Exercise 1

On prépare à $t = 0$, un mélange contenant $n_1 = 8.10^{-3}$ mol d'ion iodure I^- et n_2 moles d'ion peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$. Il se produit une réaction totale d'équation :

$$S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$$

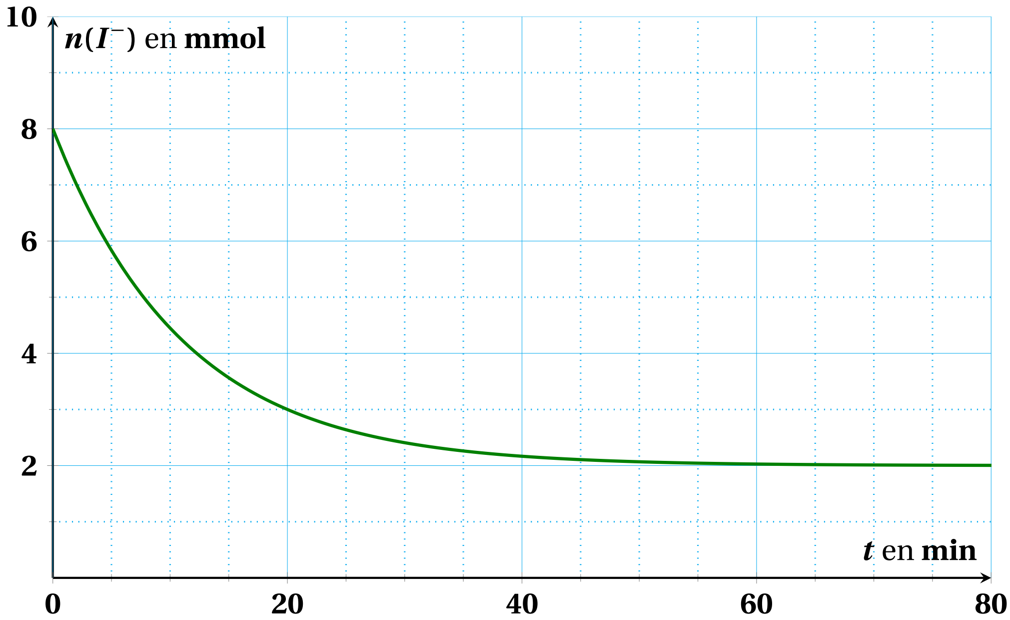
1. (a) Quels sont les couples rédox mis en jeu dans cette réaction.

   (b) En présence de l'empois d'amidon le mélange prend une coloration bleu noire. Justifier.

   (c) Dresser le tableau d'avancement de cette réaction.

   (d) Dresser le tableau d'avancement volumique de cette réaction.

2. L'étude expérimentale a permis de tracer la courbe donnant la variation $n(I^-) = f(t)$ suivante :



   (a) Quel est le réactif limitant ? Justifier.

   (b) Déterminer l'avancement final x_f de cette réaction.

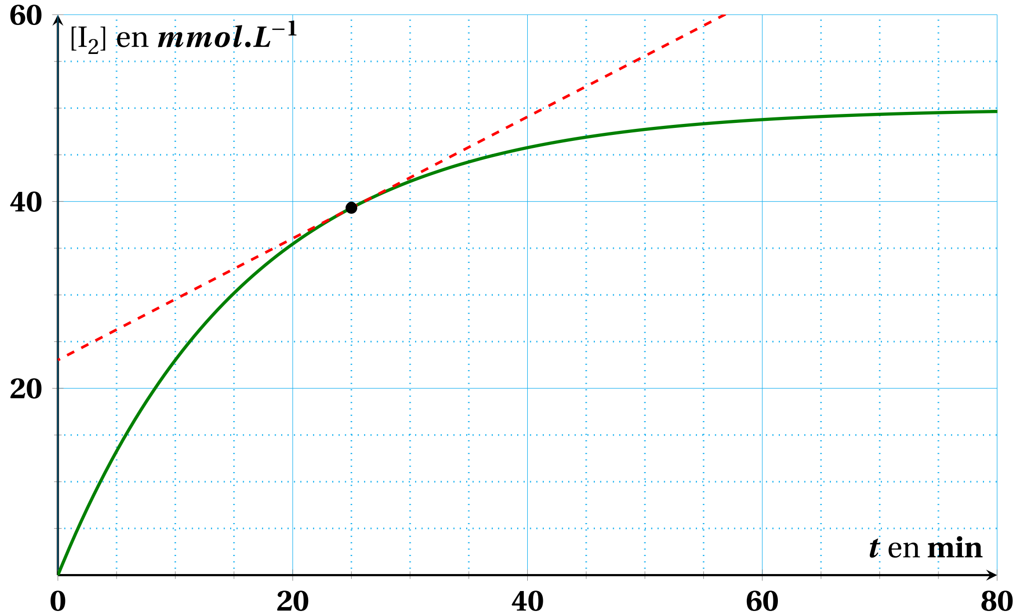
   (c) En déduire la valeur de n_2.

   (d) Définir et déterminer le temps de demi-réaction.

On étudie maintenant les variations de la concentration molaire du diiode I_2 dans des conditions expérimentales différentes que la partie précédente. Pour cela le mélange de départ est réparti dans plusieurs erlenmeyer contenant chacun un volume $V_p = 10$ mL.

A un instant de date t, on refroidit le contenu d'un erlenmeyer, on lui ajoute de l'empois d'amidon puis on dose le diiode formé par une solution (S) de thiosulfate de sodium $\left(2Na^+ + S_2O_3^{2-}\right)$ de concentration molaire $C = 0,1$ mol.L^{-1} .

On refait l'opération plusieurs fois ce qui permet de tracer la courbe $[I_2] = f(t)$ suivante :



3. Écrire l'équation de la réaction de dosage supposée totale, en indiquant les couples rédox.

4. (a) Pourquoi a- t- on refroidit le prélèvement avant le dosage ?

   (b) A quoi sert l'empois d'amidon au cours de ce dosage ?

   (c) Donner la relation entre la quantité de matière de I_2 présent dans le prélèvement et la quantité de matière d'ion $S_2O_3^{2-}$ nécessaire à ce dosage.

   (d) Calculer le volume de la solution (S) qu'on doit ajouter pour doser I_2 a l'instant de date $t_1 = 40$ min.

5. (a) Définir la vitesse volumique de la réaction.

(b) Déterminer cette vitesse à $t_2 = 25$ min. En déduire la vitesse instantanée dans le prélèvement.

(c) En utilisant la courbe $[I_2] = f(t)$, préciser comment varie la vitesse volumique de la réaction au cours du temps. Justifier.

(d) Quel est le facteur cinétique responsable de cette variation ? Expliquer.

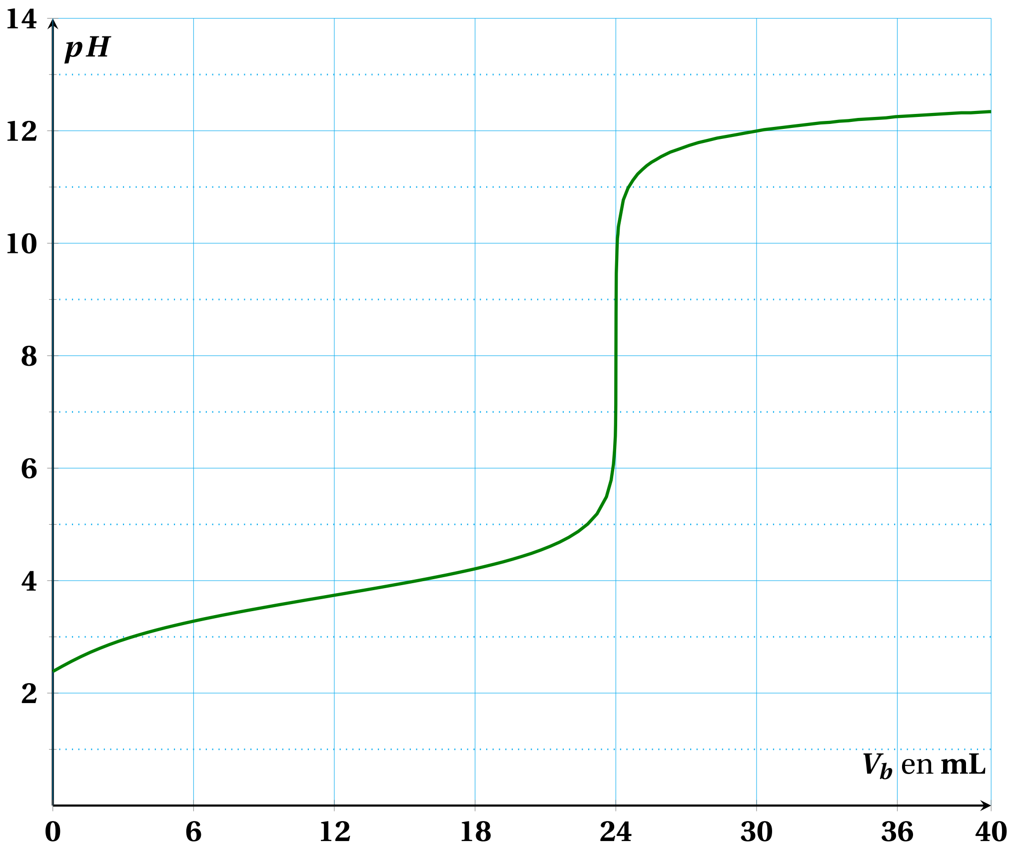
6 Cette expérience est refaite en présence d'ions Fe^{2+} ou Fe^{3+} qui jouent le rôle d'un catalyseur.

(a) Définir un catalyseur.

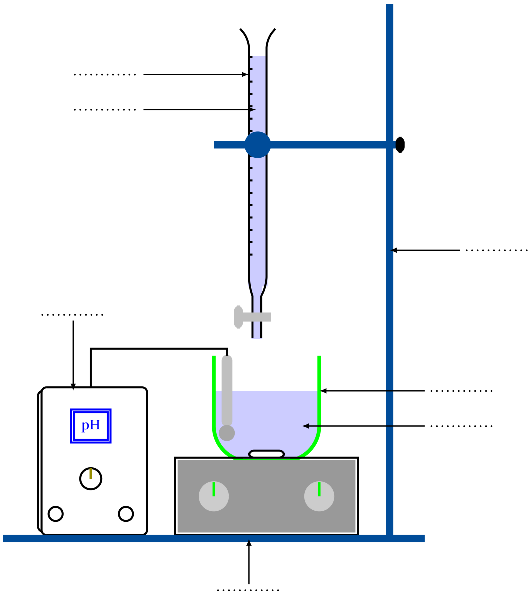
(b) Représenter sur la figure précédente, la nouvelle allure de la courbe $[I_2] = f(t)$.

Exercise 2 ★★☆☆

On réalise le dosage pH-métrique d'une solution (S_1) d'acide méthanoique HCOOH de volume $V_1 = 20$ mL et de concentration molaire C_1, par une solution (S_2) de soude NaOH de concentration notaire C_2. On obtient la courbe représentée par la figure suivante, donnant les variations du pH du mélange en fonction du volume V_b de la solution de soude ajoutée.



1 Légender le schéma de la figure suivante :



2 A partir de la courbe, donner :

(a) Deux arguments qui montrent que l'acide méthanoique est faible.

(b) Déterminer la valeur du **pKa** du couple $HCOOH/HCOO^-$.

(c) Sachant que l'acide méthanoique est faiblement ionisé dans (S_1), vérifier que $C_1 = 0,1$ mol.L^{-1}

3 (a) Écrire l'équation bilan de la réaction du dosage considéré.

(b) Définir l'équivalence acido-basique et déduire la valeur de C_2.

(c) Interpréter le caractère basique de la solution (S_E) obtenue à l'équivalence.

(d) Sachant que dans (S_E), la base est faiblement ionisée, retrouver alors par le calcul la valeur du pH de la solution (S_E).

4 A **40** mL de (S_1), on ajoute **24** mL de (S_2) et **20** mL d'eau pure. On obtient une solution **(S)**. donner sans calcul la valeur du pH de **(S)**. justifier la réponse.

5 On donne les indicateurs colorés suivants :

Indicateur	Teinte	Zone de virage	Teinte
Hélianthine	**Rouge**	3,1 à 4,4	**Jaune**
BBT	**Jaune**	6,0 à 7,6	**Bleu**
Phénophtaléine	Incolore	8,1 à 10,0	Rose

Quel est l'indicateur coloré le plus approprié pour le dosage considéré. justifier.

Exercise 3 ★★☆☆

Les acides carboxyliques présentent une grande importance industrielle pour la fabrication de solvants, de shampoings, de peintures, de bougie, de textiles et d'antiseptiques. Les acides carboxyliques peuvent être obtenus par oxydation des aldéhydes ou des alcools. Les acides gras peuvent s'obtenir par saponification des graisses animales ou végétales. On considère un alcool à chaîne carbonée ramifiée de masse molaire $M = \mathbf{88}\ \mathrm{g.mol^{-1}}$.

1. Déterminer la formule brute de cet alcool.

2. Donner la formule semi développée et le nom de chacun des alcools isomères à chaîne ramifiée présentant un carbone asymétrique.

On considère maintenant deux alcools **A** et **B** : **A** est le 2-méthylbutanol et **B** est le 3-méthylbutanol. **A** est oxydé par une solution de dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$. Il donne **A'** qui réagit avec la DNPH et le réactif de Tollens.

3. Écrire l'équation bilan de la réaction entre *A* et les ions dichromates. **On donne** : $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$

L'alcool **(B)** réagit avec un acide carboxylique **(C)**, pour donner l'éthanoate de 3-methylbutyle **(E)**.

4. Donner la formule semi développée de **(C)**. Écrire l'équation bilan de la réaction. Donner les caractéristiques principales de cette réaction.

5. Indiquer les noms des composés **(D)** et **(F)** qui peuvent réagir totalement avec l'alcool **(B)** pour obtenir le même ester **(E)**. Écrire les équations bilans des réactions correspondantes.

Exercise 4 ★★☆☆

Dans un bêcher, on prépare un mélange équimolaire **(M)** d'un ester **(E)** et de l'eau, auquel on ajoute quelques gouttes d'acíde sulfurique concentré de volume négligeable. On répartit le mélange homogénéisé (M) en cinq volumes égaux contenant chacun n_0 **mol** de l'ester **(E)** et n_0 **mol** d'eau et on les verse dans des tubes à essai numérotés de **1** à **5.** On munit chaque tube à essai d'un bouchon surmonté d'un tube effilé et on les plonge tous, a l'instant $t = 0$, dans un bain marie porté a une température θ convenable. A des instants successifs $t_i(i = 1,2,\ldots,5)$, on sort respectivement l'un des tubes chauffés, numérotés de **1 à 5** et on verse immédiatement son contenu dans un erlenmeyer placé dans un bain d'eau glacé. On dose, a chaque fois, l'acide contenu dans chacun des tubes par une sotution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire $\boldsymbol{C} = \mathbf{2}$ mol.L^{-1}.

On désigne par $\boldsymbol{V_{E3}}, \boldsymbol{V_{E4}}$ et $\boldsymbol{V_{E5}}$ les volumes de la solution aqueuse de (NaOH) nécessaires, à l'équivalence pour doser l'acide carboxylique formé respectivement dans les tubes numérotés $\mathbf{3,4}$ et $\mathbf{5}$.

On obtient : $\boldsymbol{V_{E3}} = \boldsymbol{V_{E4}} = \boldsymbol{V_{E5}} = \mathbf{10}$ mL. La constante d'équilibre relative à cette réaction d'hydrotyse est $\boldsymbol{K} = \mathbf{0,25}$.

1. (a) Dresser le tableau descriptif d'avancement $\boldsymbol{x}$ relatif à la réaction d'hydrolyse étudiée dans un tube à essai.

   (b) Déterminer les avancements $\boldsymbol{x_3}, \boldsymbol{x_4}$ et $\boldsymbol{x_5}$. En déduire l'avancement final $\boldsymbol{x_f}$ de la réaction étudiée.

2. Le taux d'avancement final de la réaction d'hydrotyse étudiée étant $\boldsymbol{\tau_f}$.

   (a) Montrer que : $\dfrac{\boldsymbol{\tau_f}}{\mathbf{1} - \boldsymbol{\tau_f}} = \mathbf{0,5}$

   (b) En déduire la valeur de $\boldsymbol{n_0}$.

   (c) Déduire la quantité de matière $\boldsymbol{n_{E0}}$ d'ester contenu dans le mélange **(M)**.

Maintenant, on étudie la réaction d'hydrotyse de la même quantité de matière $\boldsymbol{n_{E0}} = \mathbf{0,3}$ **mol** d'ester **(E)** avec une quantité de matière $\boldsymbol{n_1}$ d'eau telle que $\boldsymbol{n_1} > \boldsymbol{n_{E0}}$**.** Pour cela, on prépare un mélange $(\boldsymbol{M'})$ contenant ces quantités de matière d'ester (E) et d'eau, au quel on ajoute quelques gouttes d'acíde sulfurique concentré de volume négligeable. On répartit te mélange homogénéisé $(\boldsymbol{M'})$ en deux volumes égaux versés dans deux erlenmeyers $\boldsymbol{L_a}$ et $\boldsymbol{L_b}$ munit chacun d'un bouchon surmonté d'un tube effile puis plongés, a un nouvel instant $\boldsymbol{t'} = \mathbf{0}$, dans le bain marie porté à la même température $\boldsymbol{\theta}$. Les contenus des deux erlenmeyers $\boldsymbol{L_a}$ et $\boldsymbol{L_b}$ sont respectivement retirés aux instants $\boldsymbol{t_a}$ et $\boldsymbol{t_b}$ et placés dans un bain d'eau glacé puis dosés. Les deux dosages sont effectués avec la même solution aqueuse de (NaOH) concentration molaire $\boldsymbol{C} = \mathbf{2}$ mol.L^{-1}. Les volumes de la solution aqueuse te (NaOH) nécessaires, à l'équívalence, pour doser l'acíde carboxylique formé dans $\boldsymbol{L_a}$ et $\boldsymbol{L_b}$ sont respectivement $\boldsymbol{V_{Ea}} = \mathbf{9,0}\ \boldsymbol{mL}$ et $\boldsymbol{V_{Eb}} = \mathbf{37,5}\ \boldsymbol{mL}$. Sachant que $\boldsymbol{t_b} - \boldsymbol{t_a} = \mathbf{50}\ \boldsymbol{min}$ et que $\boldsymbol{t_b}$ correspond à l'nstant auquel le mélange dans $\boldsymbol{L_b}$ atteint l'équitibre chimique.

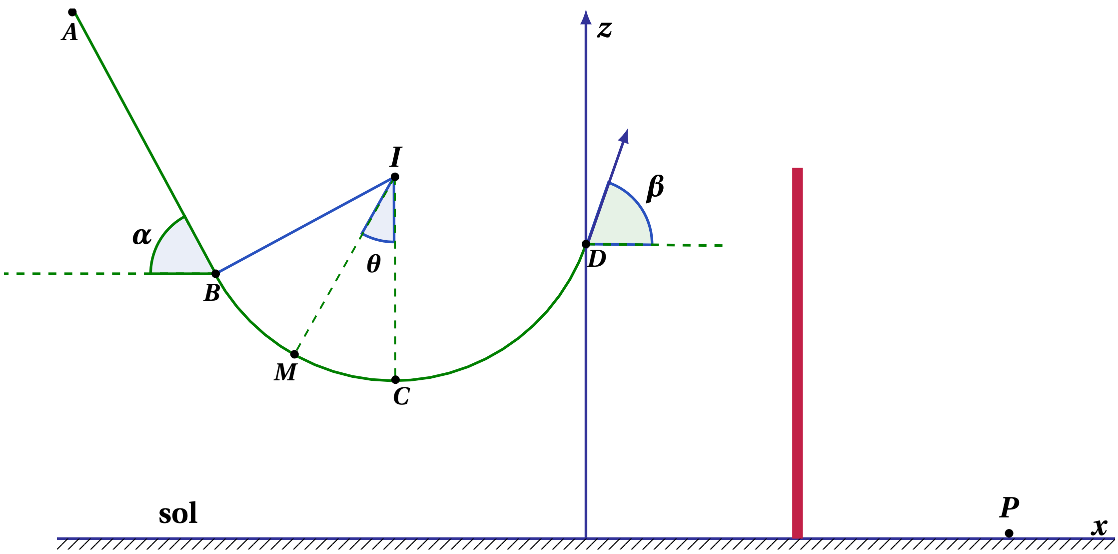
(a) Déterminer la vitesse moyenne de la réaction d'hydrotyse dans L_b entre t_a et t_b ;

(b) Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ'_f de la réaction étudiée ;

(c) Déterminer la valeur de n_1.

Exercise 5 ★★☆☆

un jeu qui consiste à lancer un solide dans une gouttière et à déterminer la position de chute sur le sol, s'il parvient à passer au-dessus d'un obstacle constitué d'une planche disposée verticalement. Le solide **(S)**, de dimensions négligeables et de masse $m = 50\ g$, glisse sans frottement dans la gouttière **ABCD** située dans le plan vertical. Le schéma simplifié du dispositif est représenté ci-contre.



AB est un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale. On donne $AB = 1,6$ m. BCD est un quart de cercle de centre I de rayon $r = 0,9$ m. Le point C est situé sur la verticale passant par I.

Au premier essai, le solide est abandonné sans vitesse initiale au point A.

1. Déterminer la vitesse du solide aux points B, C et D.

2. Exprimer l'intensité R de la réaction exercée par la piste sur le solide (S) au point M situé entre B et C tel que $(\widehat{\vec{IM}, \vec{IC}}) = \theta$ en fonction de v_M, r, g et θ. En déduire sa valeur au point D où $\theta = 60°$.

Le solide (S) quitte la piste en D avec la vitesse $v_D = 3\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ faisant un angle $\beta = 60°$ avec l'horizontale. Le point D est situé à l'altitude $z_D = 2$ m du sol horizontal.

③ Établir l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement de (S) à partir de D dans le repère (D, x, z).

④ La planche de hauteur $h = 2,2$ m est située à l'abscisse $x = 0,3$ m. Le solide passera-t-il au - dessus de la planche ?

⑤ Dans le cas où le solide passe au-dessus l'obstacle, déterminer la distance OP où P est le point d'impact du solide (S) sur le plan horizontal.

⑥ En réalité le point d'impact du solide se situe à une distance $OP' = 0,8$ m. Déterminer la vitesse (v'_D) du solide au point D. En déduire l'intensité supposée constante des forces de frottement exercées par la piste **BCD** sur le solide **(S)**.

Exercise 6 ★★☆☆

On suppose que la Terre, de masse M, de rayon R et de centre O, est une sphère et qu'elle présente une répartition de masse à symétrie sphérique. Un satellite artificiel S, de masse m, décrit une orbite circulaire de rayon r autour de la Terre. Le satellite peut être assimilé à un point matériel ; on suppose qu'il est soumis uniquement à la force gravitationnelle exercée par la Terre. On notera K, la constante de gravitation universelle.

① Exprimer l'intensité du champ de gravitation terrestre $g(h)$ en fonction de M, R, h et K.

② Montrer que le mouvement du satellite dans le référentiel géocentrique est uniforme.

③ En déduire l'expression de la vitesse v du satellite en fonction de K, M et r puis celle de sa période T de révolution.

Base de lancement	Kourou	Baïkonour	Chine	Etats-Unis
Satellite	Intelsat-V	Cosmos-197	Feng-Yun	USA-35
T	**23** h**56** min	**11** h**14** min	**102,8** min	**12** h
r $(10^4$ km$)$	4,22	2,55	0,73	2,66

Le tableau précédent rassemble les valeurs numériques des périodes de révolution T et des rayons r des orbites de quelques satellites artificiels de la Terre.

4 Vérifier, à partir des valeurs numériques du tableau, que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante que l'on déterminera

5 A partir de la troisième loi de Kepler que l'on établira et de la valeur du rapport $\frac{T^2}{r^3}$, calculer la masse M de On donne : $K = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI.

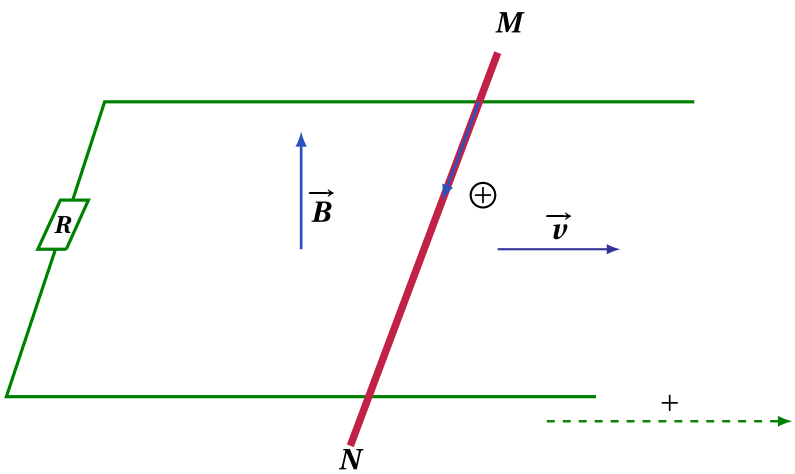
6 A partir du travail élémentaire $dW = \vec{F}.\overrightarrow{dr}$ de la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par la terre sur le satellite, montrer que le travail de $\vec{F}$, lors de son déplacement du sol jusqu'à l'orbite de rayon r est donné par :

$$W = KmM\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)$$

7 En déduire l'expression de l'énergie potentielle du système terre - satellite en fonction de K, M, m et r. On choisira le niveau du sol comme état de référence pour l'énergie potentielle.

8 Exprimer l'énergie cinétique de S en fonction de m, K, r et M. Déduire l'expression de l'énergie mécanique totale.

Exercise 7



Deux rails parallèles distants de a définissent un plan horizontal. Sur ces rails se déplace sans frottement un conducteur MN de masse m perpendiculaire à la direction des rails. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme vertical dirigé vers le haut. Les rails sont reliés par une résistance, ce qui avec le conducteur MN constitue un circuit fermé de résistance totale R ; la figure ci- dessous Indique le sens positif choisi sur le circuit ainsi que le sens positif servant à la masure de la vitesse $\vec{v}$ du conducteur MN et de la force $\vec{f}$ qui lui est appliquée.

A la date $t = 0$, on lance MN avec une vitesse $\vec{v_0}$, parallèle aux rails ($v_0 > 0$), puis on l'abandonne à son mouvement.

1. Donner, en fonction de B, a, R, v, les expressions de la f.e.m, induite et l'intensité du courant induit à la date t ou le conducteur a la vitesse v, de mesure v.

2. Quelle est, en fonction de B, a, v, R la mesure de force subie par le conducteur MN du circuit ?

3. Établissez l'équation du mouvement du conducteur MN, sous la forme d'une relation entre son accélération et sa vitesse.

4. Trouver la loi horaire $v(t)$ suivie par la vitesse, sachant qu'une relation de la forme $\frac{dv}{dt} = kv$ admet une solution de la forme $v(t) = Ae^{kt}$ Quelle est la valeur finale de la vitesse ? (Ce résultat était il prévisible) ?

5. En combien de temps la vitesse de MN est-elle réduite à la moitié de sa valeur initiale : faites le calcul numérique avec les valeurs suivantes : $a = 10\ cm$, $B = 1\ T$, $m = 100\ g$ et $R = 1\ \Omega$.

Exercise 8 ★★☆☆

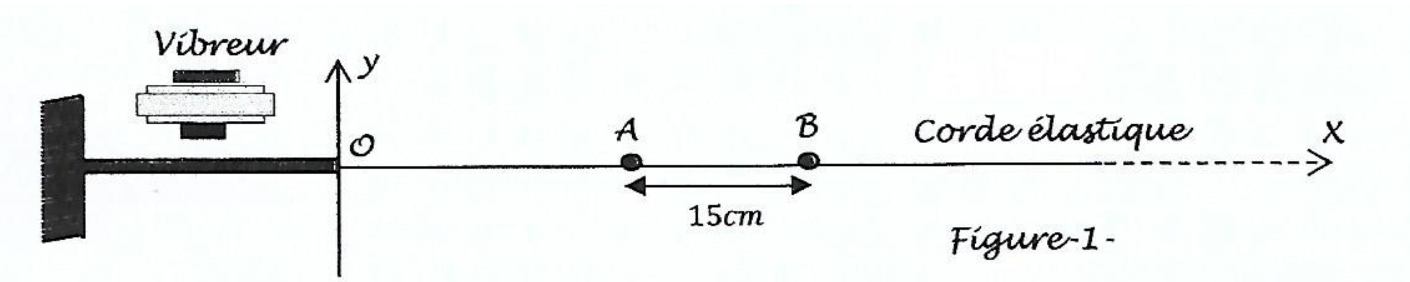
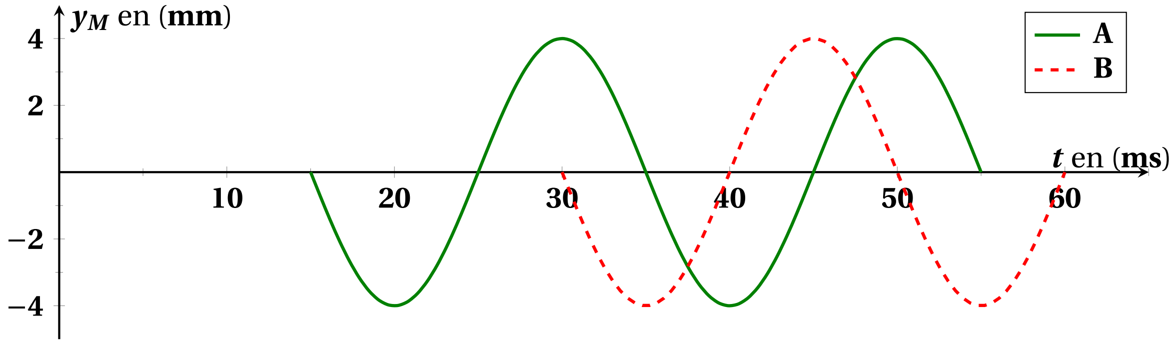


Figure-1 -

Une lame vibrante communique à l'extrémités d'une corde élastique homogène tendue horizontalement, un mouvement vibratoire transversal, sinusoïdal d'amplitude a et de fréquence N. Le mouvement de la source S débute à l'instant $t = 0$, à partir de sa position d'équilibre prise comme origine des élongations y . On néglige toute réflexion et tout amortissement de l'onde.

Les deux courbes ci-dessous représentent les mouvements des points A et B



1. Déterminer les décalages horaires θ_A et θ_B entre S et A et entre S et B.

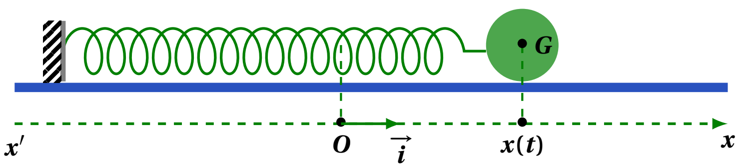
2. Déterminer la période T, la célérité v et la longueur d'onde λ de l'onde transversale à travers cette corde.

3. En déduire les distances x_A et x_B qui séparent la source S de A et de B.

4. Écrire l'équation horaire des vibrations de la source S et celle du point A de la corde. Représenter l'aspect de la corde à l'ínstant $t_1 = 4,5 \cdot 10^{-2} s$.

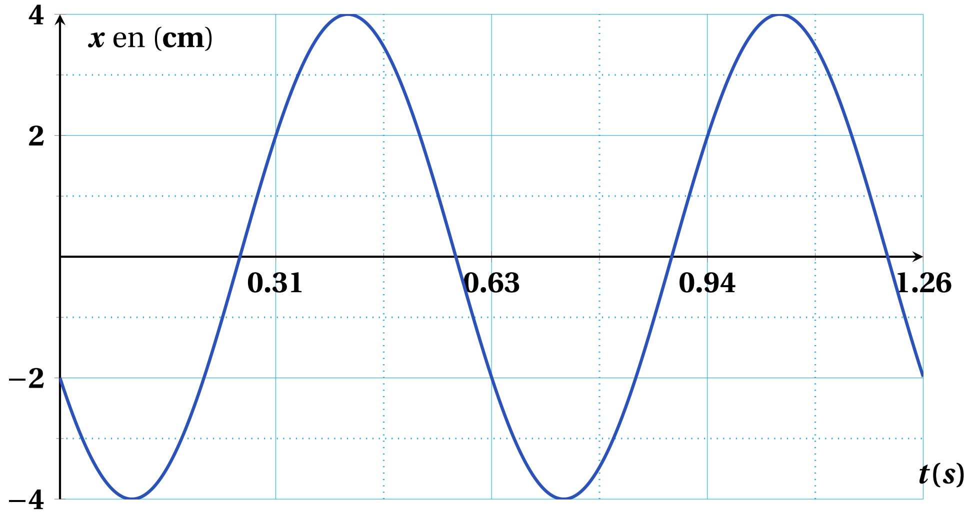
5. Déterminer le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature retard de phase par rapport à la source à l'instant $t_1 = 4,5 \cdot 10^{-2} s$.

Exercise 9 ★★☆☆



Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) de masse m pouvant coulisser, sans frottement, sur une tige horizontale (T) et d'un ressort, à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k.

La position du centre d'inertie G de (S) est repérée par son abscisse $x(t)$ sur un axe horizontal $(x'Ox)$. L'origine O des abscisses est confondue avec la position de G lorsque le solide (S) est en équilibre. Écarté de sa position d'équilibre puis abandonné, le solide (S) se met à osciller de part et d'autre du point O. A un instant de date t, le système est représenté comme indiqué sur la figure suivante :



① Reproduire la figure puis représenter les forces extérieures qui s'exercent sur (S).

② A l'aide d'un dispositif approprié, on enregistre l'évolution de l'abscisse x en fonction du temps. On obtient la courbe de la figure ci-dessous.

(a) Quelle est la nature du mouvement du solide (S).

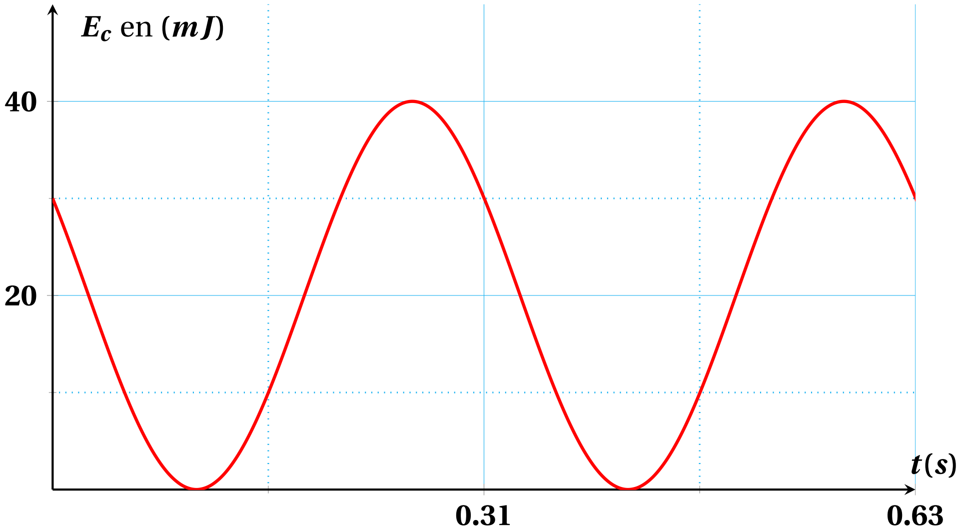
(b) A partir de la courbe, dire si le solide (S) est abandonné à $t = 0\ s$ avec une vitesse ou sans vitesse. Justifier.

③ Établir l'expression de l'énergie mécanique E_m du système { Solide S+ ressort } en fonction de x, v, k et m.

④ Sachant que $x(t) = x_m \cos(\omega t + \varphi)$. Montrer que cette énergie mécanique est constante. Déduire ensuite l'équation différentielle qui régit l'évolution de l'abscisse $x(t)$ du centre d'inertie G.

⑤ Déterminer à partir de la courbe de $x(t)$ l'amplitude x_m, la période T, la pulsation ω et la phase initiale φ. Déduire l'expression de $x(t)$.

⑥ La courbe de la figure ci-dessous représente les variations de l'énergie cinétique E_c du pendule au cours du temps.



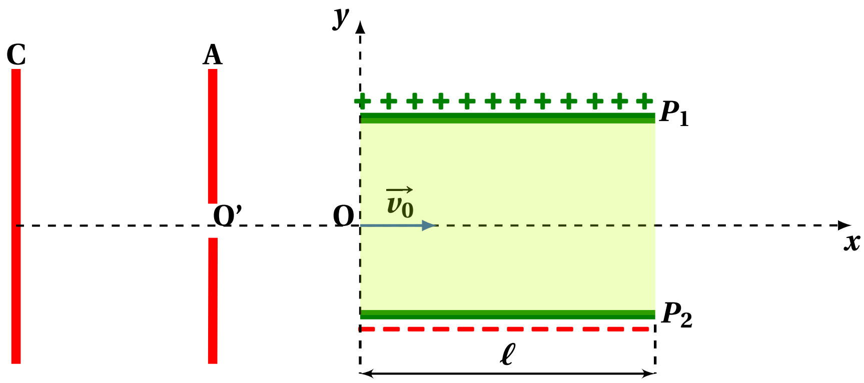
7 Etablir l'expression de l'énergie cinétique :

$$E_c = \frac{1}{4} m\omega^2 x_m^2 \left(1 - \cos(2\omega t + 2\varphi)\right)$$

8 Déduire les valeurs numériques de la masse m du solide et de la constante de raideur k du ressort

9 Quelle est les valeurs de x pour lesquelles $E_c = E_p$?.

Exercise 10 ★★☆☆



Le poids de l'électron sera négligeable devant les autres forces appliquées.

Un faisceau d'électrons est émis sans vitesse par une cathode C et accéléré par une anode A à l'aide d'une différence de potentiel $U_0 = V_A - V_C$.

1. Déterminer le signe de U_0, appliquée entre C et A et calculer sa valeur si $AC = d_0 = 3\ cm$ et $E = 6.10^3\ V/m$.

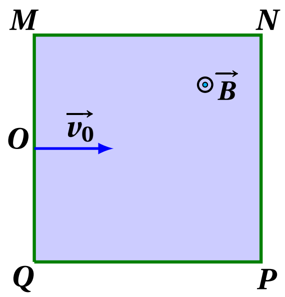
2. Calculer la vitesse v_0, de l'électron lorsqu'il arrive en O'. **On donne :** $e = 1{,}6.10^{-19}\ C, m = 9.10^{-31}\ kg$.

En O, les électrons pénètrent avec la vitesse $\vec{v_0}$ dans une zone où règne un champ électrique dû à une tension U existant entre deux plaques P_1 et P_2 de longueur ℓ et distantes de d. (voir figure).

3. Établir l'expression de l'équation de la trajectoire de l'électron entre les plaques. Donner cette expression en fonction de U_0, U et d. Préciser sa nature.

4. Déterminer la valeur de la tension U si la déviation angulaire électrique est telle que $\tan(\alpha) = 0{,}3$. On donne : $\ell = d = 4\ cm$.

On remplace le champ électrique $\vec{E}$ par un champ magnétique $\vec{B}$ crée dans une zone carrée $MNPQ$ de côté $a = 4\ cm$. Les électrons pénètrent dans cette zone au point O avec la vitesse $\vec{v_0}$. (Voir figure suivante).



5. Déterminer la nature du mouvement de l'électron dans le champ magnétique $\vec{B}$.

6. Donner l'expression du rayon de la trajectoire en fonction de m, e, B et U_0. Déterminer la valeur de la déviation angulaire magnétique α' si les électrons sortent entre P et N. On donne : $B = 2{,}25.10^{-4}\ T$.

7. Quelle est la valeur de B pour que l'électron effectue un quart de cercle ?