d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique dont l'étiquette indique : densité par rapport à l'eau d = 1,18 ; pourcentage massique d'acide chlorhydrique HCl : 35,0 %.

a) Déterminer sa concentration massique t et sa concentration molaire C.
b) On souhaite préparer 100 mL de solution de concentration C'= 1,0 mol. L^{-1}.
Déterminer le volume de la solution commerciale qu'il faut prélever.

❼ On prépare 250 mL de solution S_0 en mélangeant, à 25°C:

- 25 mL d'une solution de $NaC\ell$ à 0,80 mol. L^{-1} ;
- 50 mL de solution de $CaBr_2$ à 0,50 mol. L^{-1};
- 10,30 g de bromure de sodium NaBr solide puis en complétant avec de l'eau distillée.

1. Déterminer la masse de $CaC\ell_2$ à dissoudre.

2. Déterminer la quantité de matière, puis la concentration molaire de chacun des ions présents en solution.
3. Vérifier l'électroneutralité de la solution.
On admettra qu'il ne se produit aucune réaction entre les ions présents et que le pH de la solution est égal à 7.

❽ Le sel de Mohr est un corps cristallisé de formule $FeSO_4,(NH_4)_2SO_4\ ,6H_2O$.
1. Quelle est sa masse molaire ?
2. Donner le nom et la formule des ions obtenus lors de sa dissolution.
En déduire l'équation- bilan de cette dissolution.
3. On dissout 0,784 g de sel de Mohr dans une fiole jaugée de 100 mL que l'on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
a) Quelle concentration doit-on mentionner sur un flacon de cette solution
b) Calculer la concentration molaire de chacun des ions présents dans la solution.
c) Vérifier l'électroneutralité de la solution.

❾ Dans une fiole jaugée de 500mL, on introduit :
•25 mL de solution de chlorure de potassium à 0,50 mol. L^{-1};
• 4,08 g de chlorure de magnésium cristallisé $MgC\ell_2\ ,6H_2O$.
On ajuste avec de l'eau distillée.
1. Déterminer la quantité de matière en chlorure de magnésium utilisée.
2. Rappeler quelles sont les étapes de la dissolution d'un composé ionique dans l'eau.
3. Quelles sont, dans la solution réalisée, les espèces chimiques en présence ?
4. Pour chaque sorte d'ion, calculer sa concentration molaire volumique.
✍ **Données**: Mg: 24; Cl : 35,5; H : 1 et O: 16 g. mol^{-1}

❿ En solution aqueuse, l'acide nitrique HNO_3 est totalement dissocié en ions hydronium et en ions nitrate. Dans une fiole jaugée de 250 ml, on introduit successivement V_1 = 40 mL de solution d'acide chlorhydrique à C_1 = 0,30 mol. L^{-1}, V_2 = 25 mL de solution d'acide nitrique à C_2 = 0 ,4 mol. L^{-1}, m $(CaC\ell_2)$ = 1 g de chlorure de calcium solide et m $(Ca(NO_3)_2)$ = 2 g de nitrate de calcium solide et l'on complète à 250 mL avec de l'eau distillée. La température de la solution est de 25°C.
1. Déterminer la quantité de chacun des ions introduits dans cette solution sachant qu'aucune réaction chimique n'a lieu entre eux.
2. En déduire leur concentration.
3. Déterminer la concentration des ions hydroxyde et vérifier que la solution est électriquement neutre.

❶❶ Une solution commerciale d'hydroxyde de sodium a une densité par rapport à l'eau de 1,38 et titre 35% d'hydroxyde de sodium en masse.
1. Calculer la concentration de cette solution commerciale.
2. Quel volume V_1 de cette solution doit-on diluer par de l'eau pure pour obtenir 1L de solution de pH égal à 12,5 ?
3. On verse 5 mL de la solution commerciale dans 1L d'eau.
Quel est le pH de la solution obtenue ?
On donne : M_{NaOH} = 40 g. mol^{-1}
.

❶❷ On a obtenu 250 cm^3 d'une solution en dissolvant dans l'eau pure 7,5 g de chlorure de calcium $CaCl_2$ et 2,5 g de chlorure de sodium NaCl.
1. Quels sont les ions (autres que ceux dus à l'ionisation de l'eau) présents dans la solution ?
2. Vérifier l'électroneutralité de la solution.
3. A la solution précédente, on ajoute 250 cm^3 d'une solution aqueuse de chlorure de calcium à 0,01 mol. L^{-1}. Calculer les nouvelles concentrations de la solution en ions chlorure, calcium et sodium.
✍**On donne** : Masses molaires en g. mol^{-1} : Na: 23 ; Cl : 35,5 ; Ca : 40.

ACIDE FORT – BASE FORTE

❶ 1. Soit une solution de chlorure d'hydrogène à 0,1 mol. L^{-1}.
Calculer la masse de chlorure d'hydrogène dissous dans 150 cm^3 de cette solution
2. A ces 150 cm^3, on ajoute 100 cm^3 d'eau. Calculer la concentration molaire de la nouvelle solution obtenue.
Données : H = 1 g. mol^{-1}; Cℓ = 35,5 g. mol^{-1}

❷ 1. On dissout 0,8 g d'hydroxyde de sodium dans 100 mL d'eau. Calculer le pH de cette solution.
On donne : NaOH : M = 40 g. mol^{-1}
2. On veut préparer 400 cm^3 d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de pH = 12,5.
Calculer la masse d'hydroxyde de sodium qu'il faut peser pour obtenir cette solution.

❸ Une solution aqueuse d'acide nitrique de concentration C = 3.10^{-2} mol. L^{-1} a un pH = 1,5.
1. Montrer que l'acide nitrique est un acide fort.
2. Calculer la concentration de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution.
3. Ecrire l'équation- bilan de son ionisation avec l'eau.

❹ 1**.** On mélange 100 mL d'une solution S_1 d'acide chlorhydrique de pH = 2,4 avec 200 mL d'une solution S_2 d'acide chlorhydrique de pH inconnu. On obtient une solution dont le pH est égal à 2,7.
Déterminer le pH de S_2.
2. On mélange 400 mL d'une solution S_3 d'hydroxyde de sodium de pH = 10,7 avec 100 mL d'une solution S_4 d'hydroxyde de sodium de pH égal à 12,3. Calculer le pH de la solution obtenue.

❺ Une solution d'acide bromhydrique, de volume 2L, a un pH égal à 2,1.
1. Sachant que l'acide bromhydrique est un acide fort, en déduire la concentration de la solution.
2. Quel volume de chlorure d'hydrogène faut-il dissoudre dans la solution précédente pour que son pH devienne égal à 1,4 ? (V_m = 24 L. mol^{-1})
3. Calculer au terme de la dissolution, les concentrations de tous les ions présents.

❻ La solution d'acide chlorhydrique « fumant » a un titre en masse de 36%. Sa masse volumique est égale à 1,18 g/cm^3.
1. Quelle est la concentration massique de cette solution ?
2. Quelle est la concentration molaire de cette solution ?
3. Quel volume de chlorure d'hydrogène (mesuré dans les conditions normales) doit-on dissoudre dans l'eau pour obtenir 1 L d'acide chlorhydrique « fumant » ?
4. Quel volume d'eau doit-on utiliser pour obtenir 1 L de cette solution ?
: Masse molaire : M(HCℓ) = 36,5 g. mol^{-1}
.

❼ Dans une expérience de jet d'eau, le ballon rempli de chlorure d'hydrogène a un volume de 250 mL. En fin de dissolution, le volume de la solution est de 125 mL ($V_{mol\ gaz}$ = 25 L. mol^{-1}).
1. Décrire cette expérience.
2. Déterminer la quantité de chlorure d'hydrogène contenu dans le ballon avant l'expérience.
3. Ecrire l'équation de la dissolution du chlorure d'hydrogène dans l'eau.
4. En supposant que tout le gaz contenu initialement dans le ballon ait été dissous, déterminer les concentrations des ions chlorure et hydronium dans la solution obtenue.

❽ Une solution commerciale d'acide nitrique a une densité par rapport à l'eau d = 1,40 ; elle contient 65% en masse d'acide nitrique pur. On introduit 5,0 mL de cette solution dans une fiole jaugée de 100 mL

contenant environ 50 mL d'eau distillée, puis on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
1. Pourquoi l'eau est-elle introduite en deux fois : avant et après l'acide nitrique ?
2. Ecrire l'équation de dissolution de l'acide nitrique dans l'eau.
3. Calculer la concentration de la solution commerciale.
4. Calculer la concentration de la solution préparée.

❾On mesure le pH d'une solution de soude de différentes concentrations. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

C (mol. L^{-1})	10^{-2}	2.10^{-3}	10^{-4}	2.10^{-5}
pH	12	11,3	10	9,3

1. Tracer le graphe pH = f (- log c)
2. En déduire la relation entre le pH et la concentration c.
3. Que peut-on dire du pH d'une solution de soude de concentration $c = 10^{-8}$ mol. L^{-1}?
4. Que peut-on dire du pH d'une solution de soude de concentration c' = 2 mol. L^{-1}?
5. Que pensez-vous des limites des limites de validité de la relation établie au **2.** ?

❿ On considère une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b= 5.10^{-4}$ mol. L^{-1}.
1. Quelle masse d'hydroxyde de sodium solide a-t-il fallu dissoudre dans l'eau pour préparer 5L de cette solution ?
2. Calculer son pH.
3. A partir de la solution précédente, on veut obtenir 1L de solution de concentration $C= 10^{-4}$ mol. L^{-1}.
a) Indiquer comment procéder.
b) Calculer le pH de cette solution diluée.

➊➊ Sur l'étiquette d'un flacon, on relève les indications suivantes :
Acide chlorhydrique : d = 1,18 ; M = 36,46 g. mol^{-1} ;
pourcentage massique 35 %.
1. Quelles sont les espèces chimiques présentes dans une solution d'acide chlorhydrique ?
2. Calculer la concentration molaire de chlorure d'hydrogène dissous dans cet acide.
3. Quel volume d'acide faut-il prélever pour préparer 1 L de solution molaire de chlorure d'hydrogène ?
4.a)Quelle précaution faut-il prendre lorsque l'on dilue un acide concentré?
b) Cette dissolution est-elle exothermique ou endothermique ?

➊➋ 1. Une solution aqueuse S contient un mélange d'acide chlorhydrique (C_1 mol. L^{-1}) et nitrique (C_2 mol. L^{-1}).
1.1. Ecrire les équations- bilan des réactions du chlorure d'hydrogène et de l'acide nitrique avec l'eau.
1.2. Que peut-on dire de ces réactions ?
2. On verse, dans 100 mL de S, une solution aqueuse de nitrate d'argent utilisé en excès. On obtient un précipité blanc de masse m_1 = 717 mg.
2.1. Ecrire l'équation- bilan de la réaction de précipitation.
2.2. En déduire la valeur, en mol. L^{-1}, de la concentration C_1 de l'acide chlorhydrique.
3. La solution S a un pH de 1,1. En déduire la concentration, en mol. L^{-1}, des ions H_3O^+, ainsi que la valeur de la concentration C_2.
On donne : Ag : 108 g. mol^{-1} ; Cl : 35,5 g. mol^{-1}.

REACTION ACIDE FORT – BASE FORTE

❶ On dose un volume V_A = 10 mL d'une solution A d'acide chlorhydrique par une solution B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 10^{-2}$ mol. L^{-1}en présence de bleu de bromothymol. L'indicateur vire pour un volume de solution B versé V_B = 12 mL.
1. Représenter sous forme de schéma annoté, le dispositif expérimental.
2. Calculer la valeur de C_A.
3. Au cours du dosage, le pH de la solution- mélange prend la valeur 3,0 pour un volume de solution B versé V_B. Calculer V_B.

❷On mélange un volume V_1 = 30 cm^3 d'une solution chlorhydrique de concentration $C_1 = 10^{-2}$ mol. L^{-1} et un volume V_2 de solution de soude de concentration $C_2 = 1{,}5.10^{-2}$ mol. L^{-1}.
1. Calculer la valeur du volume V_2 quand le pH vaut 2,5.
2. Quel volume de solution de soude faut-il verser pour atteindre le point d'équivalence ? Quelle serait alors la valeur du pH ?
3. On suppose maintenant que V_2 = 25 cm^3. Calculer le pH du mélange obtenu.

❸ L'iodure d'hydrogène est un acide fort. On dispose d'une solution commerciale titrant 28% en masse, de densité d = 1,26 et dénommée solution d'acide iodhydrique.
1. Ecrire la réaction de l'iodure d'hydrogène avec l'eau.
2. Quel volume de la solution commerciale faut-il utiliser pour obtenir 1L d'une solution d'acide iodhydrique de concentration $C_a = 5.10^{-2}$ mol. L^{-1}?
3. Calculer le pH de la solution ainsi préparée.
4. On ajoute 25 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 2.10^{-2} mol. L^{-1} à 20 mL de la solution d'acide iodhydrique préparée. Déterminer le pH de la solution obtenue.

❹ A V_a = 60 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2.10^{-2}$ mol. L^{-1}, on ajoute V_b = 40 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium, de concentration $C_b = 10^{-2}$ mol/L ;
1. Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui a lieu.
2. L'équivalence acido-basique est-elle atteinte ?
3. Le mélange ainsi obtenu est-il acide, basique ou neutre ?
4. Quel est le pH de la solution obtenue ?
5. Calculer la concentration molaire des différentes espèces chimiques présentes dans cette solution. Conclure.

❺ On verse dans 200 mL d'une solution d'acide chlorhydrique, une solution d'hydroxyde de sodium à 0,5 mol. L^{-1}. On mesure le pH en fonction du volume V_B d'hydroxyde de sodium versé :

V_B (mL)	0	0,35	1	2	2.5	3	4	4.5
pH	1,9	1,9	2	2,1	2,2	2.3	2.6	2.9
V_B (mL)	4.9	5	5.1	5.5	6	8	10	
pH	3.6	5.1	10.3	11	11.3	11.6	11.8	

1. Tracer la courbe pH = f (V_B).
2.a) Déterminer le point d'équivalence et en déduire la concentration de la solution d'acide chlorhydrique.
b) Que peut-on dire du pH de la solution obtenue à l'équivalence, Justifier la réponse.
3. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans la solution, lorsqu'on a versé V_B = 3 mL d'hydroxyde de sodium.

❻ On introduit dans un bécher ,10 mL d'une solution d'acide nitrique, 20 mL d'eau distillée, puis on ajoute à la burette V_B mL d'une solution d'hydroxyde de potassium de concentration $C_B = 2.10^{-2}$ mol. L^{-1} en relevant le pH après chaque ajout. On obtient le tableau suivant :

V_B (mL)	0	1	2	3	4	5	6	6,5
pH	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9
V_B (mL)	7	7,5	8	8,5	9	10	11	12

pH	3,5	6,95	10,8	11,1	11,2	11,4	11,5	11,6

1. Ecrire l'équation- bilan du dosage.
2. Tracer le graphe pH = f (V_B). En déduire le volume équivalent V_{BE}.
3. Déterminer alors les concentrations molaire et massique de la solution d'acide nitrique.
4. Choisir, dans la liste ci-dessous, un indicateur coloré adapté pour ce dosage. Justifier la réponse.

Indicateur coloré	Zone de virage
Rouge de méthyle	4,2 - 6,2
Rouge neutre	6,8 - 8,0
Jaune d'alizarine	10,1 - 12,1

❼ Le pH d'une solution (S) d'acide chlorhydrique de concentration molaire c est mesuré à l'aide d'un pH-mètre. La valeur trouvée est pH = 2,1.

1. Calculer la concentration molaire c de la solution (S) .

La méthode consistant à déterminer la concentration d'une solution à partir de la mesure du pH est-elle précise, sachant que la mesure est faite à 0,1 unité de pH près ?

2.a) La solution (S) a été fabriquée en dissolvant 50 mL de chlorure d'hydrogène gazeux dans de l'eau pure. La solution obtenue a un volume égal à 250 mL. V_{mol} (gaz) = 25 L/mol.

Vérifier que la valeur mesurée au pH-mètre est compatible avec le résultat du calcul.

b) Pour contrôler la concentration de la solution (S), on dose 20 ml de (S) avec une solution d'hydroxyde de concentration 10^{-2} mol. L^{-1} ; l'équivalence est obtenue pour 16,4 mL de solution d'hydroxyde de sodium versée.

- Quel est le pH du point d'équivalence ?
- Calculer la concentration de (S) et comparer le résultat obtenu aux valeurs précédentes.

3. La solution (S) est diluée 10 fois pour obtenir une solution (S') de concentration molaire c'. Calculer le pH de la solution (S').
4. On dilue (S') avec de l'eau très pure. La solution finale (S'') a une concentration molaire c ''= c'/10^3. Peut-on prévoir le pH de la solution (S'') ?

❽ On effectue le dosage par pH-métrique d'une solution d'hydroxyde de sodium S. Pour cela, on verse 10 mL de la solution S dans un bécher, on y ajoute 90 mL d'eau distillée. On ajoute progressivement une solution d'acide chlorhydrique de concentration C_a = 10^{-1} mol. L^{-1}. On relève les valeurs suivantes du pH pour les valeurs Va de la solution acide ajoutée.

Va (mL)	0	2	5	7	8	8,5	8,7	8,9
pH	11,9	11,8	11,6	11,3	11,0	10,5	10,2	9,2
Va (mL)	9	9,1	9,3	9,5	10	11	15	
pH	7,0	5,0	4	3,6	3,2	2,7	2,3	

1. Tracer la courbe pH = f(Va).
2. Déterminer graphiquement le point d'équivalence.
3. Déterminer la concentration de la solution diluée dosée.
4. En déduire la concentration de la solution S.

❾ On fait réagir 10,0 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration 10^{-1} mol. L^{-1} avec une solution d'acide nitrique de concentration0, 15 mol. L^{-1}.

1. Ecrire l'équation- bilan de la réaction.
2. Calculer le volume d'acide utilisé pour que l'équivalence soit atteinte.
3. Après évaporation de la solution obtenue à l'équivalence, on recueille un produit blanc. Quel est son nom ? Calculer sa masse.

Données :
H : 1 g. mol^{-1} ; N: 14 g. mol^{-1} ; O : 16 g. mol^{-1} ; Na : 23 g. mol^{-1}.

ACIDE FAIBLE – BASE FAIBLE

❶ Une solution d'acide méthanoïque, de concentration molaire 0,05 mo. L^{-1}, a un pH de 2,5.

1. Ecrire l'équation- bilan de la réaction de l'acide méthanoïque sur l'eau. Cette réaction est-elle totale ?
2. Définir les espèces chimiques présentes en solution.
3. Calculer la concentration molaire de chacune d'elles.
4. En déduire le coefficient d'ionisation de l'acide méthanoïque dans la solution étudiée.

❷ Une solution aqueuse d'ammoniac, de concentration molaire 0,1 mol. L^{-1} a un pH égal à 11,1 ;

1. Montrer que NH_3 est une base faible.
2. Ecrire l'équation - bilan de sa réaction sur l'eau.
3. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans la solution à l'équilibre.
4. Préciser, dans un tableau, les espèces chimiques majoritaires, minoritaires et ultra- minoritaires.

❸ On dispose de 500 mL d'une solution S_1 de chlorure d'ammonium $NH_4^+ + C\ell^-$ à 0,1 mol. L^{-1} avec laquelle on prépare, par dilution, 250 mL d'une solution S_2 à 10^{-2} mol. L^{-1}. On mesure le pH de S_2 et l'on trouve pH = 5,1.

1. Quelle masse de chlorure d'ammonium a-t-on pesé pour préparer S_1 ?
2. Combien de fois a-t-on dilué S_1 pour obtenir S_2 ?
3. Ecrire l'équation- bilan de la réaction de l'ion ammonium avec l'eau.
4. Déterminer la concentration de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution S_2. En déduire que l'ion ammonium est un acide faible.

❹ On mesure le pH d'une solution S1 d'acide méthanoïque HCOOH à 10^{-2} mol. L^{-1}. On trouve $pH_1 = 2,9$. On dilue 10 fois la solution S_1, le pH de la solution S_2 obtenue est pH = 3,4.

1. L'acide méthanoïque est-il un acide fort, Justifier.
2. Ecrire l'équation- bilan de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau
3. Déterminer la concentration des espèces chimiques présentes dans la solution S. En déduire le coefficient de dissociation α_1 .
4. Mêmes questions avec la solution S_2 .
5. Comparer α_1 et α_2. Conclure.

❺ Une solution aqueuse d'acide benzoïque C_6H_5COOH, de concentration molaire volumique égale à 1 mol. L^{-1}, a le même pH qu'une solution aqueuse d'acide nitrique HNO_3, de concentration molaire volumique 8.10^{-3} mol. L^{-1}. Ce pH est égal à 2,1.

1. Montrer que l'acide nitrique est un acide fort.
2. Montrer que l'acide benzoïque est un acide faible.
3. Calculer le coefficient d'ionisation de l'acide benzoïque dans cette solution.
4. Ecrire l'équation- bilan de l'action de l'eau sur l'acide benzoïque.

❻ L'étiquette d'un flacon contenant une solution S_0 d'acide méthanoïque de commerce porte les indications suivantes : • Formule : HCOOH

• Masse d'acide pur = 80 % ; • Densité de la solution : d = 1,18
• Masse molaire moléculaire de la solution : M = 46 g. mol^{-1}

1. Calculer la concentration molaire C_0 de la solution S_0.
2. On prélève un volume v = 5 cm^3 de S_0 que l'on complète à l'eau distillée pour obtenir 1 litre de solution S. Donner la concentration molaire de la solution S.
3. On mesure le pH de la solution S et on trouve 2,4. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution S.
4. En déduire que l'acide méthanoïque est un acide faible.

COUPLES ACIDE / BASE

❶ L'acide méthanoïque (ou formique) est un acide carboxylique faible.
1.a) Quelle est sa formule ?
b) Quelle est sa base conjuguée ?
c) Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau.
2. A 25°C, un becher contient 20 cm^3 de solution aqueuse centimolaire de cet acide. La valeur du pH est 2,9.
a) Quelles sont les différentes espèces chimiques existant dans cette solution ? Déterminer leur concentration molaire.
b) En déduire :
• le coefficient d'ionisation α de l'acide métnanoïque. Indiquer, sans calcul, quelle serait l'influence sur α d'une plus grande dilution;
• le pK_a du couple acide méthanoïque / ion méthanoate.

❷ Une solution aqueuse d'éthanoate de sodium de concentration molaire 0,1 mol. L^{-1} a un pH égal à 8,9.
1. La solution est-elle acide, basique ou neutre ?
2. On mélange 10 mL de cette solution à 20 mL d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire 0,1 mol. L^{-1}.
Le pH du mélange est 4,5.
a) Quelles sont les espèces chimiques résentes dans la solution ?
Calculer leur concentration molaire.
b) Calculer la constante d'acidité et le pK_a de l'acide éthanoïque.

❸ Le pH d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium HCOONa de concentration C = 0,1 mol. L^{-1} est égal à 8.
1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui accompagne la dissolution du méthanoate de sodium dans l'eau. L'eau joue-t-elle le rôle d'un acide, ou d'une base lors de l'opération ?
2. Calculer les concentrations de toutes les espèces chimiques dans la solution.
3. En déduire le pKa du couple $HCOOH / HCOO^-$.
4. La constante d'acidité Ka du couple CH_3COOH / CH_3COO^- vaut $1,6.10^{-5}$. Comparer les forces des acides éthanoïque et méthanoïque ainsi que celles des bases CH_3COO^- et $HCOO^-$.

❹ On veut calculer à partir des mesures de pH, la valeur de la constante d'acidité K_a, associée au couple acide méthanoïque / ion méthanoate ($HCOOH/HCOO^-$).
1. Une solution d'acide méthaoïque de concentration 0,1 mol. L^{-1} a un pH égal à 2,4. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques dans la solution et en déduire les valeurs de K_a et du pK_a.
2. Un mélange de 50 cm^3 de la solution d'acide méthanoïque de concentration 0,1 mol. L^{-1} et de 50 cm^3 d'une solution de méthanoate de sodium de concentration 0,2 mol. L^{-1} a un pH de 4,1.
Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes.
En déduire les valeurs de K_a et du pKa.

❺ Le couple ion éthylammonium / éthylamine $C_2H_5NH_3^+$ / $C_2H_5NH_2$ a un pk_a de 10,8.
1. On considère une solution aqueuse d'éthylamine de pH = 11 à 25°C.
a) quelles sont les espèces chimiques présentes en solution ?
b) Déterminer leur concentration molaire.
c) En déduire la concentration de la solution initiale.
2. Quels volumes de solutions d'éthylamine et de chlorure d'éthylammonium de concentrations molaires respectives 0,1 mol/L et 0,1 mol.L^{-1} doit-on mélanger pour obtenir 30 cm^3 de solution de pH = 11,2 à 25°C ?
On admet que le chlorure d'éthylammonium est totalement dissocié en solution aqueuse en ions éthylammonium et chlorure.

❻ On dispose d'une solution A d'acide méthanoïque (C_A = 0,1mol.L^{-1}) et d'une solution B de méthanoate de sodium (C_B = 0,1 mol. L^{-1}).
On réalise plusieurs mélanges de V_A de A et V_B de B et pour chacun d'eux on mesure le pH

V_A (mL)	30	25	22	18	15	10
V_B (mL)	10	15	18	22	25	30
pH	3,3	3,5	3,7	3,8	4,0	4,3

1. Calculer les concentrations molaires des espèces présentes dans le premier mélange (V_A = 30 mL ; V_B = 10 mL).

Montrer que : $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{C_B V_B}{C_A V_A}$

2. Tracer la courbe de variation du pH en fonction de lg $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

Echelles : 1 cm ↔ 0,05 unité de log ; 1 cm ↔ 0,5 unité de pH.

3. En déduire que le pH peut s'écrire sous la forme :

pH = a.lg $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ + b. Trouver les valeurs de a et b.

4. En déduire les valeurs de la constante pK_a et de la constante K_a.

❼ Les mesures de pH sont toutes faites à 25°C.

1. Une solution S_1 d'acide benzoïque C_6H_5COOH de concentration $C_1 = 10^{-2}$ mol. L^{-1} a un pH de 3,1.

a) Ecrire l'équation- bilan de la réaction correspondant à sa mise en solution dans l'eau.

b) Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans la solution.

c) En déduire le pKa du couple acide- base.

2. Une solution S_2 de benzoate de sodium a une concentration $C_2 = 2{,}5.10^{-2}$ mol. L^{-1}.

Quels volumes V_2 de la solution S_2 et V_1 de la solution S_1 faut-il mélanger pour obtenir 350 mL d'une solution S de pH = 4,2 ?

❽ Une solution S_1 d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_1 = 10^{-2}$ mol. L^{-1} a le même pH qu'une solution S_2 d'acide monochloroéthanoïque ($CH_2C\ell COOH$) de concentration molaire $C_2 = 9.10^{-2}$ mol. L^{-1}. A 25°C ce pH est égal à 2,0.

1. Donner la définition d'un acide (selon Bronsted).
2. Montrer, à partir des données précédentes, que le chlorure d'hydrogène est un acide fort et écrire l'équation-bilan de la réaction qui accompagne sa dissolution dans l'eau.
3. L'acide monochloroéthanoïque est-il fort ? Justifier. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui accompagne sa dissolution dans l'eau.
4. Faire le bilan des espèces chimiques présentes dans la solution S_2 et calculer leur concentration.
5. Définir et calculer le pK_a de l'acide monochloroéthanoïque.

❾ L'acide lactique $CH_3CHOHCOOH$, noté AH par la suite, apparaît lors de la fermentation du lait. Il est aussi responsable des crampes musculaires. On prépare un volume V = 200 mL de solution S_1 par dissolution dans l'eau distillée d'une masse m = 0,36 g d'acide lactique. La mesure du pH de la solution S_1 donne pH_1 = 2,8.

1. L'acide lactique est-il un acide fort ?
2. Ecrire l'équation- bilan de sa mise en solution.
3. On mesure le pH d'une solution S_2 obtenue en diluant 50 fois la solution S_1. Parmi les deux valeurs suivantes, quelle est celle qui est plausible : 3,4 ou 3,7 ?
4. Le pH d'une solution de lactate de sodium de concentration $C'_1 = 2.10^{-3}$ mol. L^{-1} peut-il être égal à 11,3 à 25°C ?

❶ On dissout une masse m = 6,0 g d'acide méthanoïque pur dans de l'eau de façon à obtenir une solution S de volume V= 2 litres.

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction d'ionisation de l'acide méthanoïque.

2. Calculer la concentration molaire C_A de la solution d'acide méthanoïque ainsi préparée.

3. Le pH de la solution est égal à 2,5.

Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques de S.

4. On dose un volume V_A = 10 cm^3 de S avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration $C_B = 5.10^{-2}$ mol. L^{-1}, en présence de phénolphtaléine. On constate que le virage de l'indicateur se produit pour un volume ajouté V_B = 13 cm^3.

a) Ecrire l'équation de la réaction qui se produit.

b) Montrer que la mesure de V_B permet de vérifier la valeur de C_A obtenue à la question 2°.

5. On constate lors du dosage que, lorsqu'on ajoute un volume V'_B = 6,5 cm^3 de soude, le pH du mélange est égal à 3,8. En déduire le pK_a du couple HCOOH / $HCOO^-$. Quel nom donne-t-on à la solution ainsi obtenue ? Quelles sont ses propriétés remarquables ?

<u>Masses molaires atomiques</u>: H = 1 g. mol^{-1}, C = 12 g. mol^{-1}, O = 16 g. mol^{-1}.

❷ 1. On dissout 0,1 mol d'acide éthanoïque dans l'eau de façon à obtenir 1 litre de solution de pH = 2,9.

a) Montrer que l'acide éthanoïque est un acide faible et écrire l'équation de la réaction ayant lieu lors de la préparation de la solution.

b) Calculer le pK_a du couple acide/base présent.

2. Un bécher contient 10 cm^3 d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration 0,1 mol.L^{-1}. On y ajoute peu à peu à l'aide d'une burette un volume v de solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,1 mol. L^{-1} et on relève régulièrement le pH.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction responsable de la variation du pH.

b) Pour quel volume V_E de solution d'hydroxyde de sodium atteint-on l'équivalence ? Quelle est alors la valeur du pH ? Justifier cette valeur.

3. On reprend la même expérience en remplaçant l'acide chlorhydrique par 10 cm^3 d'acide éthanoïque de concentration 0,1 mol. L^{-1}.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction responsable de la variation de pH.

b) Pour quel volume V'_E de solution d'hydroxyde de sodium atteint-on l'équivalence ? Situer alors la valeur du pH ; justifier la réponse.

c) Rappeler le pH et les propriétés de la solution S obtenue à la demi-équivalence.

d) Comment peut-on obtenir par une méthode différente une solution ayant les mêmes propriétés que la solution S ? On précisera le choix des solutions avec leurs concentrations ainsi que les volumes utilisés.

❸ La monoéthylamine (ou éthanamine) appartient au couple acide- base $C_2H_5NH^+_3$ / $C_2H_5NH_2$.

1. Ecrire l'équation de la réaction de la monoéthylamine avec de l'eau.

2. Une solution aqueuse de monoéthylamine de concentration 3.10^{-2} mol. L^{-1} a un pH égal 11,6.

a) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution.

b) Justifier que la monoéthylamine est une base faible.

3. Calculer la constante pK_a du couple acide-base mis en jeu dans la solution. Dire si la monoéthylamine est une base plus faible ou plus forte que l'ammoniac, sachant que l'on a pK_a = 9,2 pour le couple NH^+_4 / NH_3.

4. A la solution de monoéthylamine, on ajoute progressivement une solution d'acide chlorhydrique jusqu'à l'obtention de l'équivalence.

a) définir l'équivalence.

b) Le pH de la solution obtenue est-il supérieur, égal ou inférieur à 7 ? Justifier la réponse.

❹ On considère une solution S_1 d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_1 = 5.10^{-2}$ mol. L^{-1}, une solution S_2 d'acide méthanoïque de concentration $C_2 = 10^{-1}$ mol. L^{-1} et une solution S_3 de méthanoate de sodium de concentration$C_3 = 5.10^{-2}$ mol. L^{-1}.

1. Le pH de la solution S_1 est égal à 12,7 ; montrer que la valeur de C_1 que l'on peut en déduire est en accord avec celle indiquée ci-dessus.
2. A 40 cm^3 de solution S_3 on ajoute 10 cm^3 de solution S_2 : on obtient ainsi une solution dont le pH est égal à 4,1.
a) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques contenues dans la solution finale.
b) En déduire que le pKa du couple acide méthanoïque/ ion méthanoate est égal à 3,8.
3. A 40 cm^3 de solution S_1 on ajoute progressivement un volume V de solution S_2.
a) Pour $V = V_e$, on atteint l'équivalence acido-basique. Ecrire l'équation de la réaction entre les solutions S_1 et S_2 et en déduire la valeur de V_e.
b) Pour une valeur différente de V, le pH du mélange est égal à 3,8.
En déduire cette nouvelle valeur de V.

❺ L'acide benzoïque C_6H_5COOH est un acide carboxylique dont le pKa est égal à 4,2.
Une solution S de cet acide a un pH de 2,6 à 25°C.
1. a) Ecrire l'équation- bilan de la réaction entre cet acide et l'eau.
b) Déterminer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution.
c) En déduire la concentration molaire volumique initiale de la solution en acide benzoïque.
2. On prélève 20 cm^3 de la solution S et on veut réaliser une solution de pH = 4,2.
a) Rappeler les propriétés d'une telle solution de pH = 2.
b) Dire comment vous la réaliseriez si vous disposiez de diverses solutions aqueuses

❻ On dispose d'une solution d'acide méthanoïque de concentration $c_A = 0{,}1$ mol. L^{-1} et de pH = 2,4.
1. Ecrire l'équation bilan de la réaction de cet acide avec l'eau et calculer les concentrations des espèces chimiques en solution.
2. Dans un bécher, on prend un volume $V_A = 20$ mL de cet acide. On y ajoute un volume V_B d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration $c_B = 0{,}25$ mol. L^{-1}.
a) Ecrire l'équation bilan de la réaction.
b) Calculer le volume V_{BE} d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour obtenir l'équivalence. Le pH de la solution vaut alors 8,3.
Justifier le caractère basique de la solution.
c) quand on a versé un volume V_{BI} = 4mL, le pH vaut 3,8. Montrer que cette valeur du pH est égale à celle du pKa du couple $HCOOH / HCOO^-$.
d) Quand V_B devient très grand largement supérieur à V_{BE}, quelle est la valeur limite du pH de la solution ?
e) En tenant compte des points remarquables rencontrés précédemment, tracer l'allure de la courbe de variation du pH en fonction de V_B de solution d'hydroxyde de sodium versé dans le bécher.

❼ On dose 20 cm^3 d'un acide AH de concentration molaire C_a par une solution d'hydroxyde de sodium décimolaire. On obtient les résultats suivants où V_B est le volume de soude versé :

V_B (cm^3)	0	2	4	6	8	9,9	10	10,1	11
pH	3,2	4,3	4,7	5,1	5,5	6,9	8,7	10,5	11

1. Tracer la courbe pH = f(V_B).
Echelles : 1cm ↔ 1cm^3 ; 1 cm ↔ 1unité pH.
2. L'acide est-il fort ou faible ? Justifier votre réponse.
3. Evaluer le volume de soude versé au point d'équivalence.
En déduire la concentration molaire C_a de l'acide.
4. Si on continue à verser de la soude, comment évoluera le pH de la solution ?
5. Déterminer graphiquement le pKa de cet acide.
6. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes pour pH = 4,3.

❽ On étudie la réaction entre une solution aqueuse d'acide chlorhydrique et une solution de monoéthylamine : $C_2H_5NH_2$.
1. Ecrire l'équation bilan de cette réaction. Identifier l'acide et la base du couple de la monoéthylamine . Nommer l'acide.
2. On ajoute progressivement un volume V de solution chlorhydrique dans un volume $V_B = 20\ cm^3$ de solution de monoéthylamine de concentration $C_B = 0,1$ mol. L^{-1}. On obtient les résultats suivants :

Vcm^3	0	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16
pH	11,7	11,5	11,4	11,3	11,2	11	10,9	10,7	10,6	10,4	10,1
Vcm^3	18	19	19,5	20	21	22	23	24	26	28	34
pH	9,4	8,5	6	3,1	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7

Tracer la courbe représentant la variation du pH en fonction de V.
3. Déterminer graphiquement les coordonnées:
- du point d'équivalence,
- du point de demi-équivalence.

4. En déduire :
a) la concentration molaire C_A de la solution chlorhydrique,
b) les valeurs du pK_a et la constante d'acidité K_a du couple formé par la monoéthylamine et l'ion correspondant.

❾ On dispose de cinq solutions aqueuses, toutes à 10^{-2} mol. L^{-1} :
- A est une solution d'acide propanoïque (CH_3CH_2COOH)
- B est une solution de propanoate de sodium
- C est une solution d'acide chlorhydrique
- D est une solution d'hydroxyde de sodium
- E est une solution de chlorure de sodium.

On mesure leur pH à 25°C. Les valeurs obtenues, classées par pH croissant, sont : 2 ; 3,5 ; 7 ; 8,5 et 12.
1. Attribuer à chaque solution son pH en justifiant brièvement, sans calcul votre choix.
2. On mélange 50 mL de A et 50 mL de B. On obtient ainsi 100 mL d'une solution notée F dont le pH est de 4,9. Recenser les espèces chimiques présentes dans F. Calculer leurs concentrations.
3. Calculer le pKa du couple acide propanoïque / ion propanoate.
4. Comment appelle-t-on une solution telle que F ? Que se passe-t-il du point de vue du pH si l'on ajoute à F quelques gouttes de C ? de D ? de E ?
5. On veut préparer 100 mL de F à partir d'un autre mélange. En choisissant parmi les 5 solutions proposées, préciser la nature et le volume des solutions à utiliser.

❿ 1. Une solution d'acide méthanoïque HCOOH de concentration molaire $c_A = 10^{-1}$ mol. L^{-1} a un pH = 2,4 à 25 °C.
a. En le justifiant, faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution.
b. Calculer les concentrations molaires de ces espèces.
c. on précisera le couple acide- base mis en jeu et on calculera son pK_A.
2. On prélève 10,0 mL de la solution précédente et on y verse une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $c_B = 5.10^{-2}$ mol. L^{-1}.
a. Ecrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit.
b. Définir l'équivalence acido-basique. Calculer le volume V_E de la solution précédente d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour l'obtenir.
c. A l'équivalence, la solution est- elle acide ou basique ?
3. Quel volume de la solution d'hydroxyde de sodium ($c_B = 5.10^{-2}$ mol. L^{-1}) faut- il ajouter à 10 mL de la solution d'acide formique ($c_A = 10^{-1}$ mol. L^{-1}) pour avoir une solution tampon dont on précisera le pH et les propriétés.

ALCOOLS

Données: masses molaires atomiques en g/mol : H : 1; C : 12 ; O : 16

❶ 1. Donner les classes et noms des alcools saturés ayant chacun trois atomes de carbone.
2. On oxyde de façon ménagée mais totale un mélange de ces alcools. On obtient deux corps organiques dont l'un a un caractère acide.
a) Ecrire les équations d'oxydation dans le cas où l'oxydant est le dioxygène.
b) Donner les formules développées et les noms des corps organiques obtenus; citer deux tests chimiques permettant de les différencier.

❷ 1. On traite un alcène A par de l'eau, en présence d'acide sulfurique, à 120°C; on obtient un corps B, de formule brute $C_4H_{10}O$.
a) Quelle est la fonction chimique de B ?
b) Donner les formules semi- développées et les noms des différents isomères de B
2. Pour savoir lequel des isomères de B s'est effectivement formé, on fait réagir B avec une solution de dichromate de potassium en milieu acide. Leproduit obtenu donne un précipité jaune avec la D.N.PH et est sans action sur la liqueur de Fehling ou sur le nitrate d'argent ammoniacal.
Montrer que ces expériences permettent de déterminer la formule semi-développée de B.
3. Donner une formule semi- développée possible pour A, et son nom.
4. Quelle masse de l'alcène A faut-il faire réagir pour obtenir 3,40 g de B, sachant que le rendement de la réaction et de 30%.

❸ On considère un monoalcool saturé A ayant pour masse molaire moléculaire M = 74 g. mol^{-1}.
1.a) Déterminer la formule brute de A.
b) On fait réagir A sur le dichromate de potassium en milieu acide; cette réaction donne un produit A' ; A' agit sur la 2,4-D.N.P.H mais il est sans action sur la liqueur de Fehling ni sur le nitrate d'argent ammoniacal.
Indiquer la classe à laquelle le monoalcool appartient, ainsi que son nom et sa formule développée.
c. Indiquer le nom et la formule développée de A'.
d. Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui se produit entre l'alcool A et les ions dichromate en milieu acide.
2. Deux alcènes isomères dont la double liaison n'occupe pas la même position dans la chaîne carbonée conduisent par hydratation à ce même alcool A.
a) Ecrire la formule semi- développée de ces alcènes.
b) Ecrire l'équation- bilan des réactions d'hydratation de chacun des deux alcènes.
Avec l'un de ces alcènes, on peut obtenir un deuxième alcool de classe différente; est-ce le deuxième alcool A qui est obtenu majoritairement ?
Le deuxième isomère de l'hydrocarbure présente une particularité. Laquelle ?

❹ 1. On considère le but-2-ène.
a) Quel type d'isomérie présente-t-il ?
b) Ecrire les formules semi- développées et donner les noms des isomères.
2. On hydrate, en présence d'un catalyseur, le but-2-ène.
a) Nommer l'alcool obtenu. Préciser sa classe.
b) L'alcool obtenu est oxydé par une solution de dichromate de potassium en milieu acide.
•Ecrire l'équation- bilan de l'oxydo- réduction.
•Comment peut-on caractériser le produit organique obtenu ?
3. On hydrate, maintenant, en présence de catalyseur, le but-1-ène.
a) Nommer les alcools susceptibles de se former.
L'un d'eux est majoritaire. Lequel ?
b) On considère l'alcool obtenu majoritairement. On veut l'oxyder de façon ménagée.
•Que signifie le mot « ménagée »?

•Dans quelles conditions peut-on réaliser une oxydation ménagée par l'ion dichromate?
•Citer des corps organiques susceptibles de se former au cours de cette oxydation ménagée.

❺ L'analyse d'un composé organique liquide A montre que cette substance ne contient que les éléments carbone, hydrogène et oxygène dans les proportions massiques suivantes: C: 66,7%; H: 11,1% et O: 22,2%.
1. Déterminer la formule brute du composé A sachant que sa masse molaire vaut M = 72 g. mol^{-1}.
2. Quelques expériences réalisées avec la substance A vont permettre d'établir sa structure:
a) Quelques gouttes de A versées dans un tube à essais contenant de la 2,4-D.N.P.H provoquent la formation d'un précipité jaune orangé.
Quelles sont les formules développées que l'on peut envisager pour A? Préciser leur nom.
b) Le composé A ne réagit pas avec la liqueur de Fehling ni avec le réactif de Tollens.
A quelle famille de produit A appartient-il?
En déduire la formule semi- développée que l'on peut retenir parmi celles envisagées en **2°a)**.
3. Le produit A provient de l'oxydation ménagée d'un alcool B. Préciser la classe de B, son nom, sa formule développée.

❻ Un alcool saturé A, a pour formule brute $C_4H_{10}O$.
1. Quels sont les différents isomères possibles ? Donner la formule semi-développée, le nom et la classe de l'alcool.
2. On oxyde cet alcool A par une solution de dichromate de potassium. On obtient un composé organique B qui donne un précipité avec la DNPH, mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.
En déduire la fonction chimique de B, et sa formule semi- développée. Préciser la nature de A.

❼ On réalise l'hydratation d'un alcène : le 2-méthylbut-2-ène.
1. Quelle est la fonction chimique du ou des produit(s) obtenu(s) ?
2. Ecrire l'équation bilan de la réaction (ou des réactions).
3. Qu'obtient-on par action du dichromate de potassium sur le ou les produit(s) obtenu(s) ?
4. Donner la demi- équation redox du dichromate de potassium en milieu acide.
5. Donner la formule développée du produit obtenu par l'oxydation en **3).** Quelle est sa fonction ?

❽ 1. Un corps A, a pour formule brute C_3H_6O. Il donne un précipité avec la DNPH et réduit la liqueur de Fehling.
Quels sont le nom et la formule développée de A ?
2. On oxyde A à l'aide d'une solution acide de dichromate de potassium. Nommer le corps B obtenu.
3. On fait réagir le corps B sur un alcool saturé primaire C.
On obtient un corps odorant D de masse molaire M = 116 g. mol^{-1}.
a) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre B et C.
c) Identifier le corps D.
c) Donner le nom et la formule semi- développée de C.

❾ On dispose de deux monoalcools saturés A et B de masse molaire moléculaire M = 74 g. mol^{-1}. Par oxydation ménagée avec du dchromate de potassium en milieu acide, A donne un produit A' et B donne un produit B', A' et B' donnent des cristaux jaunes avec la dinitro-2,4phénylhydrazine. Seul A' réagit avec la liqueur de Fehling.
Donner :
1. La formule brute des alcools A et B ;
2. Les noms et formules développées possibles pour A', B', A et B ;
3. Le nom et la formule développée de l'alcool ayant même formule brute que A et B et ne permettant pas d'oxydation ménagée.
Données : Masses molaires en g. mol^{-1} : H : 1 ; C : 12 ; O : 16.

AMINES

❶ 1. Ecrire l'équation- bilan de la réaction entre l'éthylamine et l'eau. Qu'en conclure pour le pH de la solution ?
2. Une solution aqueuse d'éthylamine, de concentration $C = 1{,}3.10^{-2}$ mol. L^{-1}, a un pH égal à 11,4.
En déduire la valeur du pK_a du couple acide/base correspondant.
3. Quelle est, de l'éthylamine ou de l'ammoniac, la base la plus forte ?
Le pK_a du couple NH_4^+ / NH_3 a pour valeur 9,2.

❷ Dans 30 cm^3 d'une solution aqueuse d'éthylamine C_2H_5-NH_2, de concentration $C_b = 6{,}0.10^{-2}$ mol. L^{-1}, on verse lentement une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 1{,}0.10^{-1}$ mol. L^{-1}.
A l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du pH en fonction du volume V de solution acide versée. On obtient le tableau ci- dessous :

V (mL)	0	5	9	15	16	17	18	19	20	21	25	30
pH	11,8	11,2	10,8	10,1	9,9	9,5	6,1	2,7	2,4	2,2	1,9	1,7

1. Tracer la courbe de variation du pH en fonction de V.
2. En déduire le pH au point de demi- équivalence.
3. Calculer le pKa du couple C_2H_5-NH_3^+ / C_2H_5-NH_2. L'éthylamine est-elle une base plus forte, ou moins forte que l'ammoniac ?
Le pK_a du couple NH_4^+ / NH_3 a pour valeur 9,2.

❸ On considère l'amine tertiaire $(CH_3)_3N$.
On étudie une solution aqueuse de cette amine, de concentration molaire $C = 0{,}1$ mol. L^{-1}. Son pH est égal à 11,4.
1. Ecrire l'équation de la réaction de l'amine sur l'eau. Ecrire le couple acide/base relatif à cette amine.
2. Quel est le caractère de l'amine mis en évidence ? Justifier la réponse.
3. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans cette solution (supposée à 25°C).
4. Calculer la constante d'acidité K_A et le pK_A du couple relatif à l'amine.
5. Cette amine réagit sur l'iodure d'éthylamine en solution dans l'éthanol.
a) Ecrire l'équation- bilan de cette réaction. Quel est le nom du produit obtenu ?
b) Quel est le caractère de l'amine mis ainsi en évidence ? Justifier la réponse.

❹ On considère une solution aqueuse S de triméthylamine C_3H_9N de concentration molaire volumique égale à 10^{-2}mol.L^{-1}. Le pH de cette solution est 10,9.
1. Ecrire la formule semi- développée des amines isomères ayant cette formule brute en précisant le nom et la classe de chacune d'elles.
2.
2.1. Quel est l'acide conjugué de cette triméthylamine ? Indiquer sa formule semi- développée et son nom.
2.2. Ecrire l'équation- bilan traduisant la réaction d'ionisation de cette amine en solution aqueuse.
2.3. Déterminer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution S.
2.4. En déduire la constante d'acidité du couple acide- base considéré, ainsi que son pK_a.
2.5. Le pK_a du couple NH_4^+ / NH_3 vaut 9,3. La triméthylamine est-elle une base plus forte que l'ammoniac ?

❺ Deux amines différentes ont la même formule brute C_2H_7N.
1. Quelles sont leurs formules semi- développées ? Donner leurs noms.
2. Les solutions aqueuses de ces corps ont un caractère basique. Comment cette propriété peut-elle être justifiée en comparant la structure électronique de l'atome d'azote dans ces molécules et dans la molécule d'ammoniac ?

ACIDES CARBOXYLIQUES

Données: masses molaires atomiques en g/mol: H : 1 ; C : 12; N: 14 ; O: 16

❶ Un alcène a pour formule brute C_4H_8.

1. Quels sont les isomères possibles?
Donner leur formule semi- développée et leur nom.
2. On hydrate l'un de ces isomères A et on obtient deux alcools B et C de classes différentes. On sépare ces deux alcools et on les soumet à une oxydation ménagée sans excès d'oxydant. Seul B s'oxyde et donne un composé B' qui réagit positivement à la 2,4-D.N.P.H et à la liqueur de Fehling.
Identifier A, B, B' et C (formules semi- développées et noms).
3. On fait réagir B avec un monoacide carboxylique D à chaîne saturée non ramifiée de masse molaire 88 g/mol.
Quel est le composé organique E obtenu? Ecrire l'équation- bilan de la réaction.
4. On fait réagir D avec le pentachlorure de phosphore ou le chlorure de thionyle. Quel est le composé F obtenu ?
5. F réagit avec B. Qu'obtient-on?
Quelles comparaisons pouvez-vous faire avec la réaction du **3°)** ?

❷ 1. L'action du propan-1-ol sur un acide carboxylique à chaîne linéaire saturé A fournit un composé B et de l'eau.
a) Donner la formule générale semi- développée d'un acide carboxylique.
Ecrire l'équation- bilan de la réaction mise en jeu et indiquer la nature du corps B obtenu.
b) La masse molaire moléculaire de B est de 102 g/mol.
Déterminer les formules semi- développées et donner les noms des composés (A) et (B).
c) Quelles sont les caractéristiques de la réaction précédente? Comment peut-on augmenter sa vitesse ?
2. On fait maintenant réagir le propan-1-ol sur une solution acide de dichromate de potassium en excès. L'on obtient un composé (C) qui est sans action sur la D.N.P.H et sur la liqueur de Fehling.
a) Déterminer la nature et la formule semi- développée de (C).
b) Trouver l'équation- bilan de la réaction d'oxydo-éduction ayant lieu: on utilisera à cet effet les demi- équations électroniques.
3. La réaction entre l'acide éthanoïque et un agent chlorurant (pentachlorure de phosphore ou chlorure de thionyle) conduit à un dérivé D de cet acide.
a) Donner le nom et la formule semi- développée de (D).
b) On fait réagir le composé (D) sur le propan-1-ol.
Nommer la réaction ayant lieu. Ecrire son équation- bilan. Quel composé organique obtient-on?
c) Comparer cette dernière réaction à celle étudiée à la question 1°).

❸ Un composé X a pour formule brute $C_5H_{10}O_2$.

1. L'hydrolyse de X donne un acide A et un alcool B. L'acide A réagit avec le pentachlorure de phosphore ($PC\ell_5$) pour donner un composé C.
Par action de l'ammoniac sur C on obtient un composé organique D à chaîne carbonée saturée, non ramifiée, de masse molaire moléculaire
M = 59 g/mol.
a) Préciser les fonctions chimiques de X, C et D.
b) Donner les formules semi- développées et les noms de D, C et A.
c) Ecrire les formules semi- développées possibles de X.
2. L'alcool B est oxydé par une solution de dichromate de potassium en milieu acide. Il se forme un composé organique E donnant un précipité jaune avec la 2,4-D.N.P.H mais ne réagissant pas avec la liqueur de Fehling. Donner la fonction chimique de E, les formules semi- développées de E et B.

❹ 1. L'hydratation du but-1-ène conduit à la formation de deux alcools. Ecrire leur formule semi- développée. Préciser leur nom et leur classe.

2. Une oxydation, à l'aide d'un excès de solution de permanganate de potassium en milieu acide, d'un un de ces deux alcools que l'on nommera A, conduit à un produit B.
L'action du chlorure de thionyle $SOC\ell_2$ sur le composé B permet d'obtenir un produit C qui réagit avec l'ammoniac pour donner du chlorure d'hydrogène et un produit D.
Le composé C peut réagir également avec l'alcool A pour donner du chlorure d'hydrogène et un produit E.
Donner les formules semi- développées et les noms des composés A, B, D et E.

❺ 1. Un composé A de formule brute $C_4H_{10}O$ donne par oxydation ménagée un composé B qui réagit avec la 2,4-D.N.P.H et réagit avec le réactif de Tollens (nitrate d'argent ammoniacal).
Sachant que, A est à chaîne saturée ramifiée, en déduire la formule semi-développée et le nom du composé B.
2. L'oxydation de B par une solution acidifiée de dichromate de potassium produit un composé organique C.
On fait réagir C sur un alcool D; on obtient un corps E de masse molaire 102 g/mol.
a) En déduire la formule semi- développée et le nom du composé E.
b) En déduire la formule semi- développée et le nom de l'alcool D.
c) Ecrire l'équation- bilan de la réaction de C sur D en précisant ses caractéristiques.
3. Citer une autre méthode pour obtenir le composé E à partir de l'alcool D.
Comparer les deux réactions. Ecrire l'équation- bilan.

❻ On dissout 2,4 g d'un acide carboxylique A dans 400 mL d'eau (on admet qu'il n'y a pas de changement de volume). On prélève 20 mL de cette solution que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,12 mol/L en présence de phénolphtaléine. Il faut 13,3 mL de la solution d'hydroxyde de sodium pour faire virer l'indicateur coloré.
1. Calculer la concentration molaire volumique de la solution d'acide.
2. Donner la formule générale d'un acide carboxylique. Déterminer la formule brute de A, donner sa formule semi- développée et son nom.
3. On fait réagir l'acide a avec du chlorure de thionyle ($SOC\ell_2$). On obtient un composé organique B, du chlorure d'hydrogène et du dioxyde de soufre. Quelle est la formule semi- développée de B?
Donner son nom.
4. On fait réagir B sur l'éthanol, on obtient un composé organique C et un autre composé.
Ecrire l'équation- bilan de cette réaction. Donner la formule semi-développée et le nom de C.
5. On peut également obtenir C par réaction de A sur l'éthanol; écrire l'équation- bilan correspondante.
6. Quelles sont les différences entre les réactions des questions 4. Et 5. ?

❼ 1. Par hydrolyse d'un ester E de formule brute $C_6H_{12}O_2$, on obtient deux corps désignés par A et B.
a. Quelles sont les fonctions chimiques de ces deux corps ?
b. Quelles sont les caractéristiques d'une réaction d'hydrolyse ?
2. Etude du composé A : sa formule brute est $C_2H_4O_2$.
a. Quelques gouttes de bleu de bromothymol additionnées à A donnent une solution de couleur jaune.
Quels sont la formule semi- développée et le nom du composé A ?
b. On déshydrate A en présence de P_4O_{10}. Quels sont le nom et la formule semi- développée du composé A_1 obtenu à partir de A ?
c. On fait agir sur A du chlorure de thionyle $SOCl_2$. Quels sont, le nom et la formule semi – développée du composé A_2 obtenu ?

❽On considère un alcène A.. Il réagit avec l'eau en présence d'un catalyseur convenable, pour donner le composé B.
Le composé B subit une oxydation ménagée, et on obtient un composé C.
Le composé C est sensible au réactif de Schiff ainsi qu'à la dinitrophénylhydrazine.
Le composé C subit à son tour une oxydation qui conduit au composé D, qui a pour formule moléculaire $C_2H_4O_2$.

On fait agir le composé D sur le composé B et on obtient le composé E.
1. Quels sont les noms, les formules semi- développées, ainsi que les fonctions des corps A, B, C, D, E.
2. Si l'on fait réagir une mole de D avec une mole de B, obtient-on finalement 0,05 ; 0,60 ou 0,67 moles de E ?
Quelle masse de E obtient- on en faisant réagir 4,6 g de B avec 6 g de D ?

❾ Un monoacide carboxylique saturé A, a pour masse molaire M = 46 g/mol.
1. Trouver la formule semi- développée et le nom de A.
2. On fait réagir l'acide A sur un alcool saturé B.
a. Ecrire l'équation de la réaction correspondante.
Indiquer la nature du produit organique C formé.
b. Ce produit C a une masse molaire $M_C = 102$ g. mol^{-1}.
En déduire la formule globale de l'alcool B.
Ecrire les formules semi- développées des différents isomères possibles pour B. Pour chacun, on précisera le nom et la classe.
c. L'oxydation ménagée de B par le dichromate de potassium en milieu acide conduit à un produit organique D qui réagit avec la DNPH mais est sans action sur la liqueur de Fehling. Identifier B.
Ecrire les formules semi- développées de C et de D. Les nommer.

❿ 1. Montrer que la formule brute d'un ester R-COO-R' peut être écrite sous la forme $C_xH_{2x}O_2$. On considérera que R et R' sont des radicaux alkyles ou éventuellement un atome d'hydrogène.
2. Un ester, répondant à cette formule brute, aune masse molaire comprise entre 70 et 80 g. mol^{-1}. Calculer la valeur de x.
Vérifier que ce résultat est en accord avec le fait que cet ester contient, en masse, 49 % de carbone.
3. Donner les isomères de cet ester et leurs noms en nomenclature systématique.
4. L'un de ces esters a été préparé à partir du chlorure de méthanoyle et d'un alcool. Nommer l'alcool utilisé. Ecrire l'équation- bilan de la réaction chimique correspondante.

❶❶ 1. On veut déterminer la masse molaire d'un monoacide carboxylique A. On prélève 0,37 g de cet acide. On le dissout dans 1 litre d'eau. On dose cette solution acide par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,20 mol.L^{-1}. L'équivalence a lieu quand on a ajouté 25mL de la solution d'hydroxyde de sodium.
1.1. Quelle est la masse molaire de A ?
1.2. Quelle est sa formule semi- développée ?
2. On traite A par le chlorure de thionyle $SOCl_2$, il se forme un produit B, du dioxyde de soufre et du chlorure d'hydrogène.
2.1. Quel est le groupe fonctionnel de B ? Donner le nom de B.
2.2. Peut-on à partir de B obtenir à nouveau A ?
3. On fait agir B sur un alcool C de formule brute CH_4O.
3.1. Quels sont la formule développée et le nom de C ?
3.2. Quel composé organique D obtient-on par action de B sur C ?
3.3. Indiquer deux autres méthodes de préparation de D.

❶❷ 1. Soit un acide carboxylique A, à chaîne saturée, noté R-COOH. Donner la formule générale de cet acide en désignant par n le nombre d'atomes de carbone contenus dans R-.
2. Soit un alcool B de formule brute CH_4O. Donner la formule développée de cet alcool. Préciser son nom.
3. On fait réagir A et B.
a) Quel est le nom de cette réaction ? Ecrire son équation bilan.
b) La masse molaire du produit obtenu est 88 g. mol^{-1} ; en déduire la formule semi- développée de l'acide A et donner son nom.

ACIDES α-AMINES

❶ La glycine (gly) et l'alanine (ala) sont des acides α- aminés.

1. En solution aqueuse , la glycine se trouve entre autres, sous forme d'un ion dipolaire. Donner sa formule.
2. L'alanine et la glycine peuvent réagir par condensation.

a) Ecrire les équations des deux réactions possibles.

b) Quel est le type particulier de liaison dans ces composés ?

c) Indiquer brièvement le principe de la préparation qui permet d'obtenir seulement celui des composés dont le groupement carbonyle libre est celui de la glycine.

❷ 1. Ecrire la formule développée de l'alanine ou acide 2-aminopropanoïque.

2. Une solution aqueuse contenant de l'alanine a un pH = 2. Ecrire la forme ionisée prépondérante de l'alanine dans cette solution.

3. On fait varier le pH (en ajoutant de la soude, par exemple). Ecrire la formule de la forme ionisée majoritaire de l'alanine présente dans la solution lorsque le pH = 6 et lorsque le pH = 11.

✍**Données** :

$pKa_1 = 2,3$; Ka_1 est la constante d'acidité du couple : acide conjugué de l'amphion/ amphion

$pKa_2 = 9,9$; Ka_2 est la constante d'acidité du couple amphion / base conjuguée de l'amphion.

❸ L'acide amino-éthanoïque ou glycine a pour formule brute $C_2H_5NO_2$.

1. Ecrire sa formule développée.
2. L'étude pH- métrique de la solution aqueuse met en évidence l'existence d'un amphion ou zwitterion. Ecrire la formule semi- développée de cet ion.

3.a) Ecrire la réaction de condensation entre deux molécules de glycine.

b) Quel type de liaison obtient-on ?

c) Montrer qu'il y a possibilité de polycondensation.

❹ 1. Indiquer, en justifiant, la formule générale des acides α- aminés. En particulier, écrire la formule du plus simple d'entre eux, la glycine ou acide amino-éthanoïque.

2. On considère maintenant la glycine. En solution aqueuse , cette molécule donne un ion dipolaire encore appelé amphion ou zwitterion . Donner la formule de cet ion dipolaire en interprétant sa formation.

3. Cet amphion se retrouve dans deux couples acido- basiques dont l'un met en jeu la fonction acide carboxylique et l'autre la fonction amine.

a) Indiquer ces deux couples.

b) Ecrire les constantes, notées Ka_1 et Ka_2, des équilibres traduisant l'action sur l'eau de chacun des deux acides intervenant dans ces deux couples.

❺ L'alanine et la valine sont deux acides aminés dont les formules respectives sont :

CH_3-$CH(NH_2)$-$COOH$ et CH_3-$CH(CH_3)$-$CH(NH_2)$-$COOH$.

1. Donner les noms de ces deux acides aminés dans la nomenclature systématique.
2. En prenant pour exemple l'alanine,

a) Ecrire la formule de l'ion dipolaire présent dans une solution aqueuse d'acide aminé.

b) Ecrire les deux couples acide- base correspondant à cet ion.

c) Les pK_A de ces deux couples étant égaux à 2,3 et 9,9, attribuer le pK_A correspondant à chaque couple et établir le domaine de prédominance de chaque espèce.

3.a) Ecrire les équations- bilan des réactions de condensation entre une molécule d'alanine et une molécule de valine.

b) Comment appelle-t-on la liaison créée ?

c) Comment appelle-t-on le type de molécules obtenues ?

CORRIGES DES EXERCICES

CINEMATIQUE DU POINT

❶ **1)** $V(t) = 4t + 3$; **2.a)** $x = 2t^2 + 3t - 2$; **b)** $\overrightarrow{OM} = (2t^2 + 3t - 2)\vec{i}$.

❷ **1)** $x = 2t^2 - 8t - 2$; $V_x = at + V_{0x} = 4t - 8$; **2)** $t = 2$ s ; $x = -10$m .
3) • Si $t < 2s$: $a_x.V_x < 0$: mouvement retardé .
• Si $t > 2s$: $a_x.V_x > 0$: mouvement accéléré .

❸**1et 2)** • $0 < t < 20$ s : $\mathbf{x_1 = 10\,t}$: mouvement uniforme à 10m/s
• $20 < t < 30$ s : $\mathbf{x_2 = 200m}$ = constante : le mobile est arrêté .
• $30 < t < 40$ s : $v_{3x} = -20$ m/s : mouvement uniforme dans le sens contraire, à la vitesse de 20 m/s . $\mathbf{x_3 = -20t + 800}$
3) A l'instant t = 20 s, la vitesse passe brutalement de 10 m/s à 0 ; à l'instant t = 30 s, la vitesse passe brutalement de 0 à 20m/s .Physiquement, la vitesse ne peut pas varier brutalement.

❹ **1)** $y = -\frac{4}{3}x^2 + 5/3x$; **2)** $x = 3,75$ m ; **3)** $V_x = 3$ m/s ; $V_y = -8t + 5$
Au sommet de la trajectoire $V_y = 0$ et $V_x = 3$; donc : $\boxed{\mathbf{V = V_x = 3\ m/s}}$;
4) $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 43$ m/s

❺ **1)** • de 0 à 10 s : mouvement uniformément accéléré ;
• de 10 à 20 s : mouvement uniforme ;
• de 20 à 25 s : mouvement uniformément décéléré .

2.a) 1re phase : $a_1 = 3$ m.s^{-2} ; 2e phase : $a_2 = 0$; 3e phase : $a_3 = -6$m.s^{-2}
b) 1re phase : $v_1 = 3t$; $x_1 = 1,5t^2$; $d_1 = 150$m
2e phase : $v_2 = 30$ m/s = cte ; $x_2 = 30t - 150$; $d_2 = x_2' - x_2 = 300$ m .
3e phase : $v_3 = -6t + 150$; $x_3 = -3t^2 + 150t - 1350$; $d_3 = x_3' - x_3 = 75$ m

❻**1.a)** $a_n = \frac{V^2}{R}$; **b)** $a_n = 0,78$ m. s^{-2}; **2.a)** $a_t = \frac{dv}{dt}$;**b)** $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 1,27$ m. s^{-2}

❼ **1.** $z_1 = -5t^2 + 20t$; **2.** $t_s = 1,5$ s ; $z_s = 11,25$ m ; **3.a)** $z_2 = -5t^2 + 25t - 20$; d'où $v_2 = -10t + 25$;$z_1 = z_2$ soit $-5t_R^2 + 20t_R = -5t_R^2 + 25t_R - 20$ d'où

t_R = **2s** et **z_R = 10 m ; b)** Pour B_1 : V_{1R} = - 5 m/s ; Pour B_2 : V_{2R} = + 5 m/s.

❽**1.** Δt_3 = 40 s ; **2.** BC = 9,35 km ; **3.** $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3$ = 467,5s.

❾ **1** Un mouvement rectiligne d'accélération constante est un mouvement uniformément varié ; **2)** $v_x = 4t - 3$; $x = 2t^2 - 3t + 1$; **3.a)** t_1 = 0,5 s et t_2 = 1,0 s ; **b)** v_1 = - 1,0 m/ s ; v_2 = 1,0 m/ s ; **c)** Le mobile part d'un point M_0 avec une vitesse négative v_1 ; il va vers la gauche et revient pour repasser en O avec la vitesse v_2 ($v_2 > 0$) ; **4)** Le mobile change de sens de parcours si sa vitesse change de signe et la vitesse ne peut changer de signe qu'en s'annulant : $v_x = 4t - 3 = 0$ d'où **t = 0,75 s** soit : **x = - 0 ,125 m**

❿**2)** **<u>1ère phase</u>** : a_x = 0,4 m. s^{-2} ; $x = 9,2\ t^2$ avec $0 \le t \le 30$ s : MRUA ; 2ème phase : a'_x = - 0,1 m. s^{-2} ; $x = \frac{1}{2} a'_x (t - 30)^2 + v'_{0x} (vt - 30) + x'_0$ avec v'_{0x} = 12 m. s^{-1} ; $x'_0 = d_1 = 0,2 \times 30^2$ = 180 m : le mouvement est rectiligne uniformément retardé d'équation : $x = - 0,05 (t - 30)^2 + 12(t - 30) + 180$ avec 30 s $\le t \le$ 150 s

3.a) A t = 150 s , x = d = 900 m ; **b)** La figure obtenue est un triangle dont l'aire est $A = \frac{HI}{2}$; la distance est donc $d = \frac{12 \times 150}{2}$ = 900 m.

MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE

❶1) $z = - \frac{1}{2} g t^2 + V_0 t = - 4,9\ g t^2 + 25t$; **2)** $H = - \frac{1}{2} g t_m^2 + V_0 t_m$ = 31,9 m;
3) $H = V_O^2 / 2g$ = 31,9 m

❷ **1)** $F = (- mV_A^2)/2g + mg\sin\alpha$ = 9,26 N ;**2)** $x = 1/2\ a_x t^2 = 0,7t^2$;
3) $t_A = \sqrt{\frac{L}{0,7}}$ = 4,6 s ; **4)** $R = \sqrt{F^2 + R_n^2}$ = 18 N

❸**1.a)** Dans un référentiel galiléen, la variation d'énergie cinétique d'un système entre deux instants t_1 et t_2 est égale au travail des forces qui lui sont appliquées entre ces instants ; **b)** $h = V_B^2 / 2g$ = 1,84 m;
2.a) <u>Forces</u>: le poids , la réaction du sol et la force de frottement .

b) $f = m(V_B^2 - V_C^2) / 2L$ = 0,525N ; **3.a)** $a = |a_x|$ = 2,6 m.s^{-2} ;
b) $\Delta t = (V_C - V_B) / a$ = 0,58 s

❹ **1.a) <u>Accélération</u>** : $a = \frac{F}{M+m} - g$; **b)** a = 1,8 m.s^{-2} ; $\vec{a}$ vers le haut ;
2. a) $v = at$ et $h = 1/2\ a.t^2$; **b)** v = 10,8 m.s^{-1} ; h = 32,4 m

❺ **1)** $a_x = g\sin\alpha$ = 3,35 m.s^{-2} ; a_x = cte $\Rightarrow$ <u>Mouvement rectiligne uniformément varié</u> ; **<u>Durée du parcours AB</u>** : t =1,1 s ; **b)** a_1 = 2,36 m.s^{-2} ;
$f = M(g \sin\alpha - a_1)$ = 9,9 .10^{-2} N ; **2)** V_B = 3m/s ; V_C = 0 ; f = 0,1 N .
<u>Théorème du centre d'inertie:</u> $BC = \frac{MV_B^2}{2(f + Mg\sin\alpha)}$ = 1m

❻ **2.a)** La courbe V = f(t) est une droite affine d'équation **$V = at + V_0$** : <u>mouvement rectiligne uniformément varié.</u> ; **<u>Accélération a</u>** : **a = 3,3 m. s^{-2}**
b) $V = at + V_0 \Rightarrow V_0 = V - at = V_0$ = 1,03 m/s et $V = 3,3t + 1,03$;
c) $t_A = - V_0 / a$ = - 0,31 s ; **d)** $AO = (V_A^2 - V_0^2) / 2a$ = 0,16 m ;
3) $a_{th} = g\sin\alpha$ = 3,35 m.s^{-2} ; <u>Comparaison</u> : $a_{th} = a_{exp}$
4) $f = m(g\sin\alpha - a')$ = 0,125N

❼ **1)** v = 3,16 m .s^{-1} ; **2)** T = 4 N.

❽ **1.a)** a = F/m = cte : mouvement rectiligne uniformément accéléré ;
b) $v_B = at \Rightarrow a = v_B / t$ = 2 m.s^{-2} ; F = ma = 10 N ; **c)** $AB = \ell = m\ v_B^2 / 2F$ = 9 m
2) $\ell' = v_B^2 / 2g\cos\alpha$ = 3,6 m.

❾**1.a)** a = 2 m. s^{-2} ; **b)** mouvement rectiligne uniformément accéléré ; **c)** v = 1,03 m.s^{-1} ; **2)** f = 0,105 N .

❿**1)** $a_1 = - \frac{F}{m} + g\sin\alpha$ = 2,42 m.s^{-2} ; **2)** $a_{2x} = - F/m$ = - 1 m. s^{-2} et a_2 = 1 m. s^{-2} : **3)** **$V_B = \sqrt{2\ell(- \frac{F}{m} + g\sin\alpha)}$ = 1,56 m. s^{-1} ; 4) $V_C = \sqrt{V_B^2 - (2F\ell / m)}$** = 1,2 m.s^{-1}

MOUVEMENT DANS UN CHAMP UNIFORME

❶ **1)** $y(x) = -\frac{gx^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + x.\tan\alpha + y_0$.

2) $V_0 = \sqrt{\frac{2gx_F}{\sin2\alpha}} = 4{,}5$ m. s^{-1} ; **3)** $V_H = \sqrt{V_0^2 + 2gy_0} = 11{,}7$ m. s^{-1}

❷ **1)** $\vec{E}$: vertical ascendant; $\vec{F}$: vertical descendant .

2) $\vec{a} = -\frac{e\vec{E}}{m}$: donc $\vec{a}$ est de sens opposé à $\vec{E}$: il est vertical dirigé vers le bas ; norme: $a = eE/m$; **3)** $x = v_0.t$; $y = eEt^2/2m \Rightarrow y = eEx^2/2mv_0^2$

4) <u>Tension U</u> : $U = 2mdI_0Iv_0^2 / e\ell^2 = 133{,}8$ V

❸ **1)** $y(x) = -\frac{gx^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + x.\tan\alpha + h$: trajectoire parabolique.

2) $x_D = 45{,}54$ m > 30 m: le saut est réussi ; **3)** $V_D = \sqrt{V_0^2 + 2gh} = 25{,}7$ m. s^{-1}

❹ **A. Canon à électron** :

1.a) $V_{E1} - V_{E2}$ doit être négative ; **b)** E_1 est est la cathode: électrode vers laquelle est dirigé $\vec{E}$

2.a). La variation d'énergie cinétique d'un système entre deux instants est égale à la somme des travaux de toutes les forces appliquées à ce système entre ces deux instants.

b) $v_0 = \sqrt{\frac{2eU_{21}}{m}} \approx 3.10^7$ m. s^{-1}.

B. 1.a) $y = -\sqrt{\frac{eU_Vx^2}{2\,mdV_0^2}}$; **b)** $y_S = -\sqrt{\frac{eU_V\ell^2}{2\,mdV_0^2}} \approx 10^{-6}$ m.

❺ **1) <u>Equation de la trajectoire</u>** : $y(x) = -\frac{gx^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + x.\tan\alpha$

2.a) $x_P = v_0^2\sin2\alpha / g$; La valeur maximale de x_P correspond à $\sin2\alpha = 1$ donc à $\boxed{\alpha = 45°}$.

b) <u>Calcul de v_0</u> : $v_0 = v_P.\sqrt{\frac{g}{2\cos^2\alpha(x_P\tan\alpha + y_0)}} = 13{,}3$ m/s.

❻ **1.a)** $F = q.E$; $P = m.g$; $F/P \approx 3.10^{13}$; **b)** mouvement uniformément retardé. **c)** $v_2^2 = v_1^2 - (4.e.E.\ell/m) = 14079$ km/s; **2.a)** $x = v_2.t$; $y = -eE_0t^2/m$

$\Rightarrow$ **$y = -eE_0x^2/mv_2^2$** **b)** $O'I = -eE_0L^2/mv_2^2 = -5{,}8$ mm.

❼ **1)** $a = g.\sin\alpha = 3{,}35$ m.s^{-2} ; $v_B^2 = 2a(x_B - x_A) + v_A^2 = 2{,}6$ m/s .

2) $f = mg.\sin\alpha - \sqrt{\frac{mv_B^2}{2.AB}} = 0{,}27$ N

3. a) $z(x) = -\frac{gx^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} - x.\tan\alpha$; **b)** P ($x_P = 0{,}73$ m ; $z_P = -1$ m)

❽ **1).** $v_0 = 13{,}4$ m/s; **2).** 17,7 **mnn ???** ; 3. 1,47 s.

❾ **1.a) <u>Force $\vec{F}$</u>** : perpendiculaire aux plaques vers le bas .

b) <u>Champ</u> $\vec{E}$: même direction et sens que $\vec{F}$. **2. <u>Signe de U_{AB}</u>** : $U_{AB} = U > 0$.

3. **<u>Equation de la trajectoire</u>** : $y = -\frac{eUx^2}{2mdV_0^2\cos^2\alpha} + x.\tan\alpha$

4. a) <u>Expression de U</u> : $U = \frac{mdv_0^2\sin2\alpha}{eL}$; **b)** $U = 97{,}5$ V

5. a) <u>Détermination de v_0'</u> : $v_0' = v_0$; **b) <u>Angle α'</u>** : $|\alpha'| = \alpha$

❿ **1)** 2,8 m/s. **2)** $y = -gx^2/2V_0^2$; origine : lieu où la raquette frappe la balle.

3) $V_0 = 26{,}7$ m/s.

OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES

❶ **1)** $\vec{R} + \vec{P} + \vec{T} = \vec{0} = m\vec{a} \Rightarrow \ddot{x} + \omega_0^2x = 0$; $E = Ep + Ec = cte$

$\Rightarrow \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 = cte \Rightarrow \frac{dE}{dt} = kx\dot{x} + m\ddot{x}\dot{x} = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \omega_0^2x = 0$

2) $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10$ rad. s^{-1} ; $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 0{,}63$ s ; $N_0 = \frac{1}{T_0} = 1{,}6$ Hz.

3) $x = 4.10^{-2}\cos(10t)$; $v = -0{,}4\sin(10t)$. La vitesse est maximale pour $x = 0$ et nulle pour $x = \pm X_m$.

❷ **1)** $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ = 6,32 rad. s^{-1} ; à t = 0 : x = a et v = 0 $\Rightarrow$ X_m = a et φ = 0 donc **$x = 5.10^{-2}\cos(10t)$** (x en m) ; $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$= 0,63 s ; **2.a)** A t = 0 : x = a et v = V_0 $\Rightarrow$ φ = 1,3 rad et $X_m = \frac{a}{\cos\varphi}$ = 0,21 donc **$x = 0,21\cos(10t + 1,3)$** (x en m).
$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ = 0,63 s.
b) A la position d'équilibre, la norme v de la vitesse est maximale :
$v = \omega_0 .X_m$ = 2,1 m. s^{-1} $\Rightarrow$ $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ = 1,1 J.

❸ **1)** x(t) est de la forme $x = X_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$: $X_m = 5.10^{-2}$ m ; ω_0 = 15 rad.$^{-1}$; $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$= 0,42 s ; $N_0 = \frac{1}{T_0}$ = 2,39 Hz ; **2)** x = 5 cos (15 t - $\frac{\pi}{3}$) . En dérivant, on obtient : v = **-** 0,75sin (15t - $\frac{\pi}{3}$). La vitesse maximale est : V_m = 75 cm .s^{-1} = 0,75 m. s^{-1}. **3)** A t = 2s : x = 5.10^{-2} cos(15 × 2 - $\frac{\pi}{3}$) = **-** $3,9.10^{-2}$ m .
4) $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m.\omega_0^2$ = 22,5 N. m^{-1}.

❹ **1.a)** « On néglige les frottements » et « Ressort sans masse » ; **b)** Un ressort à spires jointives » a perdu son élasticité : il ne peut plus se comprimer. Par contre, un ressort à « spires non jointives » peut se comprimer.
2) $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$; $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$= 9,13 rad.s^{-1} alors $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$
3.b) à t = 0, x(0) = x_m = 0,02 m et v(0) = 0 ; **4)** $E = E_p + E_c$ = cte $\Rightarrow$ $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$

❺ **1.a)** E_c = 0 J ; **b)** $E_p = \frac{1}{2}k\,x^2 = 5.10^{-2}$ J ; **c)** E = Ec + Ep = 5.10^{-2} J
2) E = cte ; **3)** $v = \sqrt{\frac{2E}{m}}$ = 1 m.s^{-1}.

❻ **1)** Théorème de l'énergie cinétique : $V_1 = \sqrt{2g\ell\sin\alpha}$ = 3,13 m. s^{-1}.
2) Conservation de la quantité de mouvement du système $\{S_1 + S_2\}$:
$V = \frac{m_1 V_1}{m_1 + m_2}$ = 0,63 m. s^{-1}. **3)** Après le choc, le système va osciller autour de la position 0 de S_2 avant le choc. L'équation horaire de ce mouvement est de la forme $x = X_m.\cos(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow v = - X_m.\omega_0\sin(\omega_0 t + \varphi)$

• Origines : t = 0 : l'instant juste après le choc
• (O, $\vec{i}$) suivant l'horizontale tel que $\vec{i}$ et $\vec{v}$ ont le même sens.
A t = 0 : $x = X_0 = X_m\cos\varphi = 0$ $\Rightarrow$ cos φ = 0 $\Rightarrow$ φ = ± $\frac{\pi}{2}$
v = **-** $X_m.\ \omega_0$ sinφ or v > 0 $\Rightarrow$ sin φ < 0 $\Rightarrow$ φ = **-** $\frac{\pi}{2}$
$X_m.\ \omega_0 = v \Rightarrow X_m = \frac{v}{\omega_0}$; $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}}$ = 6,3 rad. s^{-1}, donc X_m = 0,1 m.
Equation horaire : **$x = 0,1\cos(6,3t - \frac{\pi}{2})$.**

CHAMP MAGNETIQUE

❶ **1)** La relation B = 4π.10^{-7} n.I est celle des solénoïdes, c'est-à-dire les bobines telles que ℓ ≥ 10r. Ce qui est vérifié dans notre cas ici. Donc le champ magnétique est donné par la relation B = 4π.10^{-7} n.I. **2)** n = N/ℓ = 2000m^{-1} : nombre de spires par mètre ; I = 0,3 A : intensité du courant
3) B = 4π.10^{-7} n.I = 7,5.10^{-1} T.

❷ **1) ℓ ≥ 10r** donc cette bobine peut être assimilée à un solénoïde infiniment long.
•<u>Direction</u> : axe x'x de la bobine
•<u>Sens</u> : règle de l'Ampère ou règle du tire-bouchon ou règle de la main droite.
• <u>Norme</u> : **B =** 4π .10^{-7} N.I /ℓ.
3) **<u>Valeur de B</u>** : B = 4π .10^{-7} N.I / ℓ = 5.10^{-2} T

❸ 1. **<u>Intensité du courant si B = 2 mT= 2.10^{-3} T</u>** :
I = B ℓ / 4π .10^{-7} N = 2,12 A
2.b) **<u>Calcul de α:</u>** tan α = B_0 / B =1,5 $\Rightarrow$ $\boxed{\alpha = 56,3\,°}$;
c) **<u>Calcul de B_T</u>** : $B_T = \sqrt{B_0^2 + B^2}$ = 3,6 mT.

❹ **1)** n = 1 / d = 1000 m^{-1};
2) ℓ = L/ 2πrn = 0,4 m ; ℓ >10r : donc c'est un solénoïde infiniment long
3) •<u>Calcul de I</u> : loi de Pouillet : I = E/ r_0 = 4A ;
•<u>Calcul de B</u> : B = μ_0nI = 5.10^{-3} T .
4) **<u>Calcul de α</u>** : B' = μ_0nI' = 1,26.10^{-5} T où I' = 0,01 A ;
tan α = B'/ B_h = 0,63 $\Rightarrow$ $\boxed{\alpha = 32\,°}$.

❺ **1)** **Courbe $B = f(I)$** : droite qui passe par l'origine.
On peut donc écrire que $B_0 = k.I$.
2) $n = 500\ m^{-1}$: nombre de spires par mètre; $\mu_0 = k./n$ où
$k = \Delta B_0 / \Delta I = 6{,}3.10^{-4}$ T/A; $\mu_0 = 1{,}26.10^{-6}$S.I

❾ **1)** Perpendiculaire à (x'x). **2.a)** Vers le bas, devant.
b) $B_S = 1{,}15.10^{-5}$ T ; $B = 2{,}3.10^{-5}$ T

MOUVEMENT DANS UN CHAMP MAGNETIQUE

❶ **1)** $U = m_pV_0^2 / 2e = 6310$ V ; **3)** Le mouvement du proton s'effectue dans le plan z = 0, plan perpendiculaire à $\vec{B}$, passant par O et contenant $\vec{V_0}$.
4.a) $\rho = mv/ qB = 5{,}7.10^{-2}$ m ; **b)** v = cte et ρ = cte donc le mouvement est circulaire uniforme.

❷ **3)** $R = mv/ qB = 7.10^{-2}$ m ; **4)** **Durée d'un demi-tour** : $\tau = 2{,}2.10^{-8}$ s

EXERCICE 3

1) **Mouvement circulaire uniforme** : $R = \frac{mv_0}{qB}$ = cte ;

2) **Signe de la charge q** : q >0

3. **Traces distinctes A et A'** :

- $R = mv_0 / |q|B$ et $R' = m'v_0 / |q|B$: les rayons étant différents, il y aura 2 traces distinctes.
- m' / m = OA' / OA = 1,03.
- Utilité : spectrographe de masse.

❹ **1)** $F_m = 5{,}2.10^{-12}$ N ;**2)** mouvement circulaire uniforme; **3. a)** 20 cm ; **)** 50 ns.

❺ **1)** B est dirigé vers l'avant ; **3)** Mouvement circulaire uniforme.
4) tan α = D / L ; **5)** D = L. ℓ / R = L. ℓ .e. B / m.v

❻ **1)** **Caractéristiques de $\vec{F_e}$**: vertical ascendant ; norme : $F_e = eE$

2) **Caractéristiques de $\vec{F_m}$** : vertical descendant ; Norme : $F_m = e.v.B$
3.a) **Relation entre E , B et v_0** : $v_0 = E / B$.
b) N**om** : filtre de vitesse : en mettant une fente en O_2, on sélectionne les ions qui sont animés de la vitesse de valeur v_0.

❼ **1)** Les ions effectuent un mouvement circulaire de rayon R = mv / eB.
$m_1 = 35$ m et $m_2 = 37$ m $\Rightarrow$ $R_1 = 35mv/ eB$ et $R_2 = 37mv / eB$.
2) $A_1 A_2 = 4mv / eB = 12{,}4$ cm ;
3) **Vitesses en A_1 et A_2**: $v_1 = v_2 = v = 3.10^5$ m/s .
- **Energies cinétiques** : $Ec_1 = 2{,}63.10^{-13}$J ; $Ec_2 = 2{,}78.10^{-15}$J
- **Temps de vol** : $t_1 = \pi R_1 / v_1 = 1{,}14.10^{-5}$s ; $t_2 = \pi R_2 / v_2 = 1{,}20.10^{-5}$s

❽ **1)** $v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{m_1}}$; $v_2 = \sqrt{\frac{2eU}{m_2}}$; **2)** $MP = 2 (R_2 - R_1) = 2{,}04$ cm.

❾ **1)** $V = \sqrt{\frac{2e(V_A - V_C)}{m}} = 7{,}02.10^6$ m. s^{-1} ; **2.2.1)** Mouvement rectiligne uniforme de vitesse $\vec{V}$; **2.2.2)** Mouvement circulaire uniforme : $r = \frac{mv}{eB}$; **2.2.3.1)** • $U_1 = U$; $B_1 = 2.B \Rightarrow r_1 = \frac{r}{2}$; **2.2.3.2)** • $U_2 = 2.U$; $B_2 = 2B \Rightarrow r_2 = \frac{r}{\sqrt{2}}$.

LOI DE LAPLACE

❶ **1.a)** sin α = I ℓ B / mg = 0,6 et α = 37 ° ; **b)** tan α' = F / mg = 0,6 et $\boxed{\alpha = 31°}$
2. a) $a = g\sin\alpha - (I.\ell.B / m) = 1\ m/s^2$ = cte : M.R.U.V ; **b)** v = a. t = 0,5 m/s .

❷ **1)** $F = I.d.B = 8.10^{-3}$ N ; **2)** $a = F / m = 2\ m/s^2$.
3) $t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = 0{,}3$ s. **Vitesse à la sortie :** v = a.t = 0,6 m/s.

❸ **1)** $\vec{B}$ est entrant : B = mg tan α / Iℓ = 0,187 T ; **2. a)** $a = g\sin\alpha = 1{,}39\ m/s^2$ = cte: M.R.U.V **; b)** $x = 0{,}697\ t^2$ **; c)** $v = \sqrt{2a.CD} = 0{,}64$ m/s ; **3)** **Raison :** les frottements ne sont pas nuls.

❹ **1. a)** $\vec{B}$ est entrant ; **b)** $f = F = I.MN.B = 8.10^{-2}$ N ;

2) **Accélération :** $a = g\sin\alpha - \frac{f}{m} = 1\ m/s^2$

❺ **1)** $\vec{B}$ est entrant ; **2.)** B = mg / I.MN = 0,2 T

3.a) a = g **-** (I'.MN.B / m) = 5 m. s^{-2} ; Mouvement rectiligne uniformément varié vers le bas.

b) Vitesse de la barre : $V = \sqrt{2ad} = 1{,}41$ m/s ; **c) Temps mis :** t = v / a = 0,3 s.

❻ **2)** B = mg / I. AC **3. a)** On obtient une droite qui passe par l'origine : m est proportionnelle à I. **b)** k = 2.10^{-4} S.I **c)** B = mg / I.AC = k.g / AC = $9{,}8.10^{-2}$ T.

❼ **1.a)** sin α = 0,6 et $\boxed{\alpha = 37°}$; **b)** tan α' = 0,6 et $\boxed{\alpha = 31°}$; **2)** f = 0,02 N.

AUTO - INDUCTION

❶ **1)** $e = -L.\frac{di}{dt}$

2) Calcul de la f.é.m e :

di/dt représente le coefficient directeur de la droite i(t): di/dt = Δi /Δt

On obtient le tableau suivant :

t (ms)	] 0 ; 3[	] 3 ; 5 [	] 5 ; 8 [	] 8 ; 10 [
di /dt (A/s)	40	- 60	40	-60
e (V)	- 4	6	- 4	6

❷ **1.b) Caractéristiques du champ magnétique dans la région centrale** :

•Direction : parallèle à l'axe du solénoïde

• Sens : donné par le bras gauche de l'observateur d'Ampère placé le long d'une spire, le courant lui rentrant par les pieds, il regarde le centre de la spire

•valeur : $B = \mu_0 . NI/\ell$ = **$6{,}3.10^{-3}$ T**

* **Expériences à réaliser** :

•le spectre magnétique pour le sens et la direction

•utiliser un teslamètre pour mesurer la valeur .

c) $L = \pi r^2 N^2\mu_0/\ell$ = 9,87 mH ≈10mH ; **2. a)** $u_{AC} = L.\frac{di}{dt}$

b) Tracé de la courbe $u_{AC}(t)$ **:**

t (ms)	] 0 ; 40 [	] 40 ; 50 [
di /dt (A/s)	50	- 200
u_{AC} (V)	0,5	- 2

❸ **1)** $L = \pi r^2 N^2\mu_0/\ell = 2{,}63.10^{-3}$ H ; **2)** $e = -L.\frac{di}{dt}$

t (ms)	] 0 ; 4 [	] 4 ; 8 [	] 8 ; 12 [
di /dt (A/s)	1500	- 1500	1500
e (V)	- 4	+4	- 4

❹ **1 et 2) Variation du flux propre** : $\Phi_P = L.i \Rightarrow \Delta\Phi_P = L.\Delta i$

Il y a variation du flux propre quand il y a variation de l'intensité du courant .

On obtient le tableau ci-dessous :

t (ms)	] 0 ; 10[	] 10 ; 20 [	] 20 ; 30[	] 30 ; 40[
Δ i (A)	0	- 0,4	0	+0,4
$\Delta\Phi_P$ (Wb)	0	$- 2.10^{-4}$	0	$+ 2.10^{-4}$
e= -LΔ i /Δ t	0	0,2	0	- 0,2
i (A)	0,2	- 40t + 0,6	- 0,2	40t + 1,4
U_{AB} = ri - e	0,4 V	- 80 t + 1	- 0,4 V	80 t - 2,6

❺ **1. f.é.m d'auto-induction** : $e = -L.\frac{di}{dt}$

i(A)	2	5 t + 2	$2\sqrt{2}\sin(100\pi t)$
di/dt	0	5	$200\pi\sqrt{2}\cos(100\pi t)$
e(V)	0	$- 5.10^{-2}$	$-6{,}3\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

2. **Tension u_{MN}** : $u_{MN} = L\frac{di}{dt}$

t (ms)	] 0 ; 20[	] 20 ; 30[	] 30 ; 50[
di /dt (A/s)	5	- 20	5
u_{MN} (V)	5.10^{-2}	- 0,2	5.10^{-2}

❻ **1. Inductance L de la bobine** : $L = \pi r^2 N^2\mu_0/\ell$ = 0,3 H

2. a) f.é.m auto- induite :

t (ms)	] 0 ; 20 [	] 20 ; 30 [	] 30 ; 50[
e (V)	6	0	-6

b) D**<u>étermination de u_{AC} (t)</u>** :

t (ms)	] 0 ; 20[	] 20 ; 30[	] 30 ; 50[
u_{AC} (V)	-200t - 4	-2	200t – 2

MONTAGES DERIVATEUR-INTEGRATEUR

❸ **1)** $T = \frac{1}{N} = 5.10^{-3}$ s = 5 ms. La tension à la sortie sera une tension triangulaire de même période et d'amplitude U' telle que : $U = RC.\frac{\Delta U'}{\Delta t}$. Dans l'intervalle de départ ΔU' = U' et $\Delta t = \frac{T}{4} \Rightarrow U' = \frac{U}{RC}.\frac{T}{4} = 2{,}5$ V.
2) $U'.4RC = U.T \Rightarrow C = \frac{U.T}{4RU'} = 50$ nF.
A la saturation de l'A.O, on a $U' = V_{sat}$ d'où C = 38,5 nF. Si C ≤ 38,5 nF, l'A.O sature pour R = 5kΩ.

❹ **1.a)** Pour un signal continu à l'entrée, rien n'est observé à la sortie. Si le signal à l'entrée est en dents de scie, à la sortie, on observera une tension en créneaux.
b) Le signal à la sortie est en dents de scie. **2.a)** La tension à la sortie sera une tension en créneaux de même période T = 2 ms. L'amplitude U' de la tension à la sortie sera $U' = +RC.\frac{\Delta U}{\Delta t} = 0{,}5$ V. **b)** $U' = R_s.\ i \Rightarrow i = \frac{U'}{R_S} = \pm 50$ µA

OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

❶ **1.a)** $\ddot{q} + \frac{1}{LC} = 0$; **b)** On pose : $\omega_0{}^2 = \frac{1}{LC}$ et l'équation différentielle devient :
$\ddot{q} + \omega_0{}^2 q = 0$ et $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ = **4.10^3 rad. s^{-1}** ; Soit $q_m = CU = 5.10^{-5}$C
$\Rightarrow q = q_m\cos\omega_0 t$; $\dot{q} = -q_m\omega_0\sin\omega_0 t$ et $\ddot{q} = \omega_0{}^2 q_m\cos\omega_0 t = -\omega_0{}^2 q$
$\Rightarrow \ddot{q} + \omega_0{}^2 q = -\omega_0{}^2 q + \omega_0{}^2 q = 0$. Donc $q = q_m\cos\omega_0 t$ est bien solution de $\ddot{q} + \omega_0{}^2 q = 0$.
2) $E = E_e + E_m = \frac{1}{2}(\frac{q^2}{C}) + \frac{1}{2}Li^2 = cte$.
$E = cte \Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}\times(\frac{2}{C})\dot{q}q + 2\times(\frac{1}{2})Li\times(\frac{di}{dt}) = 0$.
$i = \dot{q}$ et $(\frac{di}{dt}) = \ddot{q} \Rightarrow \frac{1}{2}\times(\frac{2}{C})\dot{q}q + 2\times(\frac{1}{2})Li\ddot{q} = 0$
$\frac{1}{C}\dot{q}q + L\dot{q}\ddot{q} = 0$ et $L\ddot{q} + (\frac{1}{C})q = 0 \Rightarrow \boxed{\ddot{q} + \frac{1}{LC} = 0}$

❷ 1) $q = CU = 5.10^{-5}$ C ; $W = \frac{1}{2}(\frac{q^2}{C}) = \frac{1}{2}CU^2 = 5.10^{-4}$J ;
2.a) $\ddot{q} + \omega_0{}^2 q = 0$; $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 4.10^3$ rad / s
b) La solution de l'équation différentielle est de la forme :
$q = q_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$ (1)
$i = \dot{q} = -q_m\omega_0\sin(\omega_0 t + \varphi)$ (2)
<u>Les conditions initiales sont</u> : à t = 0 : i = 0 et q = 5.10^{-5} C.
$q = q_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$
à t = 0 : $q_m = q_m\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 1$ et $\boxed{\varphi = 0}$
$\Rightarrow q = 2.10^{-2}\cos(100t)$ et $\boxed{i = \dot{q} = -0{,}2\sin(100)}$
b) **<u>Energies</u>** : • <u>Dans le condensateur</u> : $E_c = \frac{1}{2}(\frac{q^2}{C}) = 1.\cos^2(100t)$;
•<u>Dans la bobine</u> : $E_L = \frac{1}{2}(Li^2) = 1.\sin^2(100t)$
c**<u>) Expression de $E_c + E_L$</u>** : $E = E_c + E_L = 1.\cos^2(100t) + 1.\sin^2(100t)$
$= 1.[\cos^2(100t) + \sin^2(100t)] = 1$, donc E = 1J : (résultat du 1.b).
3. **<u>Equation différentielle</u>**: $E = E_e + E_m = \frac{1}{2}(\frac{q^2}{C}) + \frac{1}{2}Li^2 = cte$.
$E = cte \Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}\times(\frac{2}{C})\dot{q}q + 2\times\frac{1}{2}Li\times\frac{di}{dt} = 0$.
$i = \dot{q}$ et $\frac{di}{dt} = \ddot{q} \Rightarrow \frac{1}{2}(\frac{2}{C})\dot{q}q + 2\times\frac{1}{2}Li\ddot{q} = 0$
$\frac{1}{C}\dot{q}q + L\dot{q}\ddot{q} = 0$ et $L\ddot{q} + (\frac{1}{C})q = 0 \Rightarrow \boxed{\ddot{q} + \frac{1}{LC} = 0}$

❹ **1.a)** $q = q_A > 0$ car l'armature A est reliée au pôle positif du générateur.
b) <u>En fin de charge</u> :
• i = 0A dans le conducteur ohmique : le courant ne circule plus.
• $U_R = R.i = 0$ V.
•$U_C = E = 6$V

(loi d'additivité des tensions ou loi des mailles)
$q = C.U_C = CE = 6.10^{-9}$ C

2.a) q est la charge de l'armature sur laquelle arrive le sens positif, donc $\boxed{i = \dot{q}}$

b) Loi des mailles : $u_C - e = 0$

- $e = - L.di/dt \Rightarrow u_C + Ldi/dt = 0$
- $q = Cu_C$ et $i = \dot{q} = C\dot{u}_C \Rightarrow di/dt = C\ddot{u}_C$

$\Rightarrow u_C + LC\ddot{u}_C = 0$ soit : $\ddot{u}_C + u_C / LC = 0$

c) $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 10^6$ rad / s et $T_0 = 2\pi / \omega_0 = 6,28.10^{-6}$ s

3.a) Présence de l'amortissement au niveau de la bobine.

❺ **1)** $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 10^3$ rad/s ; $T = 2\pi/\omega_0 = 6,28.10^{-3}$s

2 a) à t = 0 : U = 10V et $i_0 = 0$: $q = 10^{-4}\cos(1000t)$;

b) à t = 0 : $q_0 = 0$ et $i_0 = 0,4$A : $q = 0,4.\ 10^{-3}\cos(1000t - \pi/2)$

OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES

❶ **1)** $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = 9900\ \Omega$ **2)** U = Z. I = 52,5 V

3) Construction de Fresnel : Résistor : $U_R = RI = 0,98$ V ;
Bobine: $U_L = Z_L\ I = 0,53$ V ; Condensateur : $U_C = Z_C I = 53$ V

4) Calcul de φ : $\tan\varphi = (U_L - U_C) / U_R = - 53,54$ et $\boxed{\varphi = - 1,55\ \text{rad}}$.

5) Expression de u(t): $u(t) = 74,2\cos(200t - 1,55)$

❷ **1.a)** Bobine : $Z_L = L\omega = 31,4\ \Omega$; $Z_B = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 37,2\Omega$.
Condensateur : $Z_C = 1/C_1\omega = 531\Omega$;
Dipôle (A,B) : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 494\ \Omega$.

b) $i = 0,445\sqrt{2}\cos(100\pi t - 1,53)$; **2) Valeur de C_2** : $LC_2\omega_0^2 = 1$, donc $C_2 = 1/L\omega_0^2 = 10^{-4}$ F

Nouvelle expression de l'intensité : $i = 11\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

❸ **1) Schéma de Fresnel** : ω = 200π rad/s ; Résistance totale : $R_T = R + r = 60\Omega$

$Z_L = L\omega = 28,3\Omega$; $Z_C = 1/C\omega = 159\ \Omega$

2) $Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = 144\ \Omega$; 3) U = Z.I, donc $I = \frac{U}{Z} = 4,17.10^{-2}$ A

4) Résistor: $U_R = RI = 2,1$V ; Bobine: $Z_B = 30\Omega$ et $U_B = Z_B I = 1,25$ V ; Condensateur: $U_C = Z_C I = 6,6$V

5) Phase φ : $\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = - 2,58$, donc $\boxed{\varphi = - 1,14\text{rad} = 65,4°}$

❹ **1. a)** $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = 33,2\ \Omega$; **b)** I = U / Z = 0,36 A

c) $\tan\varphi = (Z_L - Z_C)/R = 1,33$ donc **φ = 0,92 rad :** u est en avance sur i car φ > 0.

d) $i = 0,51\cos(400\pi t)$; $u = 17\cos(400\pi t + 0,92)$;

2.a) $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 178$ Hz

b) $Q = L\omega_0 / R = 2\pi N_0 L / R = 5,6$; **c)** $U_B = L\omega_0 I = Q.I = 67,2$ V

❺ **1.a)** L'impédance de la bobine est donnée par la relation :
$Z = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$ soit : $L = \sqrt{\frac{Z^2 - r^2}{\omega}} = 0,06$ H

b) Expression de la tension instantanée : $\tan\alpha = \frac{L\omega}{r} = 3$, donc
α = 1,25 rad, $\Rightarrow u(t) = 2\sqrt{2}\cos(628t + 1,25)$ et $i(t) = 0,05\sqrt{2}\cos(628t)$

2.b) • **Correspondance des courbes** : Le montage est capacitif, la tension u_{AB} est en retard sur l'intensité. Sur l'oscillogramme, la courbe II est en retard (elle atteint son sommet après la courbe I), c'est elle qui représente la tension u_{AB}. La courbe I représente u_{DB}.

• Une période est représentée par 10 carreaux, sa valeur est: $T = 10\times10^{-3} = 10^{-2}$ s
$\Rightarrow \boxed{f = 1/T = 100\ \text{Hz}}$

• Phase φ de u_{AB} par rapport à i : $\boxed{\varphi = -\pi/4\ \text{rad}}$

• Capacité du condensateur : $\tan\varphi = - 1/C\omega R \Rightarrow \boxed{C = -1 / R\omega.\tan\varphi = 8\mu F}$

❻ **1.1)** $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = 345,9\ \Omega$; 1.2) $I = U/Z = 3,47.10^{-2}$ A

1.3) ◘ Résistor : $U_R = RI = 8,7$ **V ;** ◘ Bobine : $U_L = Z_L I = 14,7$V **;**
◘ Condensateur : $U_C = Z_C I =$ **23V**

1.4.1) D'après l'échelle : $U_R \leftrightarrow$ 2,9 cm ; $U_L \leftrightarrow$ 4,9 cm ; $U_C \leftrightarrow$7,7 cm .
1.4.2) Le circuit est capacitif car $Z_C > Z_L$; **1.4.3)** $\tan\varphi = (U_L - U_C)/ U_R$ = - 0,954 et φ = - 0,76 rad

1.4.3. <u>Expression de u(t)</u> :
$u = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$ donc : $u = 12\sqrt{2}\cos(300\pi t - 0,76)$

❼**2)** A la résonance, l'impédance du dipôle est telle que: $Z = U/I_0 = R + r$, soit $r = \frac{U}{I_0} - R = 33\Omega$
3) En terme de fréquence, la largeur de la bande passante est donnée par :
$\Delta f = \frac{\Delta\omega}{2\pi} = \frac{r+R}{2\pi L}$, soit $L = \frac{r+R}{2\pi\Delta f}$ = 0,24 H avec Δf = 225 Hz.
D'autre part, la fréquence propre f du dipôle s'écrit : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, d'où
$C = \frac{1}{4\pi^2 L f_0^2} = 3,55.10^{-7}$F
4) $U_C = Q.U = f_0 .U /\Delta f$ = 4,9 V
5) D'après les valeurs de U et U_C, on a : $U \neq U_C + U_R + U_L$.
La loi d'additivité des tensions ne s'applique donc pas pour les valeurs efficaces.

❾**1)** $\varphi = \pi / 5$ rad ; Z = 125 Ω ; **2)** C = $2,1.10^{-7}$ F **; 3)** $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ = 1100 Hz
<u>Intensité efficace à la résonance</u> : $I_0 = U / (R_1 + R) = U_{BM\ (max)} / \sqrt{2}\,(R_1 + R)$ = 0,14 A

REACTIONS NUCLEAIRES SPONTANEES

❶**1)** ${}^{60}_{27}\mathrm{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\mathrm{Ni} + {}^{0}_{+1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$. **2.a)** La période radioactive T est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs aient disparu : au bout de la durée T, la masse m de la partie radioactive de l'échantillon a diminué de moitié.
b) La loi de décroissance radioactive est : $N = N_0.\, e^{-\lambda T}$ ou $m = m_0.\, e^{-\lambda T}$ avec
$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ soit $\mathbf{m = m_0.}\ e^{\frac{-\ln 2}{T}.t}$ **= 0,344 mg**.

❷**1.a)** Soit un noyau de radium 226 noté ${}^{226}_{88}\mathrm{Ra}$: • **88** représente le **nombre de charge** (ou numéro atomique) de ce noyau ; il est égal au nombre de protons que possède ce noyau. • **226** représente le **nombre de masse** de ce noyau ; il est égal au nombre de nucléons (neutrons et protons) que possède ce noyau.
b) ${}^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Pour déterminer le noyau fils on utilise les lois de conservation suivantes : • **conservation de la charge électrique** : 88 = 2 + Z ⇒ Z = 86.
• **Conservation du nombre de nucléons** : 226 = 4 + A ⇒ A = 222.
A l'aide du tableau donné, le noyau fils est un noyau de radon ${}^{222}_{86}\mathrm{Rn}$, d'où l'équation de désintégration : ${}^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{226}_{88}\mathrm{Rn}$

2.a) Par définition, la période radioactive T (ou demi-vie) vaut : $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$.
AN : $\lambda = 1,36.10^{-11}$ s ; $T = 5,10.10^{10}$ ans = **67,3 ans**.
(1 an = 365,25 j = 3 ,16.10^{7} s)
b) La période T correspond à la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs aient disparu, donc au bout d'une durée **T** la masse de l'échantillon radioactif a diminué de moitié. Au bout d'une durée **2T** il n'en restera plus que la moitié de la moitié soit le quart $(\frac{1}{2^2})$ et au bout d'une durée **nT**, il ne restera plus qu'une partie égale à $\frac{1}{2^n}$ de la masse initiale de l'échantillon radioactif. D'où le tableau :

t	0	T	2T	3T	4T	5T
m(${}^{226}_{88}\mathrm{Ra}$) en mg	1	0,5	0,25	0,125	$6,25.10^{-2}$	$3,13.10^{-2}$

❸**1)** L'énergie de liaison E_l d'un noyau est l'énergie qu'il faudrait fournir pour faire éclater ce noyau en ses divers constituants. Elle correspond au défaut de masse $\Delta m = m_{Li} - (3\ m_p + 4\ m_n)$ = - 0,0409 u < 0 : $E_l = |\Delta m|.c^2 = 0,0409 \times 931$ = **38,1 MeV**. **2.a)** ${}^{7}_{3}\mathrm{Li} + {}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow 2\,{}^{4}_{2}\mathrm{He}$: Les règles utilisées pour équilibrer cette équation sont les règles de conservation : • la conservation du nombre de charge ; • la conservation du nombre de masse. **b)** Le rayonnement γ est de nature électromagnétique. On peut imaginer qu'il provient de la désexcitation des noyaux d'hélium. **c)** L'énergie E libérée par cette réaction nucléaire correspond à la variation de masse $\Delta m' = 2m_\alpha - (m_{Li} + m_p) = - 2.10^{-2}$ u du système : $E = |\Delta m|.c^2$

= **18,7 MeV** : Cette énergie apparaît sous forme d'énergie cinétique des particules α et sous forme de rayonnement γ. **3.a)** ${}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$

b) Soit $\Delta m''$ la variation de masse au cours de cette réaction : $\Delta m'' = m_O + m_H - (m_N + m_\alpha) = 1{,}8.10^{-2}$ u. La masse finale du système étant supérieure à la masse initiale, cette réaction est endothermique (elle absorbe de l'énergie).

❹ **1)** ${}^{218}_{84}Po \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{214}_{82}Pb$; ${}^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{214}_{83}Bi$

2) ${}^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x({}^{4}_{2}He) + y({}^{0}_{-1}e)$: • Conservation du nombre de masse : $238 = 206 + 4x \Rightarrow x = 8$; • Conservation du nombre de charge : $92 = 82 + 2x - y \Rightarrow y = 6$. Il y a donc **8 désintégrations α** et **6 désintégrations β^-**.

REACTIONS NUCLEAIRES PROVOQUEES

❶ **1)** ${}^{12}_{5}B$: 5 protons et 7 neutrons ; ${}^{12}_{6}C$: 6 protons et 6 neutrons ; ${}^{12}_{7}N$. : 7 protons et 5 neutrons. **2.a)** L'énergie de liaison est l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau à partir de ses nucléons séparés.

b) $E_l = (6\,m_p + 6\,m_n - m({}^{12}_{6}C)).C^2 = 92{,}7$ meV.

3) ${}^{12}_{5}B \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{12}_{6}C$; ${}^{12}_{7}N \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{12}_{6}C$

SOLUTIONS AQUEUSES ET pH

❶ **1)** C = 0,2 mol. L^{-1} ; **2)** $[Al^{3+}] =$ 0,4 mol. L^{-1} ; $[SO_4^{2-}] = 3.C =$ 0,6 mol. L^{-1}

❷ **1)** t = m / V = 108 g. L^{-1}; **2)** C = t / M = 0,4 mol. L^{-1}.

❸ **1)** **Equations de dissolution** : $K_2SO_4 \xrightarrow{eau} 2K^+ + SO_4^{2-}$; $Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{eau} 2Al^{3+} + 3\,SO_4^{2-}$; $K_3PO_4 \xrightarrow{eau} 3K^+ + PO_4^{3-}$.

2) **K_2SO_4** : $[K^+]$ = 0,2 mol. L^{-1} ; $[SO_4^{2-}]$ = 0,1 mol. L^{-1}

$Al_2(SO_4)_3$: $[Al^{3+}]$ = 0,2 mol. L^{-1} ; $[SO_4^{2-}]$ = 0,3 mol. L^{-1}

K_3PO_4 : $[K^+]$ = 0,3 mol. L^{-1}; $[PO_4^{3-}]$ = 0,1 mol. L^{-1}

❹ **1)** $CuCl_2$; M = 134,5 g/mol ; **2)** t = 54 g/L ; C = 0,40 mol/L.

3) $CuCO_2 \xrightarrow{eau} Cu^{2+} + 2CO^-$; $[Cu^{2+}]$ = 0,4 mol. L^{-1} ; $[Cl^-]$ = 0,8 mol. L^{-1}

❺ **1)** $CaCl_2, 6H_2O \xrightarrow{eau} Ca^{2+} + 2\,Cl^- + 6\,H_2O$; **2.a)** m = c'.V = 125 g ; **b)** C = m / M.V = 2,28 mol/L; **c)** $[Ca^{2+}]$ = 2,28 mol/L ; $[Cl^-]$ = 4,56 mol/L.

❻ **1)** C = 12,1 mol/L ; **2. a)** t = 413 g/L ; C = t / M = 11,3 mol/L**; b)** V = 8,8 mL

❼ **1)** $m(CaCl_2) = n\,(CaCl_2).\,M\,(CaCl_2)$ = 3,33 g

2)

Ion	Na^+	Ca^{2+}	Cl^-	Br^-
Nombre de mol	0,12	$5{,}5.10^{-2}$	$8{,}0.10^{-2}$	0,15
Concentration	0,48	0,22	0,32	0,60

Electroneutralité de la solution: $[Na^+] + 2[Ca^{2+}] = [Cl^-] + [Br^-]$

❽ **1)** **Masse molaire du sel de Mohr :** M = 391,8 g/mol

2)

Formule	Fe^{2+}	NH_4^+	SO_4^{2-}
Nom	ion fer (II)	ion ammonium	ion sulfate

$FeSO_4,(NH_4)_2SO_4\,,6H_2O \xrightarrow{eau} Fe^{2+} + 2NH_4^+ + 2\,SO_4^{2-}$

3. a) C = n/ V= m / MV = 0,02 mol/ L ; **b)** $[Fe^{2+}]$ = C = 0,02 mol/L ; $[NH_4^+] = [SO_4^{2-}] = 2.C$ =0,04 mol/L; **c)** $2.[Fe^{2+}] + [NH_4^+] = 2.\,[SO_4^{2-}]$

❾ **1)** n = m / M = 2,01. 10^{-2} mol/L ; **2)** (1) : Dispersion totale des ions ; (2) : Hydratation des ions ; **3)** K^+, Mg^{2+} et Cl^- ; **4)** $[K^+] = 2{,}5.10^{-2}$ mol/L ; $[Mg^{2+}] = 4{,}02.10^{-2}$ mol/L; $[Cl^-]$ = 0,105 mol/L

❿ **1)** $n(H_3O^+) = 2{,}2.10^{-2}$ mol/L ; $n(Cl^-) = 3{,}0.10^{-2}$ mol/L
$n(NO_3^-) = 3{,}4.10^{-2}$ mol/L ; $n(Ca^{2+}) = 2{,}1.10^{-2}$ mol/L
2) $[H_3O^+] = 8{,}8.10^{-2}$ mol/L; $[NO_3^-] = 0{,}14$ mol/L ; $[Ca^{2+}] = 8{,}4.10^{-2}$ mol/ L ;
3) <u>Calcul de $[OH^-]$:</u> $[OH^-] = 1{,}1.10^{-13}$ mol/L ;
<u>Electroneutralité :</u> $[H_3O^+] + 2[Ca^{2+}] = [Cl^-] + [NO_3^-] + [OH^-]$

ACIDE FORT, BASE FORTE

❶ **1)** $m_{HCL} = C.V.M_{HCl} = 0{,}55$ g ; **2)** $C' = 6.10^{-2}$ mol/L.

❷ **1)** $pH = 14 + \log [OH^-] = 13{,}3$; **2)** $m = [OH^-].V.M = 0{,}5$ g

❸ **1)** $pH = -\log C$ donc l'acide nitrique est un acide fort.
2) $[H_3O^+] = 3{,}16.10^{-2}$ mol/L ; $[OH^-] = 3{,}16.10^{-13}$ mol/L; $[NO_3^-] = 3{,}16.10^{-2}$ mol/L
3) <u>Equation-bilan de l'ionisation</u> : $HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$

❹ **1). <u>pH de la solution S_2</u>** : $C_1 = 10^{-pH_1} = 3{,}98.10^{-3}$ mol/L; $C = 2.10^{-3}$ mol/L ;
$C_2 = (CV - C_1V_1) / V = 10^{-3}$ mol/L ; $pH(S_2) = -\log C_2 = 3$
2). <u>pH de la solution obtenue</u>: $pH' = 14 + \log C_4 = 11{,}6$

❺ **1)** $C_0 = 10^{-pH} = 8.10^{-3}$ mol/L ; **2)** $V_1 = V_0 (C - C_0) V_m = 1{,}5$ L
3) $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 4.10^{-2}$ mol/L ; $[OH^-] = Ke / [H_3O^+] = 2{,}5.10^{-13}$ mol/L
$[Br^-] = C_0 = 8.10^{-3}$ mol/L ; $[Cl^-] = V_1 / (V_0 .V_m) = 3.10^{-2}$ mol/L

❻ **1)** 425 g/L; **2)** 11,6 mol/L; **3)** 260 L ; **4)** 755 mL.

❼ **2)** $n_0(HCl) = 10^{-2}$ mol/L ; **3)** $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$.
4) $[H_3O^+] = [Cl^-] = 8.10^{-2}$ mol/L

❽ **1)** L'eau est introduite en deux fois afin d'éviter un choc thermique et les projections d'acide qui s'en suivraient lors de l'ajout de l'eau à l'acide pur .
2) $HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$.
3) $C_0 = 14{,}44$ mol/L ; **4)** $C = 0{,}72$ mol/L.

❾ **2**) La courbe obtenue est une droite d'ordonnée à l'origine : pH = 14 et de coefficient directeur a = **-** 1. Son équation est donc pH = 14 + log c. **3**) On ne peut déterminer le pH d'une solution basique à $c = 10^{-8}$ mol/L avec la formule du 2. En effet pH = 14 + log c = 6 : impossible pour une solution basique, le pH tend vers 7 **4)** pH = 14 ,3 : impossible dans l'eau. **5**) La relation du 2) est donc valable pour des solutions de bases fortes ni trop concentrées ni trop diluées. On considère en général que pH = 14 + log c si $10^{-6} < c < 10^{-2}$ mol/L.

❶❶ **1)** H_3O^+ et Cl^- ; **2)** 11,33 mol/L ; **3)** 88,3 mL ; **4. a)** Verser l'acide dans l'eau et non l'inverse ; **b)** Exothermique car HCl est polaire.

❶❷ **1.a)** $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$; $HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$
b) Ce sont des réactions totales.
2.a) $(Ag^+ + NO_3^-) + (H_3O^+ + Cl^-)$ $AgCl + (H_3O^+ + NO_3^-)$; **b)** $m_1 = m_{AgCl}$;
$n_{AgCl} = \dfrac{m}{M} = 5.10^{-3}$ mol $= n(Cl^-)$; $C_1 = \dfrac{n(Cl^-)}{V} = 5{,}0.10^{-2}$ mol. L^{-1}.
3) $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 1{,}5.10^{-2}$ mol. L^{-1} ; $[H_3O^+] = C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 = 3{,}0.10^{-2}$ mol. L^{-1}.

REACTION ACIDE FORT – BASE FORTE

❶ **2) <u>Calcul de C_A</u>** : $C_A = C_B C_{BE} / V_A = 1{,}2.10^{-2}$ mol/L ; **3)** $V_B = 10^{-2}$ L .

❷ **1)** $V_2 = 11{,}3$ cm^3 ; **2)** $V_{2E} = C_1 V_1 / C_2 = 20$ cm^3 et pH = 7 ; **3)** pH = 11,1

❸ **1)** $HI + 2H_2O \rightarrow H_3O^+ + I^-$; **2)** V = = 18,1 mL .
3) $pH = -\log C_a = 1{,}3$; **4)** pH = 1,95

❹ **1)** $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

2) $n_a = n(H_3O^+) = 1{,}2.10^{-3}$ mol ; $n_b = n(OH^-) = 4.10^{-4}$ mol ; $n_a \neq n_b$ donc l'équivalence n'est pas atteinte ; **3)** $n_a > n_b$: le mélange est acide;
4) pH de la solution obtenue: $n(H_3O^+) = n_a - n_b = C_a V_a = 8.10^{-4}$ mol
$[H_3O^+] = n(H_3O^+) / (C_a V_a) = 8.10^{-3}$ mol/L et : pH = - log $[H_3O^+]$ = 2,1
5) $[H_3O^+] = 8.10^{-3}$ mol/L ; $[OH^-] = 1{,}25.10^{-12}$ mol/L ; $[Cl^-] = C_a V_a / (V_a + V_b) = 1{,}2.10^{-2}$ mol/L ; $[Na^+] = C_b V_b / (V_b+V_b) = 4.10^{-3}$ mol/L

❺ **1)** $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
3) ***Calcul de C_A**: E (V_{BE} = 7,5 mL ; pH_E = 7) ; $C_A = C_B C_{BE} / V_A = 1{,}5.10^{-2}$ mol/L
* **Concentration massique t** : t = C. M = 0,95 g/L avec C = C_A et M = M_{HNO3} = 63 g/mol.
4) Choix de l'indicateur coloré : le rouge neutre car 6,8< pH_E < 8 .

❻ **1)** c = 0,10 mol.L^{-1} ; **2.b)** E (V_{SE} = 8,2 mL ; pH_E = 7) ;
c) $C_S = C_B C_B / V_{SE} = 9{,}8.10^{-2}$ mol/L ; Conclusion : **$C_S = C$**
3) Le bleu de bromothymol convient car 6,0 < pH_E < 7,6.

❼ **1)** c = $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ = $7{,}9.10^{-3}$ mol/L ; En réalité 2,0≤ pH ≤ 2,2 soit $6{,}3.10^{-3}$ mol/L ≤ $[H_3O^+]$ ≤ $1{,}0.10^{-2}$ mol/L et donc **$6{,}3.10^{-3}$ mol/L ≤ c ≤ $1{,}0.10^{-2}$ mol/L**.
La détermination de la concentration d'une solution à partir de la mesure de son pH est **peu précise**.
2.a) c = 8.10^{-3} mol.L^{-1}; valeur compatible avec celle déduite de la mesure du pH.
b) * **pH du point d'équivalence**: pH = 7,0 à 25°C.
* **Calcul de la concentration de (S)**: $C_A = C_B C_B / V_A = 8{,}2.10^{-2}$ mol/L
Cette valeur trouvée est en accord avec l'encadrement obtenu à la question 1) ; ayant été obtenue à partir d'un dosage, elle est **plus précise**.
3) pH(S') = 3,1 ; **4)** c'' = c' / 10^3 = $8{,}2.10^{-7}$ mol/L. On ne peut plus écrire que $[H_3O^+]$ = c'', car la réaction d'auto- protolyse de l'eau n'est plus négligeable devant celle du chlorure d'hydrogène avec l'eau.
On ne plus prévoir simplement le pH de (S'').

❽ **2)** E (V_{aE} = 9,0 mL ; pH_E = 7) ; **3)** $C_b = C_a.V_{aE} / V_b = 9.10^{-3}$ mol. L^{-1}
4) Relation des dilutions : $C_b.V_b = C_0.V_0$, d'où $C_0 = C_b.V_b / V_0 = 9.10^{-2}$ mol. L^{-1}

❾ **1)** $(H_3O^+ + NO_3^-) + (Na^+ + OH^-) \rightarrow 2H_2O + Na^+ + NO_3^-$

2) $V_a = \dfrac{C_b V_b}{C_a} = 6{,}7.10^{-3}$ L = 6,7 mL ; **3)** Nitrate de sodium ;
$n(NaNO_3) = n(H_3O^+)$ à l'équivalence = $C_a.V_a = 10^{-3}$ mol
$m(NaNO_3) = n(NaNO_3).M(NaNO_3) = 85.10^{-3}$ g = 86 mg

ACIDE FAIBLE – BASE FAIBLE

❶ **1)** $HCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + HCOO^-$: cette réaction est partielle.
2) H_3O^+ , OH^-, $HCOO^-$ et HCOOH
3) $[H_3O^+] = 3{,}16.10^{-3}$ mol/L ;$[OH^-] = 3{,}16.10^{-12}$ mol/L ; $[HCOO^-] = 3{,}16.10^{-3}$ mol/L; $[HCOOH] = 4{,}68.10^{-2}$ mol/L; **4)** $\alpha = [HCOO^-] / C = 0{,}063 \approx 6{,}3$ %

❷ **1)** pH < 14+ log C , donc NH_3 est une base faible .
2) Equation de la réaction avec l'eau : $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$
3) $[H_3O^+] = 7{,}9.10^{-12}$ mol/L ; $[OH^-] = 1{,}3.10^{-3}$ mol/L ; $[NH_4^+] = [OH^-] = 1{,}3.10^{-3}$ mol/L; $[NH_3] = C - [NH_4^+] = 9{,}9.10^{-2}$ mol/L.
4) Classification des espèces chimiques:

Majoritaire	Minoritaires	Ultra-minoritaire
NH_3	OH^- et NH_4^+	H_3O^+

❸ **1)** $m = C_1.V_1.M$ = 2,68 g; **2)** $\alpha = C_1 / C_2$ = 10: On a dilué S_1 dix fois.
3) $NH_4^+ + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + NH_3$; **4)** $[H_3O^+] = 7{,}9.10^{-6}$ mol/L ;
$[OH^-] = 1{,}3.10^{-9}$ mol/L ; $[Cl^-] = 10^{-2}$ mol/L ; $[NH_4^+] \approx 10^{-2}$ mol/L;
$[NH_3] = 7{,}9.10^{-6}$ mol/L ; **$[NH_4^+] \neq 0$** : l'ion ammonium est un acide faible.

❹ **1) pH_1 > - log C** donc l'acide méthanoïque est faible.
2) $HCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + HCOO^-$; **3)** $[H_3O^+] = 1{,}3.10^{-3}$ mol/L ; $[OH^-] = 8.10^{-12}$ mol/L ; $[HCOO^-] = 1{,}3.10^{-3}$ mol/L ; $[HCOOH] = 8{,}7.10^{-3}$ mol/L.
Coefficient de dissociation α_1 : $\alpha_1 = [HCOO^-] / C_1 = 0{,}13 \approx 13$ %
4) Calcul de α_2 : $[H_3O^+] = 4.10^{-4}$ mol/L; $[OH^-] = 2{,}5.10^{-11}$ mol/L ;
$[HCOO^-] = 4.10^{-4}$ mol/L ; $[HCOOH] = 6.10^{-4}$mol/L.
$\alpha_2 = [HCOO^-] / C_2 = 0{,}40 \approx 40$ %
Conclusion : La dilution favorise la dissociation de l'acide méthanoïque.

❺ 1) pH = -log C_2 : l'acide nitrique est un acide fort ; **2)** pH > -log C_1 : l'acide benzoïque est un acide faible. **3)** $[H_3O^+] = 7{,}94.10^{-3}$ mol/L; $[OH^-] = 1{,}26.10^{-12}$ mol/L ; $[C_6H_5COO^-] = 7{,}94.10^{-3}$ mol/L ; $[C_6H_5COOH] = 0{,}99$ mol/L ;
$\alpha = [C_6H_5COO^-] / C_1 = 7{,}94.10^{-3}$

4) **<u>Equation de dissociation</u>** : $C_6H_5COOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + C_6H_5COO^-$

❻ **1)** $C_0 = \dfrac{P.d.\rho_{eau}}{M} = 20{,}52$ mol. L^{-1} ; **2)** $C = \dfrac{C_0.V}{v} = 1{,}03.10^{-1}$ mol. L^{-1} ;
3) $[H_3O^+] = 3{,}98.10^{-3}$ mol. L^{-1}; $[OH^-] = 2{,}51.10^{-12}$ mol. L^{-1} ; $[HCOO^-] = 3{,}98.10^{-3}$ mol. L^{-1} ; $[HCOOH] = 9{,}8.\ 10^{-2}$ mol. L^{-1} ; **4)** $[HCOOH] \neq 0$: HCOOH est un acide faible.

COUPLES ACIDE- BASE

❶**1. a)** HCOOH ; **b)** $HCOO^-$: ion méthanoate.
c) **<u>Equation de dissolution dans l'eau</u>** : $HCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + HCOO^-$
2.a) $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 1{,}26.10^{-3}$ mol/L ; $[OH^-] = 7{,}94.10^{-12}$ mol/L ;
$[HCOO^-] = 1{,}26.10^{-3}$ mol/L ; $[HCOOH] = 8{,}74.10^{-3}$ mol/L;
b) $\boldsymbol{\alpha} = [HCOO^-] / C = 0{,}126 \approx$ **13 %** : Une plus grande dilution augmente α ;
pKa = 3,7.

❷**1)** **<u>Nature de la solution</u>** : CH_3COONa : $C_B = 0{,}1$ mol/L ; pH = 8,9.
La solution est basique car son pH est supérieur à 7.
2) $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 3{,}16.10^{-5}$ mol/L ; $[OH^-] = 3{,}16.10^{-10}$ mol/L ; $[Na^+] = 3{,}33.10^{-2}$ mol/L ; $[CH_3COO^-] = [Na^+] = 3{,}33.10^{-2}$ mol/L; $[CH_3COOH] = 6{,}67.10^{-2}$ mol/L ;
b) $K_a = 1{,}57.10^{-5}$; $pK_a = -\log K_a = 4{,}8$.

❸**1)** $HCOONa \xrightarrow{eau} HCOO^- + Na^+$
$HCOO^- + H_2O \leftrightarrows HCOOH + OH^-$; <u>Rôle de l'eau</u> : acide.
$[H_3O^+] =$ **4.10^{-9} mol/L** ; $[OH^-] =$ **$2{,}5.10^{-6}$ mol/L** ; $[Na^+] =$ **0,1 mol/L ;**
$[HCOO^-] \approx [Na^+] \approx$ **0,1 mol/L;** $[HCOOH] =$ **$2{,}5.10^{-6}$ mol/L** ;**3)** pKa = **3,8**.
4) CH_3COOH / CH_3COO^- : $Ka = 1{,}6.10^{-5} \Rightarrow pKa = -\log Ka = 4{,}8$
HCOOH plus fort car 3,8 < 4,8: **CH_3COO^- plus forte que $HCOO^-$**

❹**1)** $HCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + HCOO^-$.
$[H_3O^+] =$ **4.10^{-3} mol/L ;** $[OH^-] = 2$**,5.10^{-12} mol/L** ; $[HCOO^-] =$ **4.10^{-3} mol/**L ;
$[HCOOH] =$ **$9{,}6.10^{a}$mol/L** ; $K_a = 1{,}66.10^{-4}$; $pK_a = -\log K_a = 3{,}8$.
•**<u>Calcul de la concentration des espèces chimiques</u>**:
$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 8.10^{-5}$ mol/L;
$[OH^-] = 1{,}25.10^{-10}$ mol/L; $[Na^+] = C_BV_B / (V_A + V_B) = 0{,}1$ mol/L ;
$[HCOO^-] = [Na^+] = 3{,}33.10^{-2}$ mol/L **;** $HCOOH] = 5.10^{-2}$ mol/L.
•**<u>Constante d'acidité et pKa</u>**: $K_a = 1{,}6.10^{-4}$; $pK_a = -\log K_a = 3{,}8$.

❺**1a)** $C_2H_5NH_2 + H_2O \leftrightarrows OH^- + C_2H_5NH_3^+$
b) $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}$ mol/L; $[OH^-] = 10^{-3}$ mol/L; $[C_2H_5NH_3^+] = 10^{-3}$ mol/L ;
$[C_2H_5NH_2] = 1{,}6.10^{-3}$ mol/L ; **c)** $C = [C_2H_5NH_3^+] + [C_2H_5NH_2] = 2{,}6.10^{-3}$ mol/L
2) **<u>Calcul de volumes :</u>** $V_B = 21{,}4$ cm^3 et $V_A = 8{,}6$ cm^3

❻**1)** $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3{,}3} = 5.10^{-4}$ mol/L; $[OH^-] = 2.10^{-11}$ mol/L
$[Na^+] = C_BV_B / (V_A + V_B) = 2{,}5.10^{-2}$ mol/L; $[HCOO^-] = [Na^+] = 2{,}5.10^{-2}$ mol/L ;
$[HCOOH] = 7{,}5.10^{-2}$ mol/L
2. **<u>Courbe</u>**:

V_A (mL)	30	25	22	18	15	10
V_B (mL)	10	15	18	22	25	30
V_B / V_A	0,33	0,6	0,8	1,2	1,7	3
log (V_B / V_A)	-0,5	-0,2	-0,09	0,09	0,2	0,5
pH	3,3	3,5	3,7	3,8	4	4,3

3. La courbe est une droite de pente : **a = 1** et d'ordonnée à l'origine: **b = 3,8**.
4. **<u>Calcul de pKa et Ka</u>** : pKa = 3,8 et $Ka = 10^{-pKa} = 1{,}58.10^{-4}$

❼**1.a)** $C_6H_5COOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + C_6H_5COO^-$
b) $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 7{,}94.10^{-4}$ mol/L; $[OH^-] = 1{,}26.10^{-11}$ mol/L ;
$[C_6H_5COO^-] = 7{,}94.10^{-4}$ mol/L ; $[C_6H_5COOH] = 10^{-2}$ mol/L ; pKa = 4,2 ;
2) **<u>Calculs de V_1 et V_2</u>**: $V_1 = 250$ mL et $V_2 = 100$ mL

❽**1)** Un acide est une espèce chimique capable de céder un proton H^+.
2) **pH = - log C_1** :HCl est un acide fort ; $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$.
3) pH = - log C_2 n'est pas vérifiée, donc l'acide monochloroéthanoïque n'est pas fort : il est faible ; $CH_2ClCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + CH_2ClCOO^-$

4) $[H_3O^+]$ = $1,0.10^{-2}$ mol/L; $[OH^-]$ = $1,0.10^{-12}$ mol/L ; $[CH_2ClCOO^-]$ = $1,0.10^{-2}$ mol/L ; $[CH_2ClCOOH]$ = $8,0.10^{-2}$ mol/L; **5)** pKa = 2,9.

REACTIONS ACIDO- BASIQUES

❶ **1)** $HCOOH + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HCOO^-$
2) $C_A = m / MV = 6,52.10^{-2}$ mol/L ; **3)** $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 3,2.10^{-3}$ mol/L**;** $[OH^-]$ = Ke / $[H_3O^+]$ = $3,16.10^{-12}$ mol/L ; $[HCOO^-]$ = $3,2.10^{-3}$ mol/L ; $[HCOOH]$ = $6,2.10^{-2}$ mol/L.
4.a) $HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$; **b)** $C_A = C_B\, C_B / V_A = 6,5.10^{-2}$ mol/L
5) pKa = pH = 3,8 ; On obtient une solution tampon : son pH évolue peu par dilution ou par addition modérée d'une base ou d'un acide.

❷ **1.a)** pH > C_A: <u>acide faible</u> ; $CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + CH_3COO^-$
b) $[H_3O^+] = 1,26.10^{-3}$ mol/L; $[OH^-] = 7,94.10^{-12}$ mol/L ; $[CH_3COO^-] = 31,26.10^{-3}$ mol/L; $[CH_3COOH] = 9,9.10^{-2}$ mol/L ; $K_a = 1,7.10^{-5}$; $pK_a = 4,7$.
2. a) $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2\, H_2O$; **b)** $V_A = V_E = 10$ mL ; A l'équivalence le pH = 7.
3.a) $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$; **b)** $V_A = V'_E = 10$ mL ; pH > 7
c) On obtient une solution tampon. Son pH varie peu par dilution modérée ou par addition modérée d'acide ou de base ;
d) La solution S a un volume $V_S = V_{CH3COOH} + (V'_E/2) = 15\ cm^3$.
Cette solution possède en quantités égales l'acide et la base conjuguée.
On peut mélanger $V'_A = 7,5\ cm^3$ d'acide éthanoïque et $V'_B = 7,5\ cm^3$ d'éthanoate de sodium de même concentration.

❸ **1)** $C_2H_5NH_2 + H_2O \leftrightarrows C_2H_5NH_3^+ + OH^-$
2.a) $[H_3O^+] = 2,5.10^{-12}$ mol/L ;$[OH^-] = 4.10^{-3}$ mol/L ; $[C_2H_5NH_3^+] = 4.10^{-3}$ mol/L ; $[C_2H_5NH_2] = 2,6.10^{-2}$ mol/L ; **b)** $[C_2H_5NH_2] = 2,6.10^{-2}$ mol/L $\neq 0$: la monoéthylamine est <u>une base faible</u> ; **3)** <u>Calcul du pKa</u> : pKa = 10,8 ; <u>Base la plus forte</u> : $C_2H_5NH_2$ est plus forte que NH_3 ; **4. a)** L'équivalence acido-basique est atteinte lorsque le nombre d'ions H_3O^+ introduits est égal au nombre d'ions $C_2H_5NH_3^+$ que peut donner la solution initiale .A l'équivalence, $C_A V_A = C_B V_B$
b) A l'équivalence la solution est équivalente à une solution de chlorure d'éthylammonium ($C_2H_5NH_3^+ + Cl^-$), contenant un acide faible: la solution obtenue est donc acide et pH < 7

❹ **1)** <u>Calcul de C_1</u>: La solution S_1 (hydroxyde de sodium), de concentration $C_1 = 5.10^{-2}$ mol/L a un pH = 12,7. Ces résultats sont en accord : en effet, S_1 est une solution de base forte, son pH doit répondre à la relation pH = 14 + log C_1, soit pH = 14 + log 5.10^{-2} = 14 **-** 1,3 = 12,7.
2.a) $[H_3O^+] = 8.10^{-5}$ mol/L ; $[OH^-] = 1,25.10^{-10}$ mol/L ; $[Na^+] = 4.10^{-2}$ mol/L ; $[HCOO^-] = 4.10^{-2}$ mol/L; $[HCOOH] = 2.10^{-2}$ mol/L ; **b)** $K_a = 1,6.10^{-4}$; $pK_a = -\log K_a = 3,8$.
3.a) $HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$. $V_e = C_1V_1 / C_2 = 20$ mL ; **b)** $V = V_e / 2 = 10$ mL

❺ **1.a)** $C_6H_5COOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + C_6H_5COO^-$; **b)** $[H_3O^+] = 2,5.10^{-3}$ mol/L ; $[OH^-] = 4.10^{-12}$ mol/L ;$[C_6H_5COO^-] = 2,5.10^{-3}$ mol/L ; $[C_6H_5COOH]$ = 0,1 mol/L ; **c)** $[C_6H_5COOH] = C - [C_6H_5COO^-] \approx$ **0,1 mol/L**. ; **2. a)** Une solution de pH = 4,2 $\Rightarrow$ pH = pKa : <u>solution tampon</u>. Son pH varie peu par ajout modéré d'acide ou de base ; son pH ne varie pas par dilution modérée.
b) Il faut ajouter aux 20 cm^3 de la solution d'acide benzoïque de concentration 0,1 mol/L , 20 cm^3 d'une solution de benzoate de sodium de concentration 0,1 mol/L .

❻ **1)** $HCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + HCOO^-$; $[H_3O^+] = 4.10^{-3}$ mol/L;
$[OH^-] = 2,5.10^{-12}$ mol/L ; $[HCOO^-] = 4.10^{-3}$ mol/L ; $[HCOOH] = 9,6.10^{-2}$ mol/L.
2.a) $HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$; **b)** $V_{BE} = C_A\, C_A / C_B$ = 8mL
A l'équivalence la solution est une solution de méthanoate de sodium ($HCOO^- + Na^-$), contenant une base faible $HCOO^-$: la solution est donc basique , **pH >7** .
c) pKa = pH =3,8; **d)** pH = 14 + log C_B = 13,4

❼ **2)** L'acide est faible car la courbe de dosage présente deux points d'inflexion ;
3) $V_{BE} = 10$ mL ; $C_A = C_B\, C_{BE} / C_A = 5.10^{-2}$ mol/L ;**4)** pH = 13
5) pKa = 4,8 ; **6)** Soit AH l'acide carboxylique et A^- sa base conjuguée.
$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 5,01.10^{-5}$ mol/L ; $[OH^-]$ = Ke / $[H_3O^+] = 2.10^{-10}$ mol/L ;
$[Na^+] = C_BV_B / (V_A + V_B) = 9,1.10^{-3}$ mol/L ; $[A^-] = [Na^+] = 9,110^{-3}$ mol/L
$[AH] = 3,16.10^{-2}$ mol/L.

❽ **1)** $C_2H_5NH_2 + H_3O^+ \rightarrow C_2H_5NH_3^+ + H_2O$;: $C_2H_5NH_3^+ / C_2H_5NH_2$:ion monoéthylammonium / monoéthylamine ; **2.a)** $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 2,5.10^{-12}$ mol/L ; $[OH^-]$ = Ke / $[H_3O^+] = 4.10^{-3}$ mol/L ; $[C_2H_5NH_3^+] = 4.10^{-3}$ mol/L ; $[C_2H_5NH_2] = 2,6.10^{-2}$ mol/L ; **b)** $[C_2H_5NH_2] = 2,6.10^{-2}$ mol/L $\neq 0$: la monoéthylamine est <u>une base faible</u> ; **3)** <u>**Calcul du pKa**</u> : pKa = 10,8 .

ALCOOLS

❶ **1)**

Formule semi-développée	Nom	Classe
CH_3-CH_2-CH_2-OH	Propan-1-ol	primaire
CH_3-CH (OH)-CH_3	Propan-2-ol	Secondaire

2.a) **<u>L'oxydation du propan-1-ol donne l'acide propanoïque</u>** :

CH_3-CH_2-CH_2-OH + O_2 $\rightarrow$ CH_3-CH_2-COOH + H_2O.

<u>L'oxydation du propan-2 donne la propanone</u> :

CH_3-CH(OH)-CH_3 + $\frac{1}{2}$ O_2 $\rightarrow$ CH_3-CO-CH_3 + H_2O

❷ **1.a)** L'hydratation d'un alcool conduit à un ou plusieurs alcools .B est donc un alcool saturé.

<u>b) Les différents isomères de B:</u>

Formule semi- développée	Nom	Classe
CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH	butan-1-ol	primaire
CH_3-CH_2(CH_3)-CH_2-OH	2-méthylpropan-1-ol	primaire
CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3	Butan-2-ol	secondaire
CH_3-C(OH)-CH_3 (avec CH_3 sur le C central)	2-méthylpropan-2-ol	tertiaire

2) **B:** CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3. **3)** **A**: Le but-1-ène : CH_3-CH_2-CH=CH_2 ou le but-2-ène de formule CH_3-CH=CH-CH_3 ; **4)** **<u>Masse de A</u>** : m_A = 8,58 g

❸ **1.a)** A: $C_4H_{10}O$; **b)** A est un <u>alcool secondaire</u> : le butan-2-ol : CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3 ; **c)** A' est une cétone : la butanone : CH_3-CO-CH_2-CH_3

d) $3CH_3$-CH(OH)-CH_2-CH_3 + $Cr_2O_7^{2-}$ + $8H_3O^+$ $\rightarrow$ $3CH_3$-CO-CH_2-CH_3 + $2Cr^{3+}$ +$15H_2O$

2.a) CH_3-CH_2-CH=CH_2 : but-1-ène et CH_3-CH=CH-CH_3 : but-2-ène

b) CH_3-CH_2-CH=CH_2 + H-OH $\rightarrow$ CH_3-CH-CHOH-CH_3

CH_3-CH=CH-CH_3 + H-OH $\rightarrow$ CH_3-CHOH-CH_2-CH_3

Le but-2-ène présente **deux stéréoisomères** de configuration: le (Z)-but-2-ène et le (E)-but-2-ène

❹ **1)** Le but-2-ène présente une **isomérie** de configuration :

Configuration cis (Z) : (Z)-but-2-ène ; Configuration trans (E) : (E)-but-2-ène

2.a) On obtient le butan-2-ol qui est un alcool secondaire de formule semi-éveloppée : CH_3-CHOH-CH_2-CH_3

b) $3CH_3$-CH(OH)-CH_2-CH_3 + $Cr_2O_7^{2-}$ + $8H_3O^+$ $\rightarrow$ $3CH_3$-CO-CH_2-CH_3 + $2Cr^{3+}$ + $15H_2O$

On obtient une cétone : la **butanone** que l'on caractérise avec la DNPH.

3.a) **<u>Noms des alcools susceptibles de se former</u>** :

Formule semi-développée	Nom	Classe
CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH	Butan-1-ol	primaire
CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3	Butan-2-ol	secondaire

L'hydratation d'un alcène non symétrique conduit préférentiellement à l'alcool de classe la plus élevée, donc ici **le butan-2-ol**.

b)• Le mot « ménagée » signifie que l'oxydation ne détruit pas la chaîne carbonée.

•L'oxydation ménagée par l'ion dichromate est possible si on est en **milieu acide,** ,la solution de dichromate ayant été acidifiée par de l'acide sulfurique .

•Si les ions dichromate sont en défaut : on obtient un mélange de butanal et d'acide butanoïque.

•Si les ions dichromate sont en excès, on obtient seul l'acide butanoïque.

❺ **1)** A : C_4H_8O

2.a) A est soit : • <u>une cétone</u> : la butanone : CH_3-CO-CH_2-CH_3 ;

• <u>un aldéhyde</u> : le butanal : CH_3-CH_2-CH_2-CHO ; • le 2-méthylpropanal

b) La liqueur de Fehling ou le réactif de Tollens caractérisent les aldéhydes donc A est une **cétone**. C'est la butanone : CH_3-CO-CH_2-CH_3

3) B est un **alcool secondaire**. C'est le **butan-2-ol** : CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3

❻ **1)** **<u>Les différents isomères possibles:</u>**

Formule semi-développée	Nom	Classe
CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH	butan-1-ol	Primaire
CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH	2-méthylpropan-1-ol	Primaire

CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3	butan-2-ol	Secondaire
CH_3-C (OH)-CH_3 | CH_3	2-méthylpropan-2-ol	Tertiaire

2. a) **B** est une cétone : la butanone : CH_3-CH_2-CO-CH_3
b) **<u>Nature de A</u>:** **A** est un alcool secondaire: c'est le butan-2-ol.
c) $3CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + Cr_2O_7^{2-} + 8H_3O^+ \rightarrow 3CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + 2Cr^{3+} + 15H_2O$

❾ **1)** La formule générale d'un monoalcool saturé est : $C_nH_{2n+1}OH$. La masse molaire est : M = 14n + 18 = 74, soit n = 4. La formule brute est donc : $\mathbf{C_4H_{10}O}$.
2) A' et B' donnant une 2,4-dinitrophénylhydrazone, possèdent le groupe carboxyle. A' réagit avec la liqueur de Fehling : c'est un aldéhyde ; B' ne réagissant pas est une cétone. ⇒ A' est le dérivé d'oxydation d'un alcool primaire A. Deux possibilités pour A : CH_3-CH_2-CH_2OH (butan-1-ol) et CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH (2-méthylpropan-1-ol). ⇒ B' est le dérivé d'oxydation d'un alcool secondaire B. Une seule possi bilté pour B : CH_3-CHOH-CH_2-CH_3 : butan-2-ol.
3) Un alcool tertiaire, seul, ne subit pas d'oxydation ménagée. Le seul alcool en C_4 tertiaire est : CH_3-COH-$(CH_3)_2$: 2-méthylpropan-2-ol.

AMINES

❶ **1)** $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + H_2O \leftrightarrows CH_3\text{-}CH_2\text{-}\overset{+}{N}H_3 + OH^-$
Le pH de la solution aqueuse d'éthylamine est supérieur à 7 (formation d'ions OH^-). **2)** pK_a = 10,7 ; **3)** L'éthylamine est la base la plus forte.

❷ **1)** Courbe caractéristique du dosage d'une base faible par un acide fort.
2) La méthode des tangentes permet de déterminer le volume d'acide versé au point d'équivalence : V_E = 18,0 mL, soit à la demi- équivalence : **V½ = 9,0 mL**.
3) pKa = pH½ = 10,8. L'éthylamine est une base plus forte que l'ammoniac.

ACIDES CARBOXYLIQUES

❶ **1. <u>Isomères possibles</u>**:
CH_3-CH_2-CH=CH_2 ; CH_3-CH=CH-CH_3 et CH_3(CH_3)-C=CH_2
<u>but-1-ène</u> <u>but-2-ène</u> <u>2-méthylprop-1-ène</u>
2. <u>Formules semi-développées et noms de A, B , B' et C</u> :
B' : 2-méthylpropanal
CH_3-C(OH)-CH_3 : 2-méthylpropan-2-Ol : C
|
CH_3

CH_3-C=CH_2
|
CH_3
<u>2-méthylprop-1-ène : A.</u>

CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH : 2-méthylpropan-1-Ol : B

3. <u>Composé E obtenu</u>:
R-COOH + CH_3-CH-CH_2OH ⇆ R-C-O- CH_2-CH-CH_3 + H_2O
| |
CH_3 O-CH_3
Le produit <u>D est donc l'acide butanoïque</u> : CH_3-CH_2-CH_2 -COOH.
L'équation de l'estérification qui conduit au butanoate de 2-méthylpropyle est:
C_3H_7-COOH + CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH ⇆ C_3H_7-COO-CH_2-CH(CH_3)-CH_3 + H_2O
4) CH_3-CH_2-CH_2 –CO- Cl : <u>F est le chlorure de butanoyle</u>
5) La réaction entre un chlorure d'acyle (F) et un alcool (B) conduit par une réaction **rapide**, **totale** et **exothermique** conduit à un ester :
C_3H_7-COCl + CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH ⇆ C_3H_7-COO- CH_2-CH(CH_3)-CH_3 + HCl
L'ester formé est le produit E. Son obtention par cette réaction est plus facile que par l'estérification vue à la question 3° qui est **lente**, **limitée** et a**thermique**.

❷ **1.a)** La formule générale d'un acide carboxylique est R-COOH
R-COOH + CH_3-CH_2-CH_2-OH → R-CO-O-CH_2-CH_2-CH_3 + H_2O
b) A est **l'acide propanoïque** : CH_3-CH_2-COOH

B est le **propanoate de propyle**: CH_3-CH_2-CO-O-CH_2-CH_2-CH_3 ;
c) Réaction d'estérification : réaction <u>lente</u>, <u>limitée</u> et <u>athermique</u>
2.a) C est un <u>acide carboxylique</u> : l'acide propanoïque : CH_3-CH_2-COOH
b) $3CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H_3O^+ \rightarrow 3CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + 4Cr^{3+} + 27H_2O$
3.a) D est un chlorure d'acyle : le <u>chlorure de propanoyle</u> : CH_3-CH_2-CO- Cl
b) La réaction est une <u>estérification indirecte</u>. Son équation est :

CH_3-CH_2-CO- Cl + CH_3-CH_2-CH_2 OH $\rightarrow$ CH_3-CH_2-CO-O-CH_2-CH_2-CH_3 + HCl

On obtient à nouveau l'ester B : le propanoate de propyle .

c) Cette réaction est totale, rapide et exothermique

❸ **1.a)** X est un ester, C est un chlorure d'acyle et D est un amide.

b) • Formule semi-développée de D : CH_3-CO- NH_2 : D est l'éthanamide.

- C est le **chlorure d'éthanoyle** : CH_3-CO- Cl
- A est l'acide éthanoïque : CH_3-COOH

c) (a) : CH_3-CO- O-CH_2-CH_2-CH_3 ; (b): CH_3-CO-O-CH(CH_3)-CH_3

2) E est une cétone : **propanone :** CH_3-CO- CH_3 ;

B est le propan-2-ol de formule semi-développée : CH_3-CH(OH)-CH_3

❹ **1. Formule semi-développée et classe des deux alcools** :

Formule semi-développée	**Nom**	**Classe**
CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH	butan-1-ol	primaire
CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3	butan-2-ol	secondaire

2) Formules semi-développées et noms de A, B, C , D et E :

A : butan-1-ol : CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH ; **B:** acide butanoïque: CH_3-CH_2-CH_2-COOH ;
C: chlorure de butanoyle:CH_3-$(CH_2)_2$-CO-Cl **; D:** butanamide : CH_3-CH_2-CH_2-CO-NH_2
E: butanoate de butyle: CH_3-CH_2-CH_2-CO-O-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3

❺ **1)**

Formule semi-développée	**Nom**	**Classe**
CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH	butan-1-ol	primaire
CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH	2-méthylpropan-1-ol	primaire
CH_3-CH(OH)-CH-CH_3 **Formule semi-développée**	butan-2-ol	secondaire
CH_3-C(OH)-CH_3 (avec CH_3 sur C)	2-méthylpropan-2-ol	tertiaire

L'alcool primaire et à chaîne ramifiée est le **2-méthylpropan-1-ol.**

2.a) CH_3-CH(CH_3)-C(=O)-O-CH_3 : 2-méthylpropanoate de méthyle.

b) Formule semi-développée et nom de D : CH_3-OH : méthanol

c) CH_3-CH(CH_3)-COOH + CH_3-OH $\leftrightarrows$ CH_3-CH(CH_3)-CO-CH_3 +H_2 O

c'est une rédaction limitée , limitée et athermique .

3) • Une autre méthode pour obtenir E à partir de D :

CH_3-CH(CH_3)-COCl + CH_3-OH $\rightarrow$ CH_3-CH(CH_3)-CO-O-CH_3 +HCl

• **Comparaison des deux réactions :** Estérification indirecte : totale, rapide et exothermique**.**

Remarque : Une autre réaction est encore possible utilisant un anhydride d'acide. On aura encore une réaction totale, rapide et exothermique.

❻ **1)** C_A = 7,98.10^{-2} mol/L ; **2)** * **Formule générale** : R-COOH $\Leftrightarrow$ C_nH_{2n+1}-COOH ; * **Formule brute de A** : $C_{n+1}H_{2n+2}O_2$ $\Rightarrow$ C_2H_5-COOH

* **Nom de A** : acide propanoïque

3) B est le **chlorure de propanoyle** de formule semi-développée :C_2H_5-CO-Cl

4) C_2H_5-CO-Cl + C_2H_5-OH $\rightarrow$ C_2H_5-CO-O- C_2H_5 + HCl

On obtient le **propanoate d'éthyle** (C) et le chlorure d'hydrogène.

5) C_2H_5-COOH + C_2H_5-OH $\leftrightarrows$ C_2H_5-CO- O-C_2H_5 + H_2O.

On obtient le **propanoate d'éthyle** (C).

6) La réaction étudiée lors de la question 4 est **rapide**, **totale** et **exothermique** alors que la réaction étudiée lors de la question 5 est **lente**, **limitée** et **athermique**