

**GENERALITES SUR LA CHIMIE ORGANIQUE**

**Exercice 1:**

L'analyse d'un composé organique montre que sa composition centésimale massique est la suivante:

21.1% de carbone	6.6% d'hydrogène
46.4% d'azote	26.9% d'oxygène.

Certaines méthodes physiques permettent de connaître une valeur approchée de sa masse molaire qui vaut  $60\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Déterminer sa formule brute et écrire les formules développées possibles.

**Exercice 2:**

1-Le sucre a pour formule  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Déterminer sa composition centésimale massique.

2-Un composé contient : 85,7% de carbone et 14,3% d'hydrogène. Ce composé, à l'état gazeux, a une densité par rapport à l'air de  $d=2,4$ . Déterminer sa formule brute.

3-Un composé renferme 52% de carbone, 13% d'hydrogène et 35% d'oxygène.

Sachant que ce composé contient un seul atome d'oxygène par molécule, déterminer sa formule.

**Exercice 3:**

1-Un composé organique renferme en masse : 64% de carbone, 13,5% d'hydrogène et 22,5% de dioxygène. Sa masse molaire est de  $74\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Trouver la formule brute du composé. Ecrire les formules développées possibles.

2-Un hydrocarbure renferme en masse 85% de carbone.

2.1-Quelles sont les formules brutes possibles pour ce composé ?

2.2-Quelle est la formule brute qui convient sachant que la densité de vapeur de la substance est 2,4 ?

**Exercice 4:**

La combustion, dans du dioxygène, de 0,745g d'une substance organique a donné 1,77g de dioxyde de carbone et 0,91g d'eau. La substance étant vaporisée, la masse de 528,5mL est de 1,18g, la pression étant de 700mmHg, la température de  $100^{\circ}\text{C}$ .

1-Trouver la densité de la substance à l'état de vapeur.

2-Trouver la composition centésimale massique de la substance sachant qu'elle ne renferme que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène.

3-Trouver la formule brute du composé.

**Exercice 5:**

1,56g d'un hydrocarbure gazeux A brûle dans un excès de dioxygène en donnant 5,28g de  $\text{CO}_2$  et 1,08g de  $\text{H}_2\text{O}$ .

1-Calculer la composition centésimale massique de A.

2-La densité de vapeur de A par rapport à l'air est voisine de 0.9. Déterminer sa formule brute?

**Exercice 6:**

La combustion complète de 0,6574 g d'un composé formé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène donne 0,7995 g d'eau et 1,5640 g de dioxyde de carbone.

1-Quelle est la composition centésimale de la substance ?

2-Quelle est la formule moléculaire brute de la substance, sachant que la densité de vapeur, est environ égale à 2,6 ?

**Exercice 7:**

Un eudiomètre contient  $10\text{cm}^3$  d'un hydrocarbure gazeux et  $30\text{cm}^3$  de dioxygène. Après passage de l'étincelle les gaz restants sont ramenés aux conditions initiales de température et de pression; ils occupent alors  $20\text{cm}^3$  dont la moitié est absorbée par la potasse et le reste par le phosphore. Quelle est sa formule brute?

**Exercice 8:**

On introduit dans un eudiomètre  $10\text{cm}^3$  d'un hydrocarbure gazeux et  $80\text{cm}^3$  de dioxygène.

On fait la combustion complète du mélange. Après refroidissement, il reste dans l'eudiomètre  $60\text{cm}^3$  d'un gaz dont l'analyse révèle qu'il est formé de  $40\text{cm}^3$  de dioxyde de carbone et de  $20\text{cm}^3$  de dioxygène. Déterminer la formule de l'hydrocarbure.

**Exercice 9:**

Un corps pur A, a pour formule brute  $\text{CH}_x\text{Cl}_y$ . L'analyse de 500mg d'un échantillon de A montre qu'il contient 70,5mg de carbone.

1-Déterminer la masse molaire de A.

2-Quelle est la formule brute du composé A. Donner sa représentation de Lewis.

**Exercice 10:**

A et B sont deux corps purs gazeux dont les molécules ne renferment que les éléments carbone et hydrogène. On effectue les mélanges suivants :

Mélange 1 :  $m_1 = 19\text{g}$  ; il contient 0,1 mol de A et 0,3 mol de B.

Mélange 2 :  $m_2 = 10,6\text{g}$  ; il contient 0,3 mol de A et 0, 1 mol de B.

1-Quelle sont les masses molaires  $M_A$  de A et  $M_B$  de B ?

2-Déterminer la formule de A.

3-Quelle est la formule brute de B sachant que sa molécule possède 2,5fois plus d'atomes d'hydrogène que de carbone ?

4-Quel doit être le pourcentage en mol de A dans un mélange A + B pour que ce mélange contienne des masses égales de A et B.

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)

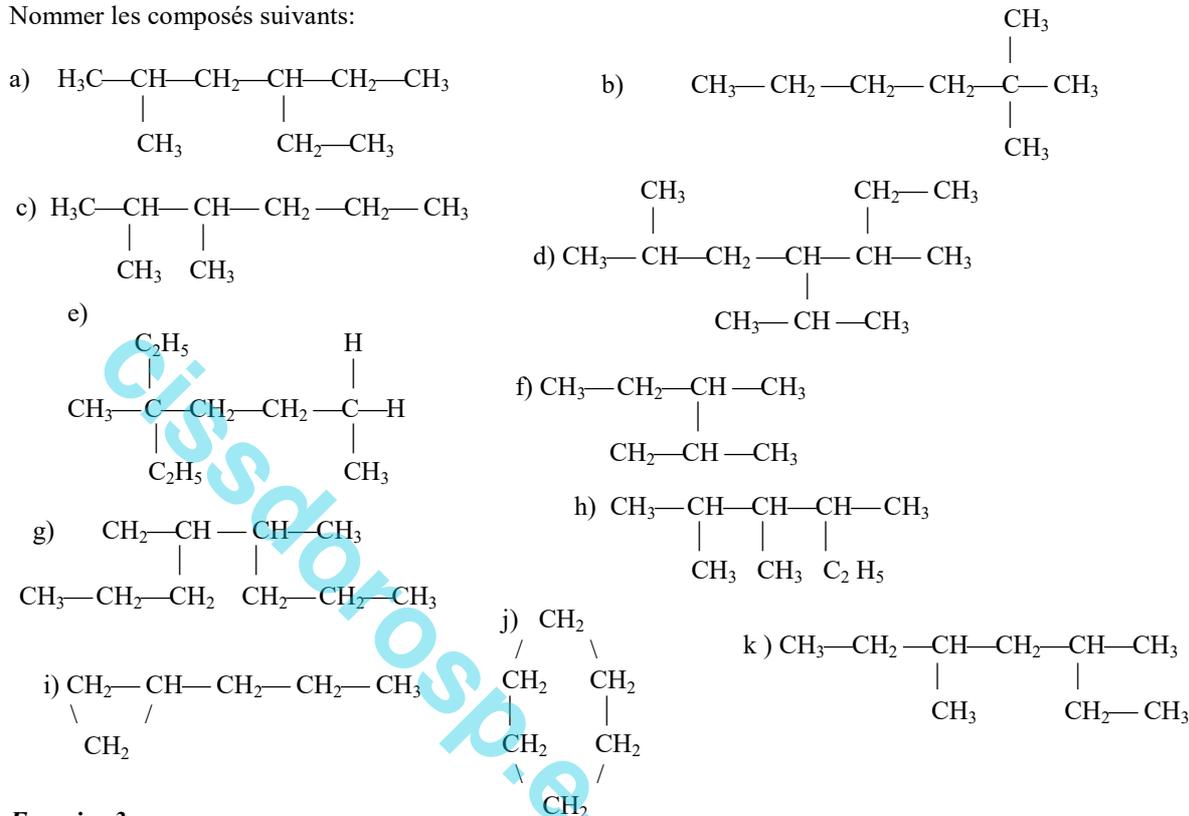
## ALCANES

### Exercice 1:

La masse molaire d'un alcane est  $70 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Quelle est sa formule brute? Ecrire ses différentes isomères et nommer-les.

### Exercice 2:

Nommer les composés suivants:



### Exercice 3:

Ecrire les formules semi-développées des hydrocarbures dont les noms suivants:

- a) 2,3-diméthyl hexane;    b) 2,2,4-triméthyl pentane;    c) 3,4,5-triméthyl octane;  
 d) 6-éthyl,2- méthyl,4- propyl nonane ;    e) 1-chloro 2-méthylpropane ;    f) 3-bromo 4-éthyloctane  
 g) 4-éthyl 3-méthylheptane ;    h) 2,3-diméthylpentane

### Exercice 4:

1-Un alcane A, a pour formule



Quel est son nom ?

2-Le 3-5- diméthylheptane est-il un isomère de A?     $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Ecrire sa formule semi développée et sa formule brute.

3-Quel est l'alcane à chaîne non ramifiée qui est isomère de A?

### Exercice 5:

On procède à la microanalyse d'un corps A qui est un produit de substitution monochloré d'un alcane. Les pourcentages en masse trouvés pour les éléments C et Cl présent dans A sont :

$$\%C=45,86\% \quad \%Cl=45,21\%$$

1-Déterminer la formule brute du corps A.

2-Quelle est la formule semi développée de A sachant que sa molécule possède deux groupes méthyle ? Nommer-le.

3-Proposer une méthode de synthèse de A à partir d'un alcane B et du dichlore.

-Ecrire l'équation bilan de la réaction.

-Quel est le nom de l'alcane B ?

-En fait cette synthèse produit simultanément un second dérivé monochloré A' ? Quel est son nom. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui l'engendre.

### Exercice 6:

La combustion dans le dioxygène de 2,9g d'un alcane gazeux a donné 8,8g de dioxyde de carbone.

1-Déterminer la formule brute de l'alcane.

2-Ecrire les formules semi développées possibles et leur nom.

### Exercice 7:

Le dibrome réagit sur un alcane A de masse molaire  $M_A=58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Le composé B obtenu est un corps de masse molaire  $M_B=216 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

1-Trouver les formules brutes des composés A et B.

2-Ecrire les formules semi - développée possibles de A et B. Donner leur nom.

### Exercice 8:

Un hydrocarbure A réagit avec le dichlore pour donner un corps B. Le composé A renferme en masse 7,7% d'hydrogène et une mole de ce composé pèse 78g. Par ailleurs l'analyse de B montre que sa molécule renferme 6 atomes de chlore et qu'il contient en masse 24,7% de carbone et 2,11% d'hydrogène.

1-Quelle est la nature de l'action du dichlore sur A ?

2-Ecrire l'équation bilan de la réaction.

3-L'étude de B montre qu'il ne réagit pas par addition.

3.1-Donner sa formule semi développée et son nom sachant que sa molécule est cyclique.

3.2-Par quel procédé peut-on passer du cyclohexane au composé B ?

### Exercice 9 :

On fait réagir, dans un récipient parfaitement sec, un litre de dichlore sur deux litres de méthane. Parmi les produits de substitution du méthane, seul  $\text{CH}_3\text{Cl}$  est gazeux. On suppose par ailleurs que tout le dichlore a réagi. On ajoute dans le récipient de l'eau. Il reste un volume gazeux de 1,6L.

Tout les volumes sont mesurés dans les mêmes conditions de température et de pression, où  $V_m = 25\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

1-Préciser la nature des produits gazeux en fin de réaction.

Quel est le rôle de l'eau ? En déduire le volume de gaz en fin de réaction.

### Exercice 10 :

On introduit dans un eudiomètre  $12\text{cm}^3$  d'un mélange de propane et de butane, on ajoute  $100\text{cm}^3$  de dioxygène. On provoque la combustion complète en faisant jaillir une étincelle. Après retour aux conditions initiales de température, l'eau étant condensée, il reste  $42\text{cm}^3$  de dioxyde de carbone et  $31\text{cm}^3$  de dioxygène.

Quelle est la composition centésimale volumique du mélange initial?

### Exercice 11 :

Un hydrocarbure A dont la densité de vapeur est  $d = 3,89$  contient en masse 14,28% d'hydrogène.

1-Déterminer sa formule brute.

2-Le composé en question ne peut réagir que par destruction ou par substitution. Ecrire les formules semi développées possibles sachant que la molécule renferme une chaîne cyclique à 6 atomes de carbone.

### Exercice 12 :

La microanalyse d'un alcane A montre que le rapport entre la masse de l'hydrogène et la masse du carbone qu'il renferme est égal à 0,2.

1-Déterminer la formule brute de A.

2-Donner sa formule semi développée, sachant que tous les atomes d'hydrogène qu'il contient appartient à des groupes méthyle.

3-Donner son nom dans la nomenclature officielle.

4-Combien existe-t-il de dérivés de substitution mono chlorés de l'alcane A. En déduire le(s) nom(s).

5-Même question, mais pour les dérivés dichlorés.

### Exercice 13 :

Un mélange contenant  $n_1$  moles de méthane et  $n_2$  moles d'éthane produit, par combustion complète avec du dioxygène en excès, du dioxyde de carbone et de l'eau.

La masse d'eau condensée et recueillie est de 21,6g. Le dioxyde de carbone formé est « piégé » dans un absorbeur à potasse. La masse de l'absorbeur s'accroît de 30,8g.

1-Ecrire les équations des réactions de combustion du méthane et de l'éthane.

2-Calculer la quantité de matière d'eau formée.

3-Calculer la quantité de matière de dioxyde de carbone produit.

4-En tenant compte des coefficients stœchiométriques des équations de réaction, exprimer les quantités de matière d'eau et de dioxyde de carbone formés en fonction de  $n_1$  et  $n_2$ . Calculer  $n_1$  et  $n_2$ .

5-Calculer dans le mélange initial d'alcane, la composition en masse (exprimée en %) de chacun des deux composés.

### Exercice 14 :

1-Un composé A, bout à température. D'autre part, le craquage thermique de A donne du carbone et de l'hydrogène.

1.1-Quels renseignements peut-on en déduire pour A ?

1.2-Comment aurait-on pu montrer que A est un composé organique ?

2-La combustion de 7,2g de A donne 22g de dioxyde de carbone et 10,8g d'eau.

2.1-Ecrire l'équation générale de combustion d'un alcane.

2.2-Montrer que l'on peut déterminer la formule brute de A.

3-La formule développée de cet alcane est-elle unique ? Combien y a-t-il d'isomères de chaîne ?

4-Le dichlore est, en présence lumière, décoloré par la vapeur de A. Que se passe-t-il ? Ecrire l'équation de la réaction

5-L'étude des produits de substitution par le dichlore montre qu'il existe un seul dérivé monochloré.

5.1-Montrer qu'il est alors possible de donner la formule développée de A.

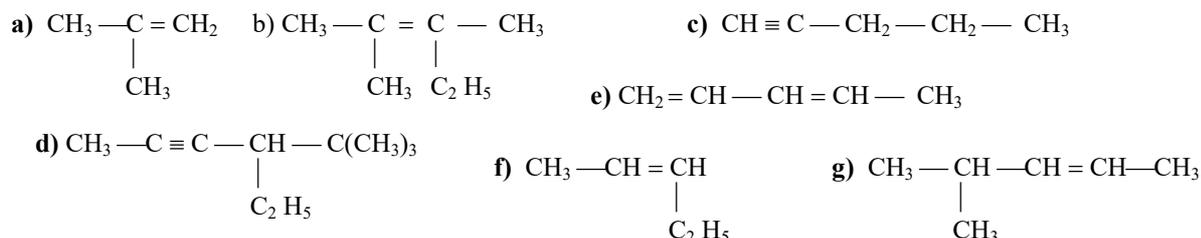
5.2-Comment passe-t-on de la formule du méthane à celle de A ?

6-Donner le nom de A.

## ALCENES – ALCYNES

### Exercice 1 :

Nommer les hydrocarbures dont les formules suivent :



### Exercice 2 :

Ecrire les formules semi développées des composés suivants :

a) 2-méthylbut-1-ène ;    b) pent-1-yne ;    c) 3-méthylhex-3-ène ;    d) 2-méthylpent-3-yne ;    e) 2,6,6-triméthylhept-3-ène

### Exercice 3 :

1-Ecrire les formules semi développées et les noms de tous les composés de formule brute  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

2-Ecrire les formules semi développées et les noms de tous les composés de formule brute  $\text{C}_5\text{H}_8$ .

### Exercice 4 :

En présence de catalyseurs appropriés, les réactions suivantes peuvent avoir lieu :

1- méthyl propène + chlorure d'hydrogène ;    2- acétylène + eau ;    3- propyne + dichlore ;

4- but-1-ène + dihydrogène ;    5- acétylène + acide éthanoïque ;    6-  $n \text{CH}_2 = \text{CH}_2$ .

De quels types de réactions s'agit-il ? Ecrire l'équation de la réaction dans chaque cas puis nommer le(s) produit(s) obtenu(s).

### Exercice 5 :

Le méthane et l'acétylène peuvent être préparés au laboratoire.

1-Donner les équations bilan correspondant à ces préparations.

2-Dans le cas de la préparation du méthane, sachant qu'on a utilisé 20g de carbure d'aluminium, calculer :

2.1-La masse d'eau utilisée.

2.2-Le volume de méthane formé.

2.3-La masse d'hydroxyde d'aluminium formée.

3-Dans le cas de la préparation de l'acétylène, sachant qu'on a utilisé 6,4g de carbure de calcium, calculer :

3.1-La masse d'eau utilisée.

3.2-La masse et le volume d'acétylène formés.

3.3-La masse d'hydroxyde de calcium formée.

### Exercice 6 :

L'hydrogénation catalytique sur palladium désactiver du but-2-yne donne un corps B.

1-Quelle est la formule semi développée de B ? A quelle famille de composé appartient-il ?

2-Donner la formule semi développée et le nom du produit de l'addition du chlorure d'hydrogène sur B.

3-Quel est le motif du polymère que l'on peut obtenir par polymérisation de B ?

### Exercice 7 :

Un alcène A donne par hydrogénation catalytique le 2,3-diméthylbutane.

1-Quelles sont les formules semi développées pour A ?

2-L'addition de chlorure d'hydrogène sur A conduit, de façon prépondérante, au 2-chloro 2,3-diméthylbutane mais pas exclusivement. Montrer que cela permet de déterminer la formule semi développée de A.

3-A présente-t-il l'isomérisation Z-E ?

### Exercice 8 :

Un mélange gazeux de volume  $100\text{cm}^3$  contient de l'éthylène et de l'éthane. On le met en présence de  $40\text{cm}^3$  de dichlore à l'abri de la lumière.

1-Quelle(s) réaction(s) peut (peuvent) se produire ?

2-Sachant que le mélange final ne contient plus de dichlore, ni d'éthylène, en déduire la composition centésimale, en volume, du mélange initial.

### Exercice 9 :

1-Un alcène A réagit avec le bromure d'hydrogène et conduit à un composé B qui contient 52,9% en masse de brome.

1.1-Déterminer les formules brutes de B et A

1.2-Ecrire les formules semi développées possibles pour l'alcène A ; nommer les composés correspondants et préciser ceux qui donnent lieu à des stéréo-isomères Z – E.

2-Parmi les isomères de A, on s'intéresse aux trois isomères  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_3$  qui donnent par hydrogénation le même produit C. Quels sont la formule semi développée et le nom de C.

3-Par hydratation,  $A_1$  et  $A_2$  donnent préférentiellement le même produit. Identifier le composé  $A_3$ .

**Exercice 10 :**

L'hydrogénation catalytique, sur palladium désactivé, du but-2-yne conduit exclusivement au but-2-ène-(Z) ; celle de l'hex-3-yne conduit uniquement à l'hex-3-ène-(Z).

1-Ecrire les formules semi développées de tous les alcènes et alcynes concernés.

2-Les résultats précédents semblent mettre en évidence une propriété importante de l'hydrogénation catalytique des alcynes. De quelle propriété s'agit-elle ?

3-La propriété énoncée au 2- est tout à fait générale.

3.1-De quel alcyne faut-il partir pour le transformer, par hydrogénation catalytique sur palladium désactivé, en 2,5-diméthylhex-3-ène-(Z) ?

3.2-Est-il possible d'obtenir, par une méthode semblable le but-2-ène-(E) ?

**Exercice 11 :**

1-Un alcène a une densité de vapeur  $d = 2,4$ .

1.1-Quelle est sa formule brute ?

1.2-Quels sont les isomères correspondant à cette formule brute ? Nommer – les.

2-On s'intéresse aux isomères A, B et C qui donnent par hydrogénation, le même alcane ramifié.

2.1-Quel est cet alcane ?

2.2-Par hydrogénation, A et B donnent préférentiellement le même alcool. Quel est le corps C.

**Exercice 12 :**

Un hydrocarbure A renferme en masse 6 fois plus de carbone que d'hydrogène.

1-Trouver la formule générale des hydrocarbures répondant à cette composition.

2-En fait la densité de vapeur du composé est 1,93.

2.1-Quelle est la formule brute de A ?

2.2-Quelles sont les formules développées possibles ?

2.3-Par hydratation, le composé A ne donne qu'un seul produit. Quelle est la formule semi développée précise de A ? Quel est son nom ?

**Exercice 13 :**

Un mélange gazeux est formé d'hydrogène et de deux hydrocarbures dont les molécules contiennent le même nombre d'atomes de carbone. L'un des hydrocarbures est saturé, l'autre est un alcène.

- la combustion complète de  $100\text{cm}^3$  de ce mélange donne  $210\text{cm}^3$  de dioxyde de carbone.

-  $100\text{cm}^3$  de ce mélange chauffé en présence de nickel donne en fin de réaction un produit unique dont le volume est de  $70\text{cm}^3$ .

1-Trouver la formule des deux hydrocarbures.

2-Déterminer la composition centésimale en volume du mélange initial.

**Exercice 14 :**

Définir le degré de polymérisation d'un polymère.

Calculer le degré de polymérisation du polyéthylène dont la masse molaire moléculaire vaut  $140\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**Exercice 15 :**

On réalise l'analyse d'un polymère obtenu par polyaddition. On constate qu'il contient, en masse, 73,2% de chlore, 24,8% de carbone et 2% d'hydrogène.

1-Quelle est la composition en masse du monomère M ?

2-Le polymère a une masse molaire moyenne de  $121000\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et un degré de polymérisation moyen de 1250. Donner la formule brute de M.

3-Indiquer toutes les formules développées possibles pour M.

4-Donner, dans chaque cas, le motif et le nom du polymère.

**Exercice 16 :**

Un polymère formé de carbone, d'hydrogène et de chlore a une masse molaire moléculaire égale à  $62500\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  environ. Une molécule de ce polymère comprend mille motifs monomères.

Quelle est la formule de ce polymère ?

**Exercice 17 :**

Une bouteille d'eau minérale est constituée d'un corps en PVC dont la masse est de 50g et d'un bouchon en PE de masse 4g.

1-De quel monomère doit-on partir pour synthétiser le PVC ?

2-Calculer la masse molaire de ce monomère. Quel pourcentage de chlore renferme-t-il ?

3-En déduire la masse de chlore contenu dans le corps de la bouteille.

4-De quel monomère doit-on partir pour synthétiser le PE ?

5-Quelle est la masse de monomère nécessaire à la fabrication d'un bouchon ?

## LE BENZENE

### Exercice 1 :

Ecrire tous les isomères aromatiques du diméthylbenzène. Donner leurs noms en nomenclature officielle. En déduire les isomères de tétraméthylbenzène, et les nommer.

### Exercice 2 :

Donner la formule semi développée des composés suivants :

**a-** 1-éthyl 2-méthylbenzène ; **b-** para diméthylbenzène ; **c-** ortho dipropylbenzène ; **d-** 1-bromo 2,6-dinitrobenzène  
**e-** para dinitrobenzène ; **f-** 2,4,6-trinitrotoluène; **g-** ortho dinitrostyrène ; **h-** 1,2,5-trichlorobenzène

### Exercice 3 :

1-Quel est l'hydrocarbure aromatique dont la masse molaire vaut  $92 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Quel est son nom ?

2-Un hydrocarbure de masse molaire  $106 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  possède un noyau aromatique.

Déterminer sa formule brute et les formules semi développées possibles.

### Exercice 4 :

Les hydrocarbures benzéniques sont caractérisés par la présence d'un noyau benzénique dans leur chaîne carbonée. Chaque composé dérive du précédent par substitution du groupe alkyle R— à un atome d'hydrogène sur la molécule de benzène. Ecrire la formule générale et les isomères des carbures benzéniques dont la formule moléculaire comprend huit atomes de carbone.

### Exercice 5 :

Un composé A, de formule brute  $\text{C}_8\text{H}_8$ , possède les propriétés suivantes :

-A se nitre facilement.

-A décolore l'eau de brome sans catalyseur.

-A donne, par hydrogénation, un composé de formule brute  $\text{C}_8\text{H}_{16}$  qui ne présente aucune des propriétés précédentes.

En déduire la formule semi développée de A.

### Exercice 6 :

Un composé A, de formule brute  $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ , possède deux noyaux benzéniques sans coté communs. Soumis à une hydrogénation catalytique sur palladium désactivé, A fournit l'hydrocarbure B de formule  $\text{C}_{14}\text{H}_{12}$ . B peut, à son tour, être hydrogéné à la température et à la pression ordinaire, sur nickel divisé : on obtient un corps C de formule  $\text{C}_{14}\text{H}_{14}$ . C, soumis à une hydrogénation sur platine, à température et pression élevées, conduit à un hydrocarbure D de formule  $\text{C}_{14}\text{H}_{26}$ . Lorsque, par ailleurs, l'hydrocarbure C est placé à la lumière en présence de dichlore, il donne naissance à un produit mono chloré unique E et à un dégagement de chlorure d'hydrogène.

1-En déduire la formule semi développée de chacun des composés A, B, C, D et E.

2-Sachant que l'hydrogénation catalytique, sur palladium désactivé, du but-2-yne conduit exclusivement au but-2-ène-Z et que ce résultat est généralisable, en déduire la nature Z ou E des composés A, B, C ou D si elle existe.

3-Ecrire les équations bilan de toutes les réactions. Préciser s'il s'agit d'une addition ou d'une substitution.

### Exercice 7 :

En faisant réagir, dans des conditions appropriées, du dichlore sur 7,8 g de benzène, on obtient 8,8 g d'un composé, de masse molaire  $M = 147 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , qui se solidifie à la température ordinaire, et un gaz dont la solution est acide.

1-Déterminer la formule du composé obtenu et écrire l'équation-bilan de la réaction.

2-Donner la formule semi développée et le nom des isomères répondant à la formule déterminée.

3-Calculer le rendement de la réaction.

### Exercice 8 :

Un hydrocarbure A, a pour formule brute  $\text{C}_9\text{H}_{12}$ .

-Par hydrogénation, en présence d'un catalyseur, A donne un corps de formule  $\text{C}_9\text{H}_{18}$ .

-En présence de dibrome et de tri chlorure d'aluminium, A conduit à un produit de substitution B contenant 40,2% en masse de brome

1-Montrer que A renferme un noyau benzénique.

2-Montrer que le brome ne se substitue qu'une fois sur A.

3-Ecrire toutes les formules semi développées de A (8).

4-Il n'existe qu'un seul dérivé mono nitré de A. En déduire la formule semi développée de A.

### Exercice 9 :

Un hydrocarbure A dont la masse molaire est voisine de  $78 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  renferme en masse 92,3% de carbone.

1-Trouver la formule brute de ce composé.

2-Dans certaines conditions, ce composé réagit avec du dihydrogène pour donner du cyclohexane.

2.1-Nommer le corps A et donner sa formule semi développée.

2.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction. De quel type de réaction s'agit-il ?

3-Quel volume de dihydrogène, mesuré dans les CNTP, faut-il utiliser au cours de la réaction si on utilise 19,5g du composé A ?

### Exercice 10 :

Calculer la densité, par rapport à l'air, des vapeurs de benzène et de toluène. Où doit-on placer les bouches d'aération dans les locaux où l'on utilise ces composés ?

**Exercice 11 :**

Un hydrocarbure A de masse molaire  $M_A=106\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  donne par hydrogénation un composé saturé B de masse molaire  $M_B=112\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Par ailleurs, B contient en masse 6 fois plus de carbone que d'hydrogène.

- 1-Déterminer les formules brutes de B et A.
- 2-Ecrire l'équation bilan traduisant l'hydrogénation de A en B.
- 3-Ecrire les formules semi développées possibles de A.
- 4-A donne par substitution avec le dichlore un composé C renfermant en masse 25,2% de chlore.
  - 4.1-Déterminer la formule brute de C.
  - 4.2-Ecrire l'équation bilan traduisant le passage de A à C.

**Exercice 12:**

- 1-On réalise la dinitration du benzène (obtention du dinitrobenzène). Ecrire la formule semi développée des composés susceptibles de se former.
- 2-On part de 50 g de benzène. Déterminer la masse d'ortho, para, méta dinitrobenzène obtenue (on suppose la réaction complète) sachant que leurs pourcentages dans le mélange sont :
  - 7% pour l'ortho dinitrobenzène
  - 93% pour le méta dinitrobenzène
  - 0% pour le para dinitrobenzène.

**Exercice 13 :**

- 1-L'action du mélange sulfonitrique ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$ ) sur du phénol donne un dérivé trinitré. Ecrire la formule semi développée de ce dérivé.
- 2-On traite 9,4g de phénol par le mélange sulfonitrique. Quelle est la masse du produit obtenu, sachant que le rendement de la réaction est 80% ?

**Exercice 14 :**

- 1-Un alkyl benzène A de masse molaire  $M_A=106\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  peut être obtenu en faisant réagir un chlorure d'alkyle  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}$  sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium  $\text{AlCl}_3$  utilisé comme catalyseur.
  - 1.1-Déterminer la formule semi développée de l'alkyl benzène A et celle du chlorure d'alkyle et les nommer.
  - 1.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction.
- 2-On réalise la chloration de A en présence de chlorure d'aluminium utilisé comme catalyseur. On obtient un composé aromatique B contenant en masse 25,3% de chlore (substitution en para et / ou ortho du groupe alkyle). Ecrire les formules semi développées des isomères de B et les nommer.
- 3-On réalise la mono nitration d'une masse  $m = 21,2\text{g}$  de l'alkyl benzène en présence d'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré. On obtient un composé aromatique C comportant un groupe nitro en position para du groupe alkyle.
  - 3.1-Ecrire l'équation bilan de la réaction et nommer le produit C.
  - 3.2-Déterminer la masse  $m'$  de produit C obtenu sachant que le rendement de la réaction est de 93%.

**Exercice 15 :**

- 1-Le xylène est le nom courant du diméthylbenzène. Combien a-t-il d'isomères ?
- 2-Le propène peut fixer une molécule de chlorure d'hydrogène.
  - 2.1-Quelles sont les formules développées des deux produits que l'on peut obtenir ?
  - 2.2-En fait, on obtient un seul corps : le plus symétrique des deux. Donner son nom systématique.
- 3-Traité par le corps obtenu en 2- en présence de chlorure d'aluminium, le méta xylène donne une réaction de substitution au cours de laquelle un groupe isopropyl remplace un atome d'hydrogène du cycle benzénique.
  - 3.1-Combien d'isomères peut-on obtenir ?
  - 3.2-Compte tenu de l'encombrement du groupe isopropyle, quel sera l'isomère le plus abondant ?
- 4-La nitration de cet isomère conduit à un produit dont la composition massique centésimale est la suivante :  
C : 46,6 % ; H : 4,6 % ; N : 14,8 % ; 33,9 %.

Déterminer sa formule brute, sa masse molaire et sa formule développée.

**Exercice 16 :**

Un composé A, de formule brute  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ , possède les propriétés suivantes : en présence de dibrome, et avec du fer, A donne un produit de substitution contenant 43% de dibrome ; par hydrogénation de A, en présence d'un catalyseur on obtient  $\text{C}_8\text{H}_{16}$ .

- 1-En déduire la nature du composé A. Montrer que l'action du dibrome sur A est une mono substitution.
- 2-Proposer les différentes formules semi développées de A. Montrer qu'il y en a quatre.
- 3-Afin de choisir et de préciser la formule semi développée de A, on effectue une déshydrogénation de A en B ; ce dernier composé a pour formule  $\text{C}_8\text{H}_8$  et décolore l'eau de brome. Préciser alors la formule de B.
- 4-On indique B est le styrène. Préciser la formule de A.
- 5-Combien existe-il de dérivés mono bromés de A (bromation sur le noyau aromatique) ? Ecrire leurs formules semi développées.

**COMPOSES OXYGENES**

**Exercice 1 :**

Quels sont les isomères ayant pour formule  $C_3H_8O$  ? Donner les noms et la fonction chimique des composés obtenus.

**Exercice 2 :**

1-Combien peut-on trouver de propanol ? Peut-il exister un alcool tertiaire ayant trois atomes de carbone ?

2-Ecrire la formule de l'alcool tertiaire en  $C_4$  et le nommer.

3-Combien existe-t-il d'alcools primaires en  $C_4$  ? Et d'alcools secondaires en  $C_4$ .

**Exercice 3 :**

Ecrire la formule développée des corps suivants :

a) pentan-2-ol ; b) oxyde de méthyl et de propyl ; c) acide 2-méthylbutanoïque ; d) méthylpropanoate d'éthyle ; e) diméthylpentan-2-one ; f) 2-éthyl 3-méthylbutanal ; g) méthylbutan-2-ol ; 2-méthylcyclohexanone .

**Exercice 4 :**

1-Ecrire les formules semi développées des alcools comportant 5 atomes de Carbone. On précisera leurs nom et classe.

2-On met quelques  $cm^3$  de trois de ces alcools A, B et C dans 3 tubes à essais numérotés respectivement 1, 2 et 3. Afin d'identifier le contenu des tubes, on réalise l'expérience suivante :

-on verse dans chaque tube du permanganate de potassium additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique et on chauffe ;

-on place à la sortie de chaque tube un papier imbibé de réactif de Schiff.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Flacons	1	2	3
Permanganate de potassium (violette) + acide sulfurique	Se décolore	Reste violette	Se décolore
Réactif de Schiff (incolore)	Devient rose	Reste incolore	Reste incolore

A partir de ces résultats, déduire la classe de l'alcool contenu dans chaque tube en justifiant votre réponse.

3-En fait les trois alcools ont le même squelette carboné mais pas la même position du groupement fonctionnel. Déterminer la (les) formule(s) semi développée(s) et nom(s) de A, B et C.

4-En réalité A et B peuvent être obtenu théoriquement du même alcène D par hydratation, de même B et C peuvent être obtenu par hydratation du même alcène E.

4.1-Préciser les alcools A, B et C.

4.2-Donner les formules semi développées et les noms de D et E.

**Exercice 5 :**

On réalise une réaction d'hydrolyse d'un ester A. On obtient un acide B et un alcool C. Cet acide B peut être obtenu également par oxydation l'éthanal. L'alcool C, par oxydation, conduit à l'acide méthanoïque. Préciser la nature de l'acide et de l'alcool ainsi que celle de l'ester. Ecrire la réaction d'hydrolyse.

**Exercice 6 :**

1-Un corps A oxydé par une solution de dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu acide produit successivement un corps B puis un corps C. Le corps B rosit le réactif de Schiff. La solution aqueuse de C est acide. Quelles sont les fonctions chimiques de chacun des corps A, B, C ?

2-La masse molaire de B est de  $58g.mol^{-1}$ . En déduire sa formule développée, la formule développée du corps A et celle du corps C, ainsi que leur nom respectif.

3-On fait réagir le corps sur le corps C. Ecrire l'équation de la réaction. Nommer le corps D formé et indiquer sa fonction chimique. Donner les caractéristiques de cette réaction.

**Exercice 7 :**

On fait réagir 4,6g d'éthanol sur 6g d'acide éthanoïque. L'analyse montre qu'à l'équilibre il s'est formé 6,16g d'ester.

1-Ecrire l'équation de la réaction ?

2-Donner la fraction d'alcool estérifiée ?

**Exercice 8 :**

Un composé A de formule brute  $C_3H_6O$  donne un précipité jaune avec la 2,4-DNPH et un dépôt d'argent par réaction avec une solution contenant l'ion diaminoargent.

1-Ecrire la formule semi développée de A. donner son nom.

2-Ecrire l'équation bilan de l'oxydation de A par l'ion dichromate en milieu acide. Donner la formule semi développée et le nom du composé organique obtenu.

**Exercice 9 :**

Un alcool dérivé de la famille des alcanes, a pour densité de vapeur  $d = 1,6$ . Trouver sa formule brute et écrire sa formule semi développée. On prend 1,84g de cet alcool que l'on oxyde en présence d'une spirale de cuivre préalablement chauffé au rouge. Cette oxydation donne deux corps différents, après un temps assez long, on agite le liquide restant, avec les vapeurs obtenues le bêcher, on laisse refroidir et on prélève le quart du liquide. Il faut 10mL d'une solution déci molaire de soude pour obtenir une coloration rose de la phénolphtaléine ajoutée avant le dosage. Quelle est la proportion d'acide transformée en aldéhyde ?

### Exercice 10:

- 1-On veut préparer de l'acétylène par action de l'eau sur le carbure de calcium, quelle est la masse de carbure qu'il faut utiliser pour obtenir 10L d'acétylène, volume mesuré dans les CNTP ?
- 2-On réalise en présence de catalyseur l'addition d'eau sur l'acétylène obtenu précédemment. Quelle est la quantité du produit A obtenu sachant que le rendement de la réaction est de 80% ?
- 3-On ajoute la liqueur de Fehling en excès sur ce produit et on chauffe jusqu'à apparition d'un précipité rouge de  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Quel est l'autre composé B obtenu ? Ecrire l'équation bilan de la réaction.

Bac S<sub>2</sub>, Sénégal

### Exercice 11:

On désigne par A un acide carboxylique à chaîne saturée.

- 1-On désigne par n le nombre d'atomes de carbone contenus dans le radical R au groupe carboxyle. Exprimer, en fonction de n, la formule générale de cet acide.
- 2-On désigne par B un alcool de formule brute  $\text{CH}_4\text{O}$ . Préciser la seule formule semi développée possible, la classe et le nom de cet alcool.
- 3-L'acide A est estérifié par l'alcool B. A partir de la formule de l'acide A déterminée à la question 1), écrire l'équation de cette réaction. Sachant que la masse molaire de l'ester obtenu est de  $88\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , déterminer la formule exacte et le nom de A.
- 4-On désigne par C le chlorure d'acyle correspondant à A. Quelle est sa formule semi développée ? Expliquer comment on obtient cette formule à partir de celle de l'acide. Préciser les différences importantes qui existent entre l'action de A sur B et celle de C sur B.

### Exercice 12:

Un ester A, a pour formule  $\text{R}-\text{CO}_2\text{R}'$ , où R et R' sont des radicaux alkyles. La masse molaire de cet ester A est  $M=116\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- 1-Montrer que la formule générale de l'ester peut se mettre sous la forme  $\text{C}_p\text{H}_{2p}\text{O}_2$  ;  $p \in \mathbb{N}^*$ . Déterminer la formule brute de l'ester A.
- 2-On se propose de déterminer la formule semi développée de A. Par hydrolyse de l'ester A, on obtient deux composés B et C. Ecrire l'équation bilan générale traduisant la réaction d'hydrolyse.
- 3-Le composé B obtenu est un acide carboxylique. On en prélève une masse  $m = 1,5\text{g}$  que l'on dilue dans de l'eau pure. La solution est dosée par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . L'équivalence acido-basique a lieu lorsque l'on a versé  $V_b = 12,5\text{cm}^3$  de la solution basique.
  - 3.1-Quelle est la masse molaire de B ?
  - 3.2-Donner sa formule développée et son nom
- 4-Le composé C a pour formule brute  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ .
  - 4.1-Donner ses différentes isomères.
  - 4.2-En déduire les formules semi développées de l'ester A. Donner dans chaque cas envisager le nom de l'ester.
- 5-L'oxydation ménagée de C conduit à un composé D qui donne avec la 2,4 -DNPH un précipité Jaune mais est sans action sur le réactif de Schiff.
  - 5.1-Quelles sont les formules semi développées et les noms de C et D.
  - 5.2-Donner maintenant la formule semi développée de l'ester.

### Exercice 13 :

1-On traite un excès de zinc par  $20\text{cm}^3$  d'une solution molaire d'acide chlorhydrique et on dessèche le gaz qui se dégage.

- 1.1-Quelle est la nature de cette réaction chimique ?
  - 1.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction et préciser la nature du gaz qui se dégage.
  - 1.3-Calculer son volume dans les conditions normales.
  - 1.4-Calculer la masse de zinc qui a réagi.
- 2-La solution obtenue est évaporée. Il reste un sel dont on écrira la formule. Calculer sa masse.
- 3-Le gaz sec obtenu est mélangé avec des vapeurs d'acétylène en présence de palladium désactivé qui sert à catalyser la réaction. Quels sont la nature et le volume du corps obtenu si le rendement de la réaction est 0,9 dans les conditions normales ? De quel type de réaction s'agit-il ?
- 4-Le composé ainsi obtenu est traité avec de l'eau en présence d'acide sulfurique, on obtient un seul produit D.
  - 4.1-De type de réaction s'agit-il ?
  - 4.2-Déterminer la formule et le nom du produit D
- 5-Le composé D est traité avec une certaine quantité de dichromate de potassium, et on obtient un mélange équimolaire de deux produits E et F.
  - 5.1-Décrire cette expérience.
  - 5.2-Donner les formules semi développées et les noms des produits aux quels peuvent correspondre E et F.
- 6-On ajoute au mélange quelques gouttes de réactif de Schiff et on chauffe jusqu'à ce que la solution se décolore. E est alors identifié comme le produit résiduel. Déterminer les noms des produits E et F.
- 7-Le produit E est traité avec le même volume d'une solution équimolaire d'éthanol.
  - 7.1-Quelle est le type de réaction qui se produit ?

- 7.2-Ecrire son équation bilan.  
7.3-Nommer les produits formés.

**Exercice 14:**

1-On réalise en présence de dioxygène de l'air, la combustion complète de 0,3 mol d'un composé A de formule  $C_2H_4O$ .

1.1-Ecrire l'équation bilan de la réaction.

1.2-Déterminer les nombres de moles de dioxyde de carbone et moles de d'eau obtenus. En déduire leur masse.

2-On mélange 0,3 mol de A avec 0,2 mol d'un hydrocarbure B. On obtient 61,6g de dioxyde de carbone et 25,2g d'eau si la combustion complète du mélange est terminée.

2.1-Calculer la masse de dioxyde de carbone et celle de l'eau donnée par la combustion de 0,2 mol de B. En déduire les masses de ces produits obtenues à partir de 1mol de B.

2.2-Déterminer la formule brute de B.

2.3-Quelle est la composition centésimale massique de B ?

2.4-Donner deux isomères de B sachant qu'il existe une double liaison dans sa molécule.

**Exercice 15 :**

On dispose d'un corps A dont la molécule est à chaîne carbonée saturée et ne possède qu'une seule fonction organique.

1-Quand on fait réagir l'acide éthanoïque sur le corps A, il se forme un ester et de l'eau.

1.1-Quel est le nom de cette réaction ? Donner la famille du corps A.

1.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction (on utilisera pour A sa formule générale). Quelles sont ses caractéristiques ?

1.3-A l'état initial, on avait mélangé  $V = 150\text{mL}$  d'acide éthanoïque de concentration  $C = 5.10^{-1}\text{mol.L}^{-1}$  avec  $m_A = 3,7\text{g}$  du corps A. A l'équilibre, il reste  $n_{\text{I}} = 5.10^{-2}\text{mol}$  d'acide éthanoïque et  $m'_A = 1,85\text{g}$  du corps A qui n'ont pas réagi.

1.3.1-A partir de ces données, montrer que la masse molaire moléculaire du corps A est  $M_A = 74\text{g.mol}^{-1}$ .

1.3.2-En déduire les formules semi-développées possibles et leur nom pour le corps A.

1.3.3-Un e autre étude a montré que la molécule de A est chirale. Quel est le nom du corps A.

2-Ecrire l'équation bilan d'une réaction plus avantageuse pour obtenir un ester et qui aurait pu être utilisée à la place de celle de la première question. En quoi est-elle plus avantageuse ? Donner le nom du réactif utilisé.

(Bac 2003, Sénégal)

**Exercice 16 :**

L'hydratation d'un alcène A conduit à un seul composé B. On admettra que la formule semi développée de A est symétrique par rapport à la double liaison. Ce composé B réagit avec le dichromate de potassium en milieu acide pour donner C. Le composé C donne un précipité orange avec 2,4-dinitrophénylhydrazine mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling. L'analyse de B montre qu'il contient 64,9% en masse de carbone.

1-Quelle est la fonction chimique de C

2-Quelle est la fonction chimique de B

3-Déterminer la formule semi développée de A et son nom.

4-Déterminer les formules semi développées et les noms de B et C.

5-Ecrire l'équation bilan de la réaction de B avec le dichromate de potassium en milieu acide.

(Bac Sénégal)

**Exercice 17 :**

1-On dispose d'un mélange de propan-1-ol (A) et de propan-2-ol (B) dont la masse totale est de 18,00g. Ecrire les formules développées de ces deux alcools. Préciser leur classe.

2-On procède à l'oxydation ménagée, en milieu acide, de ce mélange par une solution aqueuse de dichromate de potassium en excès. On admet que A ne donne que de l'acide C et B donne D.

2.1-Ecrire les formules semi développées de C et D. Les nommer.

2.2-Quels tests permettent de caractériser la formule chimique de D sans ambiguïté ?

3-On sépare C et D par un procédé convenable. On dissout C dans de l'eau et on complète à 100ml. On prélève 10ml de la solution obtenue que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium, à 1mol/L. L'équivalence acido-basique est obtenue quand on a versé 11,3mL de solution d'hydroxyde sodium. Déterminer la composition du mélange initial, par exemple en calculant les masses de A et de B. On admettra que les réactions d'oxydations de A et de B sont totales

(Bac Sénégal)

**Exercice 18 :**

A partir d'un alcène à chaîne linéaire dont la molécule comporte 4 atomes de carbone, on obtient par l'hydratation des alcools différents. L'un d'entre eux, noté A, est obtenu majoritairement.

L'alcool A, isolé, est oxydé par une solution aqueuse de dichromate de potassium en milieu acide.

Le produit B obtenu donne avec 2,4-DNPH un précipité jaune, mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.

1-Aucune équation bilan n'est demandée dans cette première question.

1.1-En justifiant la réponse, indiquer la classe de l'alcool.

Quelle est la seule formule semi développée possible pour l'alcène de départ ?

1.2-Donner les noms et écrire les formules semi développées de A et B.

2-Dans les conditions expérimentales convenables, l'alcool A réagit avec un acide carboxylique D, réaction (1). Le produit organique obtenu par la réaction (1) est additionné de soude concentrée et le mélange est chauffé. Par cette réaction, notée (2), on obtient alors à nouveau l'alcool A et un composé ionique E de masse molaire  $M = 82\text{g.mol}^{-1}$ .

2.1-Quel est le composé ionique E ?

- 2.2-Déterminer la formule semi développée de D ; quel est le nom de D ?  
 2.3-Ecrire l'équation bilan de la réaction (1).  
 2.4-Ecrire l'équation bilan de la réaction (2). Comment appelle-t-on ce type de réaction ? (Bac, Sénégal)

**Exercice 19 :**

On fait réagir deux composés organiques A et B, qui donnent naissance à l'acide butanoïque et le butanoate d'éthyle.

- 1-Donner les formules développées et les noms des réactifs et des produits de la réaction.  
 2-Ecrire l'équation - bilan de la réaction ; quelles sont ses caractéristiques?  
 3-Une partie de l'acide précédent réagit avec le glycérol, on obtient la butyryne. Donner sa formule semi- développée.  
 4-L'autre partie de l'acide de masse 17,6g réagit avec 9,2g d'éthanol. A l'issue de la réaction, on prélève un dixième du mélange et on dose l'acide qui s'y trouve par la soude de molarité 0,5mol.L<sup>-1</sup>.  
 L'équivalence est atteinte pour V<sub>NaOH</sub> = 13,3mL. En déduire le pourcentage d'acide et d'alcool restant.

(Bac, Sénégal)

**Exercice 20 :**

Un composé A contient en masse 48,6% de carbone, 43,2% d'oxygène et de l'hydrogène. La masse molaire du composé A vaut 74g.mol<sup>-1</sup>.

- 1-Déterminer la formule brute du composé A.  
 2-Ecrire les formules semi développée possibles de A et les nommer. Comment pourrait-on caractériser, expérimentalement les produits correspondants ?  
 3-Le composé A est soumis à une réaction d'hydrolyse et l'on obtient deux produits B et C. Le composé B en solution aqueuse, a un pH < 7. En outre, 6g de B sont dosés exactement par un litre de soude décimolaire.  
 3.1-Déterminer la formule brute de B.  
 3.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction du dosage.  
 4-Avec C, on peut réaliser l'expérience de la lampe sans flamme et on constate le rosissement du réactif de Schiff. Si l'expérience se poursuit on obtient une solution acide.  
 4.1-Interpréter.  
 4.2-4,6g de cet acide sont exactement titrés par un d'une de soude décimolaire. En déduire la formule brute de cet acide, puis celle de C.  
 5-A partir des questions précédentes, en déduire la formule brute de A. Ecrire l'équation bilan de l'hydrolyse.

**Exercice 21 :**

Un savon de Marseille contient en masse 23% d'oléate de sodium obtenu par saponification par la soude, d'huile d'olive renfermant en masse 78% de trioléate de glycérol.

- 1-Ecrire l'équation bilan de l'estérification entre l'acide oléique et le glycérol (propan-1,2,3 triol).  
 2-Ecrire l'équation bilan de saponification de l'ester obtenu (trioléate de glycérol).  
 3-Quelle est le volume d'huile d'olive nécessaire pour préparer un savon de 200g ? La masse volumique de l'huile d'olive ρ=0,92kg.L<sup>-1</sup>.

**Exercice 22 :**

On considère la réaction de l'hydroxyde de sodium avec le propanoate d'éthyle.

- 1-Donner la formule semi – développée de ce composé organique. Quelle fonction chimique possède-t-il ?  
 2-A partir de quel acide carboxylique et de quel alcool peut-on le préparer ?  
 3-Ecrire l'équation – bilan de la réaction considérée.  
 4-Préciser les caractéristiques de cette réaction.

**Exercice 23 :**

1-L'acide butyrique est un acide gras de formule CH<sub>3</sub>—(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>—COOH.

- 1.1-Donner le nom de cet acide en utilisant la nomenclature officielle.  
 1.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide butyrique et le propan-1-ol. Nommer les produits de la réaction.  
 1.3-Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?  
 2-La butyryne est un corps gras présent dans le beurre ; elle peut être considérée comme résultant de la réaction entre le glycérol et l'acide butyrique.  
 2.1-Donner la formule semi développée du glycérol (ou propan-1,2,3-triol).  
 2.2-Ecrire l'équation de la réaction.  
 3-On fait réagir à chaud une solution d'hydroxyde de sodium sur la butyryne.  
 3.1-Ecrire l'équation bilan de cette réaction de saponification.  
 3.2-Quelle est la formule du savon obtenu dans cette réaction ?

**CLASSIFICATION QUALITATIVE DES COUPLES  
OXYDANT-REDUCTEUR ION METALLIQUE / METAL**

**Exercice 1 :**

1-Ecrire, s'il a lieu, la réaction qui se produit lorsqu'on met en présence une solution de chlorure d'or et une lame de plomb.

2-Dire au cours de cette réaction

2.1-Quelle est l'oxydant, quel est le réducteur ?

2.2-Quel est le corps oxydé, quel est le corps réduit ?

3-Compléter les phrases suivantes :

3.1-Cette réaction est une oxydation de ..... par ....

3.2-Cette réaction est une réduction de ..... par ....

**Exercice 2 :**

Répondre par vrai et faux aux affirmations suivantes :

1-Lorsqu'on met en présence une solution de sulfate de cuivre (II) et du mercure, il y a dépôt métallique.

2-Lorsqu'on plonge une lame de zinc dans une solution de nitrate d'argent, il se produit un dépôt métallique.

3-Lorsqu'on plonge une lame d'aluminium dans une solution de sulfate de fer (II), il y a formation d'un métal.

4-Lorsqu'on plonge une lame de fer dans une solution de sulfate de cuivre (II), la solution se décolore.

5-Lorsqu'on plonge une lame de zinc dans une solution renfermant des ions fer (II), la solution vire au vert.

6-Lorsqu'on plonge une lame d'aluminium dans une solution contenant des ions plomb (II).

**Exercice 3 :**

On considère le couple  $Hg^{2+}/Hg$ . On veut montrer que le mercure est moins réducteur que le Zinc, le fer, le plomb et le cuivre. Il suffit de réaliser une seule expérience pour prouver cette affirmation, la décrire. Donner l'équation bilan de la réaction produite.

**Exercice 4 :**

On dissout m grammes de nitrate d'argent  $AgNO_3$ , pur et sec dans un litre d'eau. On effectue un prélèvement de 50 ml de la solution obtenu dans lequel on ajoute de la poudre de Zinc en excès

1-Ecrire l'équation bilan de la réaction ?

2-Sachant que la masse d'argent libérée est de 0,33g, calculer la valeur de m.

3-On ajoute ensuite, dans le prélèvement après réaction et filtration de la soude. Qu'observe-t-on ? Quelle masse de précipité peut-on théoriquement obtenir ?

**Exercice 5 :**

On ajoute 1.5g de limaille de fer en excès dans 100cm<sup>3</sup> d'une solution de nitrate d'argent ( $AgNO_3$ ). Après agitation, filtrage, on récupère un résidu solide qui après séchage pèse 3.50g.

1-Calculer la concentration molaire en ions argent dans la solution initiale de nitrate d'argent.

2-Calculer les pourcentages en masse de l'argent et du fer dans le résidu solide.

**Exercice 6 :**

1-Au cours d'une expérience, un groupe d'élèves note les observations suivantes :

-une lame d'argent plongée dans une solution de chlorure d'or ( $AuCl_3$ ) se recouvre d'or.

-une lame de cuivre plongée dans une solution de nitrate d'argent ( $AgNO_3$ ) se recouvre d'argent.

-une lame de fer plongée dans une solution de sulfate de cuivre (II) se recouvre de cuivre.

1.1-Interpréter ces différents résultats.

1.2-En déduire une classification suivant le pouvoir réducteur croissant des couples ion métallique / métal mis en jeu au cours de cette expérience.

1.3-Sachant que l'acide chlorhydrique attaque le fer et non le cuivre, placer le couple  $H^+/H_2$  dans la classification précédente.

2-On verse dans un bêcher une petite quantité d'une solution de nitrate d'argent et on y fait barboter du dihydrogène. Il apparaît de l'argent finement divisé, noir.

2.1-Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction qui s'est produite.

2.2-Préciser les espèces oxydée et réduite.

3-Sachant que le dihydrogène a été préparé par action de l'acide chlorhydrique sur le zinc avec un rendement de 100% et que seulement 10% du dihydrogène formé réagissent avec le nitrate d'argent le reste s'échappe), quelle masse d'argent peut-on obtenir si on consomme 4g de zinc ?

**Exercice 7 :**

L'or peut donner en solution aqueuse des ions  $Au^{3+}$ . Afin de déterminer la place de l'or dans la classification électrochimique des métaux, on plonge un fil d'or dans diverses solutions ; on observe l'apparition éventuelle d'un dépôt.

- Solution de sulfate de zinc : pas de dépôt.
- Solution de sulfate de fer (II) : pas de dépôt.
- Solution de sulfate de cuivre (II) : pas de dépôt.
- Solution de nitrate d'argent : pas de dépôt.

Qu'en conclure ? Une seule réaction, bien choisie aurait-elle pu suffire ?

**Exercice 7 :**

Les solutions de sulfate de nickel (II) ont une belle couleur verte due à l'ion  $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ , noté plus simplement  $\text{Ni}^{2+}$ .

1-Lorsqu'on plonge une lame de fer dans une solution de sulfate de nickel (II), on observe la formation d'un dépôt métallique. Ecrire l'équation bilan de la réaction.

2-Lorsqu'on plonge une lame de plomb dans une solution de sulfate de nickel, aucun dépôt n'apparaît.

3-A partir de ces deux expériences, prévoir la place du nickel dans la classification électrochimique

**Exercice 8 :**

On dissout une masse  $m_1 = 6,62\text{g}$  de nitrate de plomb  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  et une masse  $m_2 = 6,8\text{g}$  de nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$  dans une fiole, que complète à un litre avec de l'eau distillée.

1-Quels sont les ions présents en solution ?

2-Déterminer les concentrations molaires des différents ions présents en solution.

3-On effectue trois prélèvements, de la solution précédente, de volume  $V = 100\text{mL}$  avec les quels on effectue les expériences suivantes :

-on plonge dans le premier une lame de zinc.

-dans le second, on plonge une lame de cuivre.

-dans le troisième, une lame de d'argent.

3.1-Décrire dans chaque cas, ce que l'on observe.

3.2-Calculer la masse, si elle existe, du dépôt métallique dans chaque cas.

**Exercice 9 :**

Une solution aqueuse S est obtenue en mélangeant du nitrate de cuivre  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  et du nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$ .

Lorsqu'on plonge une lame de zinc dans un litre de cette solution, on recueille 28g d'un dépôt solide. D'autre part,

lorsqu'on plonge une lame de cuivre dans un autre litre de cette même solution, on recueille 21,6g de solide.

1-Préciser la nature des solides recueillis dans chaque cas. Ecrire les équations bilan des réactions dans chaque cas.

2-Calculer les concentrations, dans la solution initiales, des ions  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  et  $\text{NO}_3^-$ .

3-Calculer la concentration de ces mêmes ions après chacune des expériences.

**Exercice 10 :**

On réalise une solution de sulfate de cuivre en dissolvant 58g de cristaux bleus de formule  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dans  $500\text{cm}^3$  de solution.

1-Quelle est la concentration de la solution obtenue ? Combien y a-t-il d'ions sulfate et d'ions cuivre par litre ?

2-On ajoute de la limaille de fer.

2.1-Une réaction peut-elle avoir lieu ?

2.2-Si oui, écrire son équation bilan.

2.3-Quelle est la masse minimale de limaille de fer à ajouter dans bêcher contenant  $50\text{cm}^3$  de la solution précédente si l'on veut faire disparaître la couleur bleue de la solution ?

3-Quelle est la quantité de matière d'électrons échangés ? Quelle est la quantité d'électricité Q correspondante ?

4-Pendant combien de temps faut-il faire circuler un courant de 0,5A pour mettre en jeu la même quantité d'électricité ?

**Exercice 11 :**

1-On réalise une solution de sulfate de cuivre (II) en dissolvant 58g de cristaux bleus  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , dans  $500\text{cm}^3$  de solution.

1.1-Quelle est la concentration de la solution obtenue ?

1.2-Combien y a-t-il d'ions sulfate et d'ions cuivre (II) par millimètre cube ?

2-On ajoute de la limaille de fer.

2.1-Une réaction peut-elle avoir lieu ?

2.2-Ecrire son équation bilan.

2.3-Quelle est la masse minimale de limaille de fer à ajouter dans bêcher contenant  $50\text{cm}^3$  de la solution précédente si l'on veut faire disparaître la couleur bleue de la solution ?

3-Quelle est la quantité de matière d'électrons échangés ? Quelle est la quantité d'électricité correspondante ?

4-Pendant combien de temps faut-il faire circuler un courant de 0,5A pour mettre en jeu le même quantité d'électricité ?

**Exercice 12 :**

On considère une solution de chlorure de cuivre (II) de concentration  $0,75\text{mol.L}^{-1}$ . On en prélève  $100\text{cm}^3$  auxquels on ajoute 2,5g de poudre de zinc. On agite.

1-Calculer la composition de la solution quand l'équilibre est établi, c'est à dire quand la réaction est terminée.

2-Quelle est la quantité d'électricité échangée au cours de la réaction ?

3-Quelle est la masse de cuivre formé ?

**CLASSIFICATION QUANTITATIVE DES COUPLES  
OXYDANT-REDUCTEUR ION METALLIQUE / METAL**

*Charge d'une mole d'électrons = - 1F = -96500 C.*

**Exercice 1 :**

- 1-Comment constituer une pile faisant intervenir les couples  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  et  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$  ?
- 2-Indiquer les polarités de la pile. Que vaut sa force électromotrice f.é.m. ?
- 3-Ecrire les demi-équations aux électrodes de la pile.
- 4-Comment la masse de l'électrode négative varie lorsque la pile débite un courant de 10ma pendant 2 heures ?

**Exercice 2 :**

On place 50mg de cuivre dans 100ml d'une solution de chlorure d'or  $\text{AuCl}_3$  à  $10\text{mol.L}^{-1}$  ; on agit jusqu'à ce que la réaction soit terminée.

- 1-En vous basant sur les potentiels des couples mis en jeu, prévoir la réaction qui s'effectue. Ecrire l'équation bilan de la réaction. Est-elle totale ?
- 2-Calculer, en fin de réaction :
  - 2.1-la masse du dépôt métallique ;
  - 2.2-la concentration de chacun des ions métalliques en solution.

**Exercice 3 :**

On réalise une pile Daniell à l'aide de deux béchers et d'un pont électrolytique en U renversé contenant une solution gélifiée de chlorure de potassium. L'un des béchers contient 100mL d'une solution de sulfate de cuivre (II) à  $0,2\text{mol.L}^{-1}$ , dans laquelle plonge une lame de cuivre. Dans l'autre bêtecher, contenant 100 mL d'une solution de sulfate de zinc à  $0,2\text{mol.L}^{-1}$  dans laquelle plonge une lame de zinc. On relie les électrodes de la pile par un circuit conducteur comprenant un milliampèremètre.

- 1-A quels pôles faut-il relier, respectivement, les bornes positive et négative du milliampèremètre ?
- 2-La pile débite, pendant 50 heures, un courant d'intensité constante  $I = 5\text{mA}$ . Calculer :
  - 2.1-La variation  $dm_1$  de la masse de l'électrode de zinc, ainsi que la variation  $dm_2$  de celle de cuivre ;
  - 2.2-La variation  $dC_1$  de la concentration des ions  $\text{Zn}^{2+}$ , ainsi que la variation  $dC_2$  de la concentration des ions  $\text{Cu}^{2+}$  dans les solutions.

**Exercice 4 :**

Une pile est constituée de deux demi piles constituées par les couples  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}$  et  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ . Les concentrations des solutions utilisées sont de  $1\text{mol.L}^{-1}$ . Les ions  $\text{Co}^{2+}$  sont roses en solution.

- 1-Quel est le métal constituant la borne négative ?
- 2-Quelle est la f.é.m. de la pile ?
- 3-La demi pile du couple  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}$  contient  $80\text{cm}^3$  de solution. Quelle est l'augmentation de masse de l'électrode de cobalt lorsque la coloration rose aura disparue totalement.
- 4-Quelle doit être la masse minimale de zinc pour que l'électrode de zinc ne limite pas le fonctionnement de la pile ?

**Exercice 5 :**

1-On considère le couple redox  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ . Son potentiel normal vaut :  $E^\circ_1 = 1,5\text{V}$ .

- 1.1-Ecrire la demi-équation électronique de ce couple.
- 1.2-Dans une solution où les concentrations sont :  $[\text{MnO}_4^-] = [\text{Mn}^{2+}] = 0,01\text{mol.L}^{-1}$  et  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1\text{mol.L}^{-1}$ , on plonge un fil de platine.
  - 1.3-Quel est le potentiel pris par ce fil par rapport à une E.N.H. ?
  - 1.4-Faire le schéma complet du montage à réaliser. (On supposera que les concentrations considérées équivalent à celles des conditions standards.
- 2-On considère une lame de cuivre plongeant dans 0,1 litre d'une solution de cuivre à  $1\text{mol.L}^{-1}$ .
  - 2.1-Quel est le potentiel de cette lame de cuivre :
    - 2.1.1-par rapport à une E.N.H.
    - 2.1.2-par rapport à une E.C. S (électrode au calomel saturée ; Potentiel de l'E.C.S. / l'E.N.H :  $0,24\text{V}$  à  $25^\circ\text{C}$ .)?
- 3-On relie les deux demi piles décrites ci-dessus par un pont électrolytique et les deux métaux par un voltmètre de grande résistance.
  - 3.1-Faire le schéma de la pile ainsi constituée.
  - 3.2-Quelle est sa polarité ?
  - 3.3-Quelle est l'indication du voltmètre ?
- 4-On remplace le voltmètre par un ampèremètre.
  - 4.1-Qu'observe-t-on ?
  - 4.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction chimique qui s'effectue dans la pile.
  - 4.3-On laisse la pile débiter et on s'arrange pour que l'intensité du courant demeure constante et égale à  $10\text{mA}$ .
  - 4.4-Combien de temps faut-il laisser circuler ce courant pour que la  $[\text{Cu}^{2+}]$  des ions devienne égale à  $1,02\text{mol.L}^{-1}$  ?

**Exercice 6 :**

On associe par un pont ionique au chlorure de potassium les deux demi piles correspondant aux couples  $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$  et  $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$ . Chaque demi pile contient 150ml d'une solution de cuivre II telles que  $[\text{Cu}^{2+}] = [\text{Zn}^{2+}] = 1 \text{ mol.L}^{-1}$

1- Quel est le pôle positif de la pile obtenue ? Que vaut sa f.é.m. ?

Indiquer les équations des demi réactions produites dans chaque demie pile, puis l'équation de la réaction bilan traduisant le fonctionnement de la pile.

2-La pile fonctionne pendant 10H en débitant un courant de 0,20A.

Quelles sont alors les concentrations molaires des ions  $\text{Zn}^{2+}$  et  $\text{Cu}^{2+}$  dans chaque demie pile ? (on suppose que le volume n'a pas varié)

3-Quelle devra être la masse minimale de l'électrode de Zinc pour que la solution de sulfate de cuivre II puisse être totalement décolorée ?

**On donne :**

$$|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

**Exercice 7 :**

1- Compléter le tableau ci-dessous en mettant dans chaque case vide la valeur de la tension aux bornes de la pile B / B<sup>n+</sup> et A<sup>+</sup> / A. Justifier.

2- Donner le schéma de la pile constituée du couple  $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$  et de la demi-pile à hydrogène. Indiquer les polarités de la pile.

3- Justification à l'appui, classer les quatre couples  $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$  ;  $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$  ;  $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$  et  $\text{Al}^{3+} / \text{Al}$  par ordre de pouvoir oxydant de leur cation.

4- Que se passe-t-il si on plonge une lame d'aluminium dans une solution contenant des ions  $\text{Fe}^{2+}$  ?

5- Indiquer les polarités, le sens de circulation des électrons et donner la f.é.m. de la pile constituée à l'aide des couples  $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$  et  $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$ . Quel est le rôle du pont dans cette pile.

A \ B	Zn	Pb	Fe	Al
Zn			+0,35V	
Pb	-0,64V			
Fe				-1,26V
Al				

**Exercice 8 :**

On appelle pile Daniell une pile semblable à celle représentée à la figure ci-contre.

1- Quels sont les couples redox mis en jeu ? Quelle est la réaction de fonctionnement de la pile ? Indiquer la nature et le sens de déplacement des porteurs de charge quand la pile débite du courant dans une résistance. Quel est le rôle de la paroi poreuse ?

2- Quel est l'intérêt de prendre une solution concentrée de sulfate de cuivre ? Faut-il utiliser aussi une solution concentrée de sulfate de zinc ?

3- L'électrode de zinc est une plaque cylindrique de diamètre 6cm, d'épaisseur 1mm et de hauteur 5cm. Calculer la durée de fonctionnement de la pile lorsqu'elle débite un courant de 15mA.

4- Quelle est la masse de cuivre qui s'est déplacée à l'électrode ? Quelle est la concentration minimale que doit avoir la solution initiale de sulfate de cuivre si son volume est de 250cm<sup>3</sup> ?

**On donne masse volumique du zinc  $\rho_{\text{Zn}} = 7,14 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .**

**Exercice 9 :**

On considère une pile Daniell, on désire tracer sa caractéristique, c'est à dire la courbe représentative  $U = f(I)$  ; où I représente l'intensité du courant débité par la pile et U la d.d.p. entre son pôle positif et son pôle négatif.

1- Représenter le schéma du montage à réaliser.

2- Les résultats des mesures sont rassemblés dans le tableau suivant :

I (mA)	0	3	7	12	19	23
U (V)	1,1	1,05	0,90	0,75	0,52	0,35

Tracer la caractéristique de la pile et montrer que l'on peut écrire :

$$U = a + bI.$$

Déterminer a et b, et préciser leurs unités. Quelle est leur signification physique ?

**Exercice 10 :**

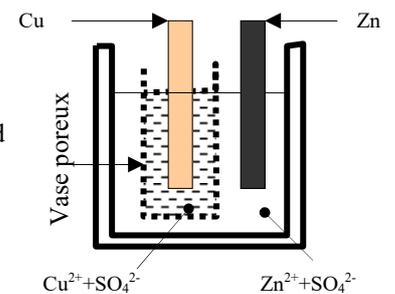
Pour déterminer la f.é.m e d'une pile, on branche à ses bornes un voltmètre de résistance  $R_v$ . Soit r la résistance interne de la pile.

1- Soit U la tension mesurée sur le voltmètre.

1.1- Exprimer U en fonction de e, r et  $R_v$ .

1.2- A quelle condition peut-on admettre que U est quasiment égale à e ?

2- On dispose d'une pile pour laquelle  $e = 1,1\text{V}$  et  $r = 40000\Omega$ . Quelle doit être la valeur minimale de  $R_v$  si l'on veut connaître e à 5% près, au plus ?



## GENERALISATION DE L'OXYDOREDUCTION EN SOLUTION AQUEUSE

### Exercice 1:

- 1-La pile  $Zn | Zn^{2+} || Fe^{2+} | Fe$  a une force électromotrice de 3,32 V. La pile  $Fe | Fe^{2+} || Cu^{2+} | Cu$  a une force électromotrice de 0,78 V. Calculer la force électromotrice de la pile  $Zn | Zn^{2+} || Cu^{2+} | Cu$ .
- 2-Exprimer la force électromotrice en fonction des potentiels redox des couples mis en jeu. Montrer comment on mesure un potentiel redox à partir de l'expression précédente.
- 3-Lorsqu'on donne les potentiel redox de deux couples 1 et 2, quels faits expérimentaux peut-on prévoir ?
- 4-Définir le point d'équivalence dans le cas d'un dosage d'oxydoréduction.

### Exercice 2 :

- L'éthanol peut s'oxyder en éthanal  $CH_3-CHO$ , et que l'éthanal peut s'oxyder en acide acétique  $CH_3-CO_2H$ .
- 1-Montrer que l'on peut définir deux couples redox  $CH_3-CHO / CH_3-CH_2OH$  et  $CH_3-CO_2H / CH_3-CHO$ .
- 2-Ecrire les demi équations relatives à ces deux couples redox.
- 3-Ecrire les réactions de l'ion  $MnO_4^-$ , en milieu acide sur l'éthanol, puis sur l'éthanal.
- 4-Situer les deux couples étudiés en 1-, par rapport au couple  $MnO_4^- / Mn^{2+}$ .

### Exercice 3 :

- Une solution d'acide nitrique  $HNO_3$  contient les ions  $H^+$  et  $NO_3^-$ . L'ion nitrate  $NO_3^-$  est l'oxydant dans le couple  $NO_3^- / NO$ . Le monoxyde d'azote  $NO$  est un gaz incolore qui s'oxyde au contact de l'air pour donner  $NO_2$ , le dioxyde d'azote, qui est un gaz roux. On montre que le couple  $NO_3^- / NO$  se situe entre les couples  $Ag^+ / Ag$  et  $O_2 / H_2O$ .
- 1-Ecrire la demi réaction pour le couple  $NO_3^- / NO$ .
- 2-Montrer que le cuivre réagit sur l'acide nitrique. Ecrire la réaction correspondante.
- 3-Quel est l'ion obtenu par oxydation du fer par l'acide nitrique ? Ecrire la réaction.
- 4-Montrer que lorsqu'une solution contient deux oxydants ( $HNO_3$ ), c'est l'oxydant le plus fort qui intervient en premier.

### Exercice 4 :

- L'acide oxalique, constituant de l'oseille et du chocolat, est le réducteur du couple  $CO_2 / H_2C_2O_4$ . On dose 10mL de cet acide par du permanganate de potassium à  $10^{-1} mol.L^{-1}$ . Le virage a lieu pour 12mL de la solution oxydante.
- 1-Ecrire les demi équations redox et en déduire l'équation- bilan du dosage en milieu acide.
- 2-Déterminer la concentration molaire de l'acide oxalique.
- 3-Calculer le volume dioxyde carbone formé à l'équivalence.

### Exercice 5:

- 1-Quelle masse de permanganate de potassium faut-il peser pour obtenir un litre de solution décimolaire ?
- 2-Cette solution est utilisée pour oxyder l'eau oxygénée (couple  $O_2 / H_2O_2$ ).
- 2.1-Ecrire l'équation bilan de la réaction redox entre l'ion permanganate et l'eau oxygénée, en milieu acide.
- 2.2-On dose 20mL d'eau oxygénée. A l'équivalence, on a ajouté 16mL de solution oxydante. Calculer la concentration de la solution d'eau oxygénée.
- 3-Calculer le volume de dioxygène formé.

### Exercice 6:

- Une solution de sulfate de fer (II) est obtenue en dissolvant 18g de cristaux hydratés  $Fe SO_4, 7H_2O$  dans un litre d'eau pure. On prélève 10cm<sup>3</sup> de cette solution et on y ajoute progressivement une solution de permanganate de potassium additionnée de quelques gouttes d'acide sulfurique. La couleur du permanganate persiste lorsqu'on en verse 26cm<sup>3</sup>. Quelle est la concentration molaire de la solution initiale ?

### Exercice 7 :

- On donne les couples d'oxydoréductions suivants et leurs potentiels normaux respectifs  
 $S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-} : E^0_1 = 2,1V$ ;  $CrO_4^{2-} / Cr^{3+} : E^0_2 = 1,33V$ ;  $ClO^- / Cl_2 : E^0_3 = 0,17V$ ; Acide éthanóique / éthanol :  $E^0_4 = 0.03V$
- 1-Classer ces couples par oxydant croissant.
- 2-Pour chaque couple, établir la demi-équation électronique qui lui correspond.
- 3-On verse une solution d'acide hypochloreux ( $HClO$ ) de concentration  $C_1 = 0.2 mol.L^{-1}$  dans un volume  $V_2 = 40ml$  d'éthanol de concentration  $C_2 = 0.5 mol.L^{-1}$ .
- 3.1-Donner l'équation bilan de la réaction qui a eu lieu.
- 3.2-Déterminer le volume d'acide nécessaire pour, doser tout l'éthanol.

### Exercice 8 :

- On place dans un bêcher 10cm<sup>3</sup> d'une solution de sulfure d'hydrogène  $H_2S$  à titrer. On y ajoute 20cm<sup>3</sup> d'une solution d'eau iodée contenant du diiode  $I_2$  à la concentration de  $0,025 mol.L^{-1}$
- 1-Ecrire les demi équations électroniques des couples  $S / H_2S$  et  $I_2 / I^-$  et l'équation bilan de la réaction redox.
- 2-Peut-on dire que la réaction est totale ?
- 3-Pour doser le diiode en excès, 12,5cm<sup>3</sup> d'une solution de thiosulfate de sodium  $Na_2S_2O_3$  de concentration  $10^{-2} mol.L^{-1}$  sont alors nécessaires.
- 3.1-Ecrire l'équation bilan de la réaction de dosage.
- 3.2-Quelle est la concentration en  $H_2S$  de la solution initiale ?
- 3.3-Quelle est la masse de précipité de soufre qui se forme lors de l'addition de l'eau iodée ?

### Exercice 9:

Le sel de Mohr est un composé solide de formule statistique  $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

On dissout une masse  $m$  de sel Mohr dans un volume  $V = 50 \text{ mL}$  d'eau pure. Pour oxyder tous les ions  $\text{Fe}^{2+}$  de cette solution en ions  $\text{Fe}^{3+}$ , il a fallu un volume  $V' = 40 \text{ mL}$  d'une solution de permanganate de potassium de concentration molaire  $C' = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

1-Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.

2-Déterminer la concentration des ions  $\text{Fe}^{2+}$  dans la solution de sel de Mohr utilisée. Calculer  $m$ .

3-Déterminer les concentrations des ions  $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{Mn}^{2+}$  à la fin de la réaction.

#### Exercice 10 :

1-Est-il possible de doser une solution d'iodure de potassium KI, par une solution d'iodate de potassium  $\text{KIO}_3$  ?

Si oui, écrire l'équation-bilan de la réaction.

2-Est-il possible de doser une solution d'acide oxalique  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  par une solution de dichromate de potassium ?

Si oui, écrire l'équation-bilan de la réaction.

#### Exercice 11 :

On désire étudier le dosage appelé dosage en retour.

A  $20 \text{ mL}$  d'une solution ferreuse décimolaire, on ajoute une solution oxydante de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  en défaut, soit  $10 \text{ mL}$  dans ce cas, en milieu acide.

1-Que se passe-t-il ?

2-Comment peut-on constater expérimentalement qu'il y a défaut de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ?

3-On ajoute ensuite l'ion  $\text{MnO}_4^-$ ; la solution oxydante décimolaire de  $\text{MnO}_4^-$  n'est plus décolorée pour un volume de  $10 \text{ mL}$ . Calculer la concentration molaire de la solution de  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ .

#### Exercice 12 :

Afin de doser une solution de dichromate de potassium  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , on fabrique une solution titrée de sulfate de fer II  $\text{FeSO}_4$  à  $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$

1-Ecrire les demi équations des couples  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$  et  $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ . Que peut-on dire de cette réaction

2-Il n'est pas possible de procéder à un dosage simple, car les ions  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  sont jaune-orangé,  $\text{Cr}^{3+}$  verts et  $\text{Fe}^{3+}$  rouille.

On ne verrait aucun changement de couleur à l'équivalence. On procède alors de la façon suivante :

Dans  $50 \text{ mL}$  de la solution titrée de sulfate de fer (II), on verse  $10 \text{ mL}$  de la solution de dichromate de potassium. On admettra que les ions  $\text{Fe}^{2+}$  sont en excès par rapport aux ions  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . On admettra que les ions  $\text{Fe}^{2+}$  sont en excès par rapport aux ions  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ .

Il suffit alors de doser les ions  $\text{Fe}^{2+}$  restant par le permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$ . Pour cela, on utilise une solution à  $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$  de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$ . La teinte violette persiste pour un volume versé de cette solution de  $12,0 \text{ cm}^3$ .

2.1-Calculer la quantité de matière d'ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$  versés à l'équivalence.

2.2-Calculer la quantité de matière d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  oxydés par les ions  $\text{MnO}_4^-$ .

2.3-Calculer la quantité de matière d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  contenus dans les  $50 \text{ ml}$  du prélèvement initial.

2.4-Quelle est la quantité de matière d'ions  $\text{Fe}^{2+}$  oxydés par les ions  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ?

2.5-Quelle est la quantité de matière d'ions  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  qui ont réagi ? En déduire la concentration, en  $\text{mol.L}^{-1}$ , de la solution de dichromate de potassium étudiée.

#### Exercice 13 :

1-L'acide oxalique, réducteur du couple  $\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Ecrire la demi équation électronique de ce couple en milieu acide.

2-On veut doser une solution de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  avec une solution d'acide oxalique obtenue en dissolvant  $12,6 \text{ g}$  d'acide cristallisé dihydraté  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dans la quantité d'eau nécessaire à l'obtention de  $1 \text{ L}$  de solution. On introduit dans un bêcher  $20 \text{ ml}$  de cette solution à laquelle on ajoute de l'acide sulfurique et un peu de chlorure de manganèse  $\text{MnCl}_2$  pour catalyser la réaction. La solution de permanganate de potassium est placée dans la burette. L'équivalence, visible par la persistance de la couleur violette, a lieu lorsqu'on a versé  $14,5 \text{ cm}^3$  de la solution de permanganate.

2.1-Ecrire la demi équation du couple :  $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$  et l'équation-bilan de la réaction.

2.2-Un dosage est-il possible ?

2.3-Calculer la concentration molaire de la solution de permanganate  $\text{KMnO}_4$ .

#### Exercice 14 :

1- On réalise la combustion complète d'un hydrure de carbone  $\text{C}_x\text{H}_y$  dans du dioxygène

1.1-Ecrire l'équation bilan générale de la réaction de combustion.

1.2-La combustion complète dans du dioxygène de  $2,24 \text{ L}$  d'un hydrure de carbone a entraîné la formation de  $5,40 \text{ g}$  d'eau et un dégagement de  $6,72 \text{ L}$  de dioxyde de carbone, volume mesuré dans les CNTP.

1.2.1-Trouver la formule brute de l'hydrure de carbone.

1.2.2-Ecrire sa formule développée, donner son nom.

2-Dans certaines conditions, l'addition d'eau sur cet hydrocarbure conduit à la formation d'un alcool de formule  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ . Cet alcool est oxydé, en milieu acide, par l'ion dichromate donnant alors l'acide propanoïque

2.1-Ecrire les demi équations relatives aux deux couples.

2.2-Ecrire l'équation bilan.

3-On réalise maintenant un mélange équimolaire de propan-1-ol et d'acide propanoïque.

3.1-Quelle est la nature de la réaction qui se produit ?

- 3.2-Ecrire l'équation bilan de la réaction et donner les noms des produits obtenus.  
3.3-A propos de cette réaction, on parle d'équilibre chimique. Qu'est-ce que cela signifie ? (Bac, Sénégal)

## ELECTROLYSE - BILAN QUANTITATIF

### Exercice 1 :

- 1-Rappeler brièvement les règles qui permettent de prévoir les réactions qui se produiront aux électrodes en début d'électrolyse.  
2-Ecrire les équations aux électrodes lors de l'électrolyse de la solution sulfate de sodium avec électrodes inattaquables.  
3-Ecrire les équations aux électrodes lors de l'électrolyse de la solution sulfate de cuivre avec anode en cuivre.

### Exercice 2 :

On peut utiliser l'électrolyse de l'eau pour stocker l'énergie sous forme de dihydrogène. Celui-ci peut ensuite être brûlé ou utilisé dans les piles à combustion.

Dans certains installations, on travaille sous une tension  $U=1,85V$  et une intensité  $I = 10^4 A$ .

- 1-Ecrire les demi-équations des réactions aux électrodes.  
2-Quel volume de dihydrogène mesuré dans les CNTP obtient-on en 12 h de fonctionnement ?  
3-Calculer l'énergie électrique consommée pour produire un mètre cube de dihydrogène.

### Exercice 3 :

On veut purifier par la méthode de l'électrolyse à anode soluble, une barre de 10g de cuivre comportant, en masse, 2% d'impuretés inoxydables.

- 1-Décrire la méthode utilisée.  
2-En maintenant l'intensité du courant à la valeur  $I=2A$ , combien de temps l'électrolyse durera-t-elle ?

### Exercice 4 :

On réalise l'électrolyse d'une solution de nitrate d'argent avec une anode d'argent.

- 1-Sachant qu'il s'agit d'une électrolyse à anode soluble :  
1.1-Ecrire les équations des réactions électrochimiques.  
1.2-Préciser où se produisent l'oxydation et la réduction ?  
1.3-Quel est le bilan de l'électrolyse ?  
2-On désire argenter un plat de surface totale  $1400 \text{ cm}^2$  en réalisant un dépôt d'argent d'épaisseur  $0,005 \text{ mm}$ .  
2.1-Faire un schéma du montage à réaliser.  
2.2-Quel est le temps de passage du courant si son intensité est maintenant constante et égale à  $100 \text{ mA}$  ?

**On donne : Masse volumique de l'argent :  $10500 \text{ kg.m}^{-3}$  ;  $1F = 96500 C$ .**

### Exercice 5 :

On effectue l'électrolyse d'une solution aqueuse de  $\text{CuSO}_4$  avec électrodes inattaquables.

- 1-Ecrire les différentes réactions au niveau des électrodes.  
2-Quelles réactions peut-on prévoir ?  
3-Quelle différence constate-t-on avec l'électrolyse de  $\text{CuSO}_4$ , l'anode étant en cuivre ?  
4-Si on fait l'électrolyse de 1L d'une solution de  $\text{CuSO}_4$ ,  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , quelle est la quantité d'électricité nécessaire pour faire disparaître tous les ions  $\text{Cu}^{2+}$  ? Quel volume de gaz obtient-on à l'anode ?

### Exercice 6 :

Pour préparer industriellement le dichlore et la soude, on électrolyse une solution de  $\text{NaCl}$ .

- 1-Rappeler les réactions se produisant aux électrodes.  
2-Calculer la masse de soude et le volume de dichlore ( $V_m = 25 \text{ L.mol}^{-1}$ ) produit par jour, l'intensité du courant étant de  $55000 A$ .  
3-La tension aux bornes de la cuve à électrolyse est de  $4V$ . Quelle est en kWh, l'énergie consommée pour obtenir une tonne de dichlore ?

### Exercice 7 :

On réalise l'électrolyse d'une solution d'acide sulfurique avec électrode en platine.

- 1-Ecrire les différentes réactions possibles aux électrodes.  
2-Peut-on prévoir le résultat de l'électrolyse ? Quel en est le bilan ?  
3-On mesure  $U_0 = 1,7V$ . Que signifie ce résultat ?  
4-La même électrolyse est réalisée avec des électrodes en cuivre. Que se passe-t-il ? Justifier le résultat et proposer une valeur pour  $U_0$ .

### Exercice 8 :

Une solution contient du nitrate de plomb (II) et du nitrate d'argent. Afin de séparer les deux métaux, on effectue l'électrolyse de la solution avec des électrodes inattaquables (électrolyse à potentiel contrôlé). A l'anode, on observe l'oxydation de l'eau en dioxygène.

- 1-Quelles sont les réactions qui se déroulent à la cathode lorsque l'on augmente lentement la tension entre les électrodes ? Dans quel domaine faut-il fixer cette tension pour que l'un des métaux se dépose ?  
2-Si l'on admet qu'initialement les deux solutions ont la même concentration (par exemple  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ ), détermine la concentration en ions argent lorsque le plomb commence à se déposer.  
Le potentiel du couple  $\text{Ag}^+/\text{Ag}$  varie en fonction de la concentration en cations  $\text{Ag}^+$  selon la relation :

$$E(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 + 0,06n$$

E étant exprimé en volts et n désignant l'entier relatif tel que  $[\text{Ag}^+] = 10^n \text{ mol.L}^{-1}$ .

## OXYDOREDUCTION PAR VOIE SECHE

### Exercice 1 :

1-Calculer le nombre d'oxydation de l'azote dans les espèces chimiques suivantes :

$\text{NO}_2$  (dioxyde d'azote) ;  $\text{N}_2\text{O}$  hémioxyde d'azote) ;  $\text{N}_2$  (diazote) ;  $\text{NO}$  (monoxyde d'azote)

$\text{N}_2\text{O}_3$  (sesquioxyde d'azote) ;  $\text{NH}_3$  (ammoniac) ;  $\text{NO}_3^-$  (ion nitrate) ;  $\text{NH}_4^+$  (ion ammonium)

Conclure

2-Calculer le nombre d'oxydation du soufre dans les espèces chimiques suivantes

$\text{S}^{2-}$  (ion sulfure) ;  $\text{S}$  (soufre) ;  $\text{H}_2\text{S}$  (sulfure d'hydrogène) ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (acide sulfuriques)

$\text{SO}_2$  (dioxyde de soufre) ;  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  (ion thiosulfate) ;  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  (ion peroxydisulfate)

Classer sur un axe horizontal ces espèces par nombre d'oxydation croissant du soufre.

3-Calculer le nombre d'oxydation de l'élément manganèse dans les espèces chimiques suivantes :

$\text{Mn}^{2+}$  ;  $\text{MnO}_4^-$  ;  $\text{MnO}_2$  ;  $\text{MnO}_4^{2-}$  ;  $\text{MnO}_4^{3-}$  ;  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  ;  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ .

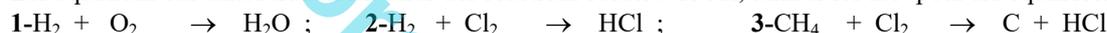
### Exercice 2 :

En utilisant la notion de n.o, donner les définitions

- d'un oxydant
- d'un réducteur
- d'une oxydation
- d'une réduction

### Exercice 3 :

Les équations suivantes traduisent-elles des réactions redox ? Si oui, utiliser les n.o. pour les équilibrer.



### Exercice 4 :

1-Quels sont les nombres d'oxydation des éléments présents dans l'oxyde d'aluminium (alumine),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ?

2-Au cours de la préparation industrielle du métal, l'alumine est transformée, dans un premier temps, en ion aluminate,  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ . S'agit-il d'une réaction d'oxydoréduction ?

### Exercice 5 :

L'oxyde magnétique a pour formule  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Dans ce cristal ionique, l'élément oxygène est présent sous forme d'ions oxyde  $\text{O}^{2-}$ .

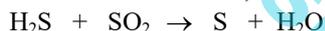
1-Calculer le nombre d'oxydation de l'élément fer. En quoi le résultat obtenu est-il surprenant ?

2-On peut montrer que le cristal comporte des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et des ions  $\text{Fe}^{3+}$ . On écrit dans ce cas la formule de l'oxyde magnétique sous la forme :  $(x \text{Fe}^{2+} + y \text{Fe}^{3+} + 4 \text{O}^{2-})$ .

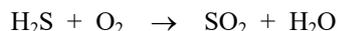
Déterminer x et y.

### Exercice 6 :

1-Montrer que la réaction d'équation, à équilibrer en utilisant les n.o., est une réaction d'oxydoréduction :



2-Cette réaction permet d'obtenir du soufre à partir du sulfure d'hydrogène  $\text{H}_2\text{S}$ . On brûle d'abord une partie du sulfure d'hydrogène, selon l'équation, à équilibrer :



Puis on fait réagir le sulfure d'hydrogène, selon l'équation donnée en 1-. On dispose de  $1 \text{ m}^3$  de gaz  $\text{H}_2\text{S}$  que l'on veut transformer en soufre

2.1-Quel volume de  $\text{H}_2\text{S}$  faut-il d'abord oxyder en  $\text{SO}_2$  ?

2.2-Quel volume de dioxygène cela consomme-t-il ?

Tous les volumes gazeux sont mesurés dans les mêmes conditions.

### Exercice 7 :

1-L'oxyde de manganèse  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  est constitué de manganèse aux nombres d'oxydation II et III. Déterminer, pour une mole  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , le nombre d'« atomes » de manganèse au nombre d'oxydation II et au nombre d'oxydation III.

2-A  $1000^\circ\text{C}$ , le sulfate de manganèse  $\text{MnSO}_4$  se décompose en donnant : l'oxyde  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , le dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$  et le trioxyde  $\text{SO}_3$ .

2.1-Déterminer le nombre d'oxydation du soufre dans les trois composés où il est présent.

2.2-Equilibrer l'équation bilan de la réaction.

L'oxygène est toujours au nombre d'oxydation -II.

### Exercice 8 :

Dans un four électrique, l'alumine anhydre réagit sur le carbone pour donner du monoxyde de carbone et un composé ionique, le carbure d'aluminium,  $\text{Al}_4\text{C}_3$ .

1-Etablir l'équation bilan de la réaction et l'analyser à l'aide des n.o.

2-Traité par l'eau, le carbure d'aluminium donne du métal et de l'hydroxyde d'aluminium.

2.1-Etablir l'équation bilan de la réaction.

2.2-S'agit-il d'une réaction d'oxydoréduction ?

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)

## TRAVAIL- PUISSANCE

**NB :** On prendra  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$  pour tous les exercices.

### Exercice 1 :

Un manœuvre tire, à l'aide d'une corde, un wagonnet de masse  $m$ . Il exerce une force horizontale d'intensité  $F=50\text{N}$ . La voie est horizontale.

1-La corde est parallèle aux rails. Le wagonnet parcourt  $AB = 150\text{m}$ . Quel est le travail effectué par la force de traction  $\vec{F}$  ? Quel est travail effectué par le poids  $\vec{P}$  du wagonnet ?

2-Après le point B, la corde est attachée au bas du wagonnet et fait maintenant un angle  $\alpha$  avec sa face avant, vertical.

Le wagonnet parcourt  $BC=100\text{m}$  horizontalement, le travail effectué par  $\vec{F}$  est  $4000\text{J}$ .  $F$  reste égal à  $50\text{N}$ . Déterminer  $\alpha$ .

3-Les premiers  $150\text{m}$  ont été parcourus en  $5\text{min}$ . Durant le parcours des  $100\text{m}$  suivants, la puissance de  $\vec{F}$  est demeurée égale à  $50\text{W}$ . Quelle est la durée du parcours total ? En déduire la puissance moyenne utile du manœuvre sur ce parcours.

### Exercice 2 :

Une échelle de masse  $m=12\text{kg}$  et de longueur  $l=3\text{m}$  repose sur le sol. On la soulève pour l'appuyer contre un mur. Elle fait alors un angle de  $30^\circ$  avec le mur. Quel est le travail effectué par le poids de l'échelle au cours de cette opération ?

### Exercice 3 :

Calculer le travail de la force  $\vec{F}$  horizontal de norme  $F= 250\text{N}$ , appliquée sur le crochet d'un chariot se déplaçant sur les rails horizontaux de A à B, en ligne droite  $AB=100\text{m}$ .

On envisagera les cas où l'angle  $\alpha = (\vec{F}; \vec{AB})$  prend les valeurs suivantes:  $0^\circ; 30^\circ; 60^\circ; 90^\circ; 135^\circ; 180^\circ$ .

### Exercice 4 :

Un mobile de masse  $m= 50 \text{ kg}$  s'élance sur une piste rectiligne. Tirant parti de son élan, il aborde un plan incliné faisant un angle  $\alpha= 20^\circ$  avec l'horizontale et s'arrête après avoir couru  $5\text{m}$  sur ce plan. Déterminer, lors du déplacement sur ce plan incliné :

1-le travail de la force de pesanteur.

2-le travail des forces de frottements assimilées à deux forces égales, colinéaires, de sens contraire au vecteur vitesse, de norme  $20\text{N}$  chacune.

### Exercice 5 :

Un ressort, de longueur à vide  $l_0=20\text{cm}$  et de raideur  $k=25\text{N.m}^{-1}$  est suspendu à un support.

1-Calculer le travail de la force qu'il faut exercer sur l'extrémité libre du ressort pour l'allonger de  $10\text{cm}$ .

2-A cette extrémité libre, on suspend un corps de masse  $m=300\text{g}$ . Calculer la longueur du ressort à l'équilibre.

3-Le corps de masse  $m=300\text{g}$  étant suspendu au ressort et en équilibre, on tire verticalement sur lui, vers le bas. Calculer le travail à fournir pour le faire descendre de  $5 \text{ cm}$ .

### Exercice 6 :

Un ressort, initialement à vide, est comprimé par un solide lancé vers lui. Il est ainsi raccourci de  $a= 1 \text{ cm}$ . Il faudrait exercer une force de  $3\text{N}$  pour le maintenir dans cet état.

1-Déterminer le travail fournit par le solide au ressort lors de la compression.

2-A partir de l'état final de la question précédente on raccourci encore le ressort de  $1\text{cm}$ , en appuyant sur le solide.

Déterminer le travail de la force  $\vec{F}$  force exercée par le solide poussé, sur le ressort.

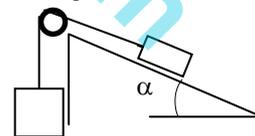
### Exercice 7 :

Un chariot A de masse  $m_A=2 \text{ kg}$  est placé sur un plan incliné d'un angle  $\alpha=30^\circ$  par rapport à l'horizontale. Il est attaché à un fil qui passe par une poulie (voir figure) et qui porte à son extrémité un solide B de masse  $m_B=1,1\text{kg}$ . On constate que, dans ces conditions les deux corps A et B sont animés d'un mouvement rectiligne uniforme. Pour une chute de B de  $1\text{m}$  ; déterminer:

1-Le travail du poids de B.

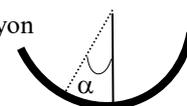
2-Le travail du poids de A.

3-La somme de ces deux travaux. Que représente-t-elle ? Conclure.



### Exercice 8 :

Un mobile de masse  $M = 100 \text{ g}$  glisse sans frottements à l'intérieur d'une auge cylindrique de rayon  $R = 1 \text{ m}$ , d'axe horizontal O. Faire le bilan des forces qui s'appliquent au mobile et calculer leur travail quand ce dernier glisse de La position  $\alpha = 30^\circ$  à la position  $\alpha = 0$ .



### Exercice 9 :

Un pendule est constitué par un fil à l'extrémité A duquel se trouve une petite bille de masse  $m$ . L'autre extrémité O du fil est fixe. On écarte le pendule de sa position d'équilibre verticale  $OA_0$ , d'un angle  $\theta$ , et on l'abandonne sans vitesse initiale. La bille décrit alors l'arc de  $AA_0$ .

1-Calculer le travail de la force de tension du fil lors du déplacement  $AA_0$ .

2-Calculer le travail du poids du corps au cours du même déplacement.

3-Décrire le mouvement de la bille après son passage en  $A_0$ .

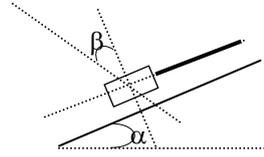
**Exercice 10:**

Un solide pouvant glisser sur un plan incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale, est tiré avec une ficelle parallèlement à une ligne de plus grande pente du plan. Sa vitesse est constante et est égale à  $0,2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Les frottements ont pour effet d'incliner la réaction  $\vec{R}$  du plan sur le solide d'un angle  $\beta$ .

1-Montrer que le travail de la tension  $\vec{T}$  de la ficelle doit compenser la somme des travaux des composantes vectorielles du poids  $\vec{P}$  et de la réaction  $\vec{R}$  suivant la direction du mouvement.

2-Calculer le travail de la tension pour un déplacement du solide, vers le haut, de 2m. Quelle est la puissance mise en jeu par cette force?

On donne:  $P=30\text{N}$ ;  $\beta=10^\circ$ ;  $\alpha=30^\circ$



**Exercice 11:**

Un solide tournant à la vitesse angulaire  $\omega$  autour de l'axe fixe  $\Delta$ , est soumis au couple moteur de moment  $\mathcal{M}_{/\Delta}$

1-Quelle est l'expression de la puissance instantanée P de ce moteur ?

2-Quelle est la valeur du travail W fourni par le moteur pendant une rotation d'un tour du solide ?

**Exercice 12:**

Pour entraîner un tourniquet de rayon R un enfant exerce une force  $\vec{F}$  d'intensité constante, dont la droite d'action est constamment tangente, à la périphérie du tourniquet.

Initialement au repos, à l'instant  $t = 0$ , le tourniquet se met à tourner. A l'instant t, l'angle de rotation est donné par  $\Delta\theta = at^2$ , où a est une constante.

Déterminer l'expression du travail fournit par l'enfant :

1-Lorsque le tourniquet a fait un tour;

2-Lorsque l'enfant a exercé son action pendant une durée  $t_1$ .

**Exercice 13:**

Le dispositif moteur d'une montre à aiguille est constitué d'un ressort spiral que l'on enroule sur lui-même en tournant le remontoir. Il restitue de l'énergie en se déroulant progressivement. Le ressort a les mêmes propriétés qu'un fil de torsion: le moment du couple de torsion qu'il crée s'exprime par  $\mathcal{M} = -C\theta$ ;  $\theta$  étant l'angle d'enroulement.

Sachant que C a pour valeur  $5 \cdot 10^{-5}\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{rad}^{-1}$ , déterminer le travail effectué lorsqu'on agit sur le remontoir pour enrouler le spiral au premier tour, puis au deuxième tour.

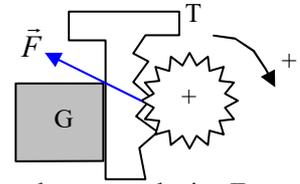
**Exercice 14:**

Une tige T, de masse  $m=300\text{g}$ , est entraînée vers le haut Par une roue dentée, à vitesse constante. Elle s'élève de 10cm. La tige glisse sans frottement contre la glissière G.

1-Trouver une relation, littérale, entre les forces qui s'exercent sur la tige T.

En déduire une relation entre les puissances.

2-Déterminer, puis calculer numériquement le travail effectué Par la force  $\vec{F}$ , exercée par la roue sur la tige T.



**Exercice 15:**

1-La puissance moyenne maximale du tube à éclats d'un stroboscope électrique est  $P_0 = 4\text{W}$ . Sachant que l'énergie libérée à chaque flash est  $W_0 = 16\text{mJ}$ , calculer la fréquence maximale de fonctionnement du stroboscope.

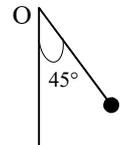
2-La durée de l'éclair émis par le tube est en moyenne  $\delta t = 0,9\text{ms}$ . Calculer la puissance déléguée à chaque éclair.

**Exercice 16:**

Un pendule est constitué d'une sphère S, de masse  $m = 200\text{g}$  et de rayon négligeable, relié par un fil de longueur  $l = 0,8\text{m}$  à un axe horizontal O. On écarte le pendule par rapport à la verticale d'un angle  $\theta = 45^\circ$  et on l'abandonne sans vitesse initiale.

1-Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la sphère S.

2-Calculer le travail de chacune d'elles au cours de son passage à la verticale.



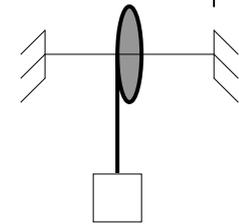
**Exercice 17:**

Le centre d'un disque est fixé à un fil de torsion. Sur la périphérie du disque, est enroulée une ficelle qui porte une charge de masse  $m = 200\text{g}$ .

1-Le disque a un rayon  $r = 5,0\text{cm}$ . ; à l'équilibre le fil est tordu d'un angle  $\theta = 120^\circ$ ; calculer sa constante de torsion C.

2-Déterminer le travail qu'il faut fournir en tirant verticalement sur la ficelle ; la masse y restant suspendue, pour que le disque effectue un demi-tour de plus.

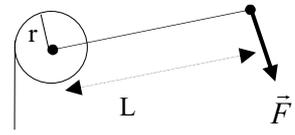
3-Même question si on décroche la masse avant de tirer sur la ficelle.



**Exercice 18:**

Un treuil de rayon  $r=10\text{cm}$  est actionné à l'aide d'une manivelle de longueur  $L=50\text{cm}$ .

On exerce une force  $\vec{F}$  perpendiculaire à la manivelle afin de faire monter une charge de masse  $m=50\text{kg}$ . Le poids du treuil, de la manivelle et de la corde



sont négligeables devant les autres forces qui leur sont appliquées.  
Les frottements au niveau de la corde sont négligés.



1-Calculer la valeur de la force  $\vec{F}$  pour qu'au cours de la montée, le centre de masse de la charge soit en mouvement rectiligne uniforme.

2-Quel est le travail effectué par la force  $\vec{F}$  quand la manivelle effectue  $N = 10$  tours ?

3-De quelle hauteur  $h$  la charge est-elle alors montée ?

4-La manivelle est remplacée par un moteur qui exerce sur le treuil un couple de moment constant  $\mathcal{M}$

4.1-Le treuil tourne de  $N = 10$  tours. Le couple moteur fournit un travail égal à celui effectué par la force  $\vec{F}$  lors de la rotation précédente. Calculer le moment  $\mathcal{M}$  du couple moteur.

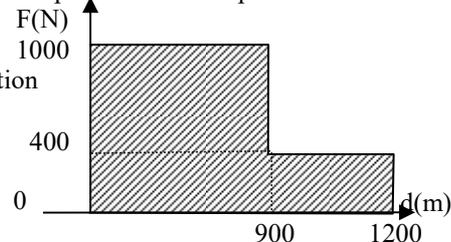
4.2-La vitesse angulaire du treuil est constante et égale à  $\omega = 1 \text{ tr.s}^{-1}$ . Quelle est la puissance du couple moteur ?

**Exercice 19 :**

Un système quelconque exerce sur un équipage en translation rectiligne, parallèlement à la direction du déplacement, une force dont l'intensité en fonction de la distance parcourue est représentée sur la figure.

1-Calculer le travail fourni.

2-Comparer ce travail à l'aire hachurée. Justifier.



**Exercice 20 :**

La puissance d'une force exercée sur un solide varie au cours du temps selon le graphique de la figure 1.

1-Calculer le travail fourni par la force entre les instants 0 et 150s.

2-Comparer ce travail à l'aire hachurée.

3-La puissance, fournie par un moteur d'automobile en fonction du temps, est représentée sur le graphique de la figure 2. Calculer le travail fourni par le moteur en se servant de la question 2-.

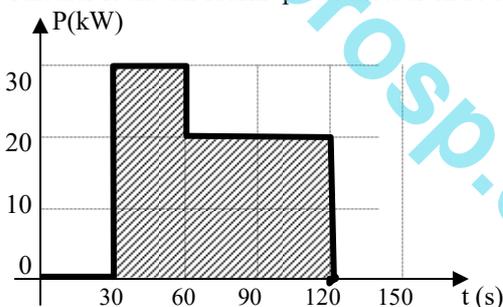


Fig.1

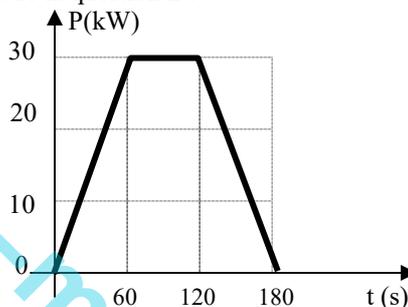


Fig.2

**Exercice 21 :**

Deux poulies, solidaires l'un de l'autre, de rayons respectifs  $r_1 = 0,2\text{m}$  et  $r_2 = 0,5\text{m}$  sont mobiles d'un axe horizontal  $\Delta$ . Leur masse totale est  $M$ . Sur la petite poulie est enroulée une corde de poids négligeable devant les autres forces qui lui sont appliquées. A l'extrémité A de la corde est fixée une charge.

1-L'ensemble reste en équilibre si la masse de la charge reste inférieure ou égale à  $m' = 0,5\text{kg}$ . Calculer le moment constant du couple de frottements s'exerçant sur les poulies au niveau de l'axe  $\Delta$ .

2-Une charge de masse  $M = 10\text{kg}$  est fixée en A. Pour l'élever, un manœuvre exerce une force  $\vec{F}$  à l'extrémité d'une corde passant sur la gorge de la grande poulie. Le couple de frottements étant le même que précédemment, calculer la valeur de  $\vec{F}$  pour que la charge soit montée avec une vitesse constante.

3-On supprime la corde s'enroulant sur la grande poulie et on entraîne le tout à l'aide d'un moteur. Quel doit être le moment du couple moteur pour que la charge soit montée dans les mêmes conditions que la deuxième question ? Le couple de frottement étant le même que précédemment.

4-Sachant que la vitesse de rotation de la poulie est  $n = 1 \text{ tr.s}^{-1}$ , calculer la puissance du moteur.

5-De quelle hauteur  $h$  est montée la charge en 10s ?

6-Quel aurait dû être le travail de la force musculaire exercée par le manœuvre, pour faire monter la charge de cette hauteur  $h$  ?

**Exercice 22 :**

On donne pour la fusée Ariane au décollage : Masse totale  $M = 207\text{tonnes}$ , force propulsive (poussée) :  $F = 2,40.10^6\text{N}$

On se place au début de la phase de décollage en supposant que la masse de la fusée est pratiquement constante (la masse des gaz éjectée est faible par rapport à  $M$ ) et l'intensité de la pesanteur constante.

Calculer, lorsque la fusée a effectué un déplacement de 5km suivant la verticale :

1-le travail de la force propulsive  $F$  ;

2-le travail du poids de la fusée  $P$  ;

3-La vitesse atteinte (dans les conditions simplificatrice adoptées ici). L'exprimer en  $\text{m.s}^{-1}$  et en  $\text{km.h}^{-1}$  ;

4-La puissance développée par les moteurs à l'instant considéré.

## ENERGIE CINETIQUE

### Exercice 1 :

- 1-Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
- 2-Une énergie cinétique peut-elle être négative ?
- 3-Une variation d'énergie cinétique peut-elle être négative ? Justifier. Illustrer par un exemple.

### Exercice 2 :

Calculer l'énergie cinétique de translation :

- d'une molécule de dioxygène dans l'air à la vitesse de  $400\text{m.s}^{-1}$  ;
- d'une balle de tennis au service,  $m = 57\text{g}$ ,  $v = 230\text{km.h}^{-1}$  ;
- d'un champion de masse  $75\text{kg}$  courant le  $100\text{m}$  en  $10\text{s}$  ;
- d'un motocycliste sur sa machine (masse de l'ensemble est  $290\text{kg}$ ), roulant à la vitesse de  $144\text{km.h}^{-1}$  ;
- d'une voiture de masse  $900\text{kg}$  roulant à  $90\text{km.h}^{-1}$  ;
- d'un pétrolier géant de  $500000\text{t}$  naviguant à  $16$  nœuds ( $1\text{nœud} = 1850$  mètre par heure)
- d'un Boeing 747 de  $351\text{t}$  volant à  $1030\text{km.h}^{-1}$ .

### Exercice 3 :

Un jeu de fête foraine consiste à projeter un chariot le long d'un plan incliné. Quelle énergie cinétique le joueur doit-il communiquer au chariot pour que celui-ci heurte le butoir avec une vitesse de  $2\text{m.s}^{-1}$  en supposant :

- 1-les frottements négligeables ;
- 2-les frottements équivalents à une force d'intensité constante égale à  $100\text{N}$ .

### Exercice 4 :

Un skieur de masse  $m=80\text{kg}$  glisse sur un début de piste formé de deux parties AB et BC. La piste AB représente un sixième de circonférence de rayon  $r = 10\text{cm}$  ; BC est une partie rectiligne horizontale de longueur  $L= 50\text{cm}$ . Toute la trajectoire a lieu dans même plan vertical.

Le skieur part de A sans vitesse initiale. On peut assimiler le mouvement du skieur à celui de son centre d'inertie.

- 1-La piste est verglacée. On peut supposer les frottements négligeables. Calculer la vitesse du skieur en B et en C.
- 2-La piste est recouverte de neige. Les forces de frottements sont équivalentes à une seule force toujours tangente à la trajectoire et ayant une intensité constante  $f$ .

- 2.1-Exprimer  $v_B$  et  $v_C$  en fonction de  $m$ ,  $r$  et  $f$ .
- 2.2-Calculer l'intensité de  $f$  qui amène le skieur en C avec une vitesse nulle.

### Exercice 5 :

Une automobile, de masse  $m=1\text{t}$ , descend une côte rectiligne, de pente  $5\%$ , à vitesse constante. On peut l'assimiler à un solide soumis à :

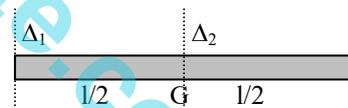
- une force  $\vec{F}$ , dirigée dans le sens du mouvement représentant l'action du moteur, de puissance  $\overline{P}_F = 5\text{kW}$
- une force  $\vec{f}$ , dirigée en sens inverse du mouvement, d'intensité  $800\text{N}$ , représentant les frottements

- 1-Quelle relation peut-on écrire entre les travaux effectués par les forces qui agissent sur l'automobile, pendant l'intervalle de temps  $t$  ? En déduire une relation entre les puissances.
- 2-Calculer numériquement la vitesse de l'automobile.

### Exercice 6 :

Une barre de masse  $m$ , de longueur  $l$ , tourne à vitesse angulaire constante autour d'un axe. Lorsque la rotation se fait autour de l'axe  $\Delta_1$  (fig. ci-contre),

l'énergie cinétique est  $E_{C1} = 10\text{J}$ . Lorsque la rotation se fait au tour de  $\Delta_2$ , à la même vitesse l'énergie cinétique est  $E_{C2} = 40\text{J}$ . Quelle rotation existe-t-il entre les moments d'inertie de la barre par rapport à  $\Delta_1$  et par rapport à  $\Delta_2$  ?



### Exercice 7 :

Une barre OA de longueur  $l = 1\text{m}$ , de masse  $m = 5\text{kg}$ , dont le centre d'inertie G est au milieu de OA est mobile sans frottement au tour d'un axe horizontal O. La barre est lâchée sans vitesse à partir de la position verticale.

Calculer la vitesse du point du point A lorsqu'il passe.

- 1-A l'horizontal ;
- 2-A la verticale de l'axe, au dessous.

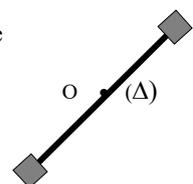
### Exercice 8 :

Une barre AB, de masse  $m=200\text{g}$ , de longueur  $2l=50\text{cm}$ , est mobile autour d'un axe  $\Delta$  horizontal passant par son centre d'inertie en O. Son moment d'inertie par rapport à  $\Delta$  est donné par la relation  $J_{\Delta} = \frac{1}{3} \text{ml}^2$ . La barre

est munie de deux surcharges quasi ponctuelles, de masse  $m'=150\text{g}$ , fixées en A et en B.

- 1-L'ensemble est lancé à une vitesse angulaire de rotation de  $100\text{tr.min}^{-1}$ . Quelle est alors son énergie cinétique ?

- 2-Des forces de frottements ralentissent le système, qui s'arrête en  $10\text{min}$ . Quelle est la puissance moyenne des forces de frottement ?



3-La barre s'arrête après avoir effectué 500 tours. Quel est Le moment, supposé constant, des forces de frottement ?

**Exercice 9 :**

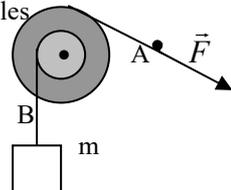
Une bille B, de masse  $m=50g$ , est accrochée à un fil de longueur  $l=30cm$ . Elle est écartée de sa position d'équilibre d'un angle  $\alpha=40^\circ$ , puis lâchée sans vitesse. Les frottements sont négligeables ainsi que la masse du fil. A un instant, tous les points de la bille, qui est de petite dimension, ont le même vecteur vitesse  $\vec{v}$ .

Déterminer l'énergie cinétique  $E_c$ , et la vitesse  $v$ , de la bille lorsqu'elle passe par sa position d'équilibre.

Si  $\alpha$  est pris plus grand, la vitesse de passage  $v$  sera plus importante. Peut – on dire que  $v$  est proportionnel à  $\alpha$ ?

**Exercice 10 :**

Deux fils sont enroulés sur une poulie à deux gorges (de rayons  $R_1 < R_2$ ). L'un des fils est fixé à une charge de masse  $m$  ; sur l'autre fil, on exerce une force  $\vec{F}$ . L'action de l'axe de rotation sur la poulie est équivalente à une force  $\vec{R}$  appliquée en un point de l'axe de rotation. Les poids de la poulie et des fils sont négligeables.



1-Ecrire la relation entre  $F$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $m$  et  $g$  à l'équilibre.

2-La charge monte à vitesse constante  $v_B$ .

2.1-Quelle relation existe-t-il entre  $v_A$  et  $v_B$  ?

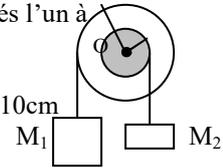
2.2-Quelle longueur  $L$  de corde a-t-on tirée en A pour un déplacement  $h$  de la charge ?

**Exercice 11 :**

Dans le dispositif de la figure ci-contre, les fils de suspension sont sans masse et il s'enroulent ou se déroulent sans glissement. Les cylindres, de rayons  $R_1$  et  $R_2$  ( $R_1 > R_2$ ) ont même axe horizontal O, sont soudés l'un à l'autre et tournent dans le sens indiqué à la fréquence  $5tr.s^{-1}$ . Calculer l'énergie cinétique du système formé par les deux cylindres et les deux solides  $S_1$  et  $S_2$ . On donne :

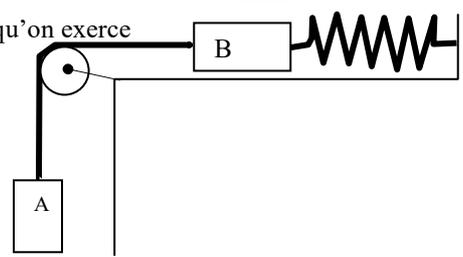
-Moment d'inertie de la partie tournante par rapport à son axe O :  $J_o=2kg.m^2$ .  $R_1=20cm$ ;  $R_2=10cm$

-masses respectives des solides  $S_1$  et  $S_2$  :  $M_1=10kg$  et  $M_2=4kg$ .



**Exercice 12 :**

On réalise le dispositif de la figure l'allongement du ressort est de 1cm lorsqu'on exerce une force de 0,5 N sur le ressort. Le solide B se déplace horizontalement sans frottement. La poulie est de masses négligeable.



1-A l'équilibre, quel est l'allongement du ressort ?

On donne :  $m_A = 200g$  ;  $m_B = 200g$  ;

2-A partir de cette position, un opérateur abaisse A lentement et verticalement de 10 cm.

Quel est le travail fourni au système par l'opérateur ?

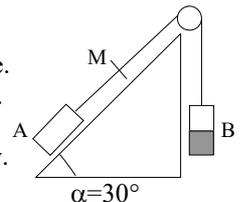
3-On lâche le corps A.

3.1-Calculer sa vitesse de translation lorsque le système repasse par sa position d'équilibre.

3.2-Même question lorsque le ressort n'est plus tendu.

**Exercice 13 :**

Un solide A, de masse  $m=2kg$  peut glisser sans frottement le long d'une ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle  $\alpha=30^\circ$  par rapport à l'horizontale. A est relié à un solide B, de même masse, par un fil inextensible passant sur une poulie sans frottement. La tension du fil est la même de part et d'autre de la poulie. Le brin de fil qui tire A est parallèle aux lignes de plus grande pente.



1-Ce système étant abandonné à lui même, sans vitesse, montrer que l'équilibre n'est pas possible.

1.1-A va-t-il partir vers le haut ou le bas ?

1.2-Montrer que, au cours du mouvement, à un instant quelconque, A et B ont la même vitesse  $v$ .

2-A va de O à M, B descend de N à P. Soient  $\vec{T}_A$  et  $\vec{T}_B$  les forces exercées par le fil sur A et B.

2.1-Déterminer à chaque instant, la somme des puissances de  $\vec{T}_A$  et  $\vec{T}_B$ .

2.2-En déduire que la somme des travaux de  $\vec{T}_A$  et  $\vec{T}_B$ , au cours du déplacement de O à M, a une valeur simple.

3-A est abandonné de O sans vitesse. Déterminer l'énergie cinétique du système (A, B) lorsque A passe par M, sachant que  $OM=50cm$ . Quelle est la vitesse de A lors de son passage par M ?

4-Le solide B est composé de deux parties, l'une au – dessus de l'autre. La partie inférieure, de masse  $m'$ , male collée, se détache de la partie supérieure lorsque A passe par M avec la vitesse  $v_M$ . Sachant que A continue à monter avec la vitesse  $v_M$ , déterminer  $m'$ .

5-Déterminer la tension du fil :

5.1-lorsque A va de O à M, on supposera la tension constante.

5.2-lorsque A continue son mouvement au – delà de M ; on supposera de nouveau la tension constante.

**Exercice 14 :**

Une boule de masse  $m=1kg$  et de rayon  $R=4cm$  roule sans glisser sur une table horizontale. Son centre d'inertie se déplace en ligne droite à la vitesse  $v = 1,5m.s^{-1}$ . Quelle est l'énergie cinétique de cette boule ?

**Exercice 15 :**

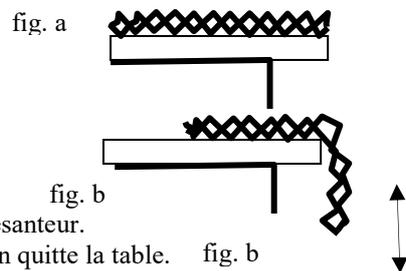
Une bille de masse  $m=10\text{g}$ , de rayon  $R=1,2\text{cm}$  est abandonnée sans vitesse initiale à un point A d'un plan incliné d'un angle  $\alpha=20^\circ$ . Elle roule sans glisser le long de la pente. Les frottements sont équivalentes à une force unique d'intensité  $f=1,6\text{N}$ .

1-Donner l'expression de la vitesse de la bille à un point M situé à une distance  $x$  de A.

2-Calculer la vitesse de la bille lorsqu'elle passe par le point B situé sur le plan horizontal à une distance  $l=3,6\text{m}$

**Exercice 16 :**

Une chaînette de masse  $m=50\text{g}$  de longueur  $L=80\text{cm}$ , dont tous les maillons sont identiques, est posée sur une table horizontale parfaitement lisse. A la figure a la chaînette tend à être entraînée par le seul maillon qui pend : elle est maintenue en équilibre par l'opérateur. Une fois lâchée, Celle-ci se met à glisse comme l'indique la figure b.



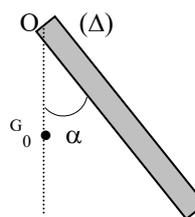
1-Exprimer l'énergie cinétique de la chaînette en fonction de sa masse  $m$ , de sa longueur  $L$ , de sa longueur  $l$  de sa partie pendante et de l'intensité  $g$  de la pesanteur.

2-En déduire la valeur numérique de la vitesse au moment ou le dernier maillon quitte la table. On admet que la déformation de la chaînette ne requiert aucun travail.

**Exercice 17:**

Une règle plate, homogène, peut tourner sans frottement, dans un Plan vertical, autour d'un axe horizontal  $\Delta$  passant par l'extrémité O

De la règle. La longueur de la règle est  $l=50\text{cm}$  ; soit  $m$  sa masse.  $J_{\Delta}=\frac{1}{3}ml^2$



1-La règle est écartée de  $\alpha=30^\circ$  de la verticale et lâchée sans vitesse.

Quelle est sa vitesse angulaire lorsqu'elle repasse par la verticale ?

2-La règle continue à tourner au delà de la verticale,  $OG_0$ . De quel angle  $\beta$  s'écarte-t-elle au maximum de  $OG_0$  ?

**Exercice 18 :**

On assimilera la terre à une sphère de rayon  $R=6400\text{km}$ . Par rapport au repère géocentrique, elle a un mouvement de rotation uniforme autour de l'axe supposé fixe SN, la durée d'un tour est pratiquement  $1j=24\text{h}$ .

1-Evaluer la vitesse de rotation de la terre en  $\text{tr.min}^{-1}$  et en  $\text{rad.s}^{-1}$ . Dessiner la flèche représentant  $\omega$ . On notera q'un point de la terre tourne de l'Ouest vers l'Est.

2-Quelle est la vitesse linéaire d'un point E situé sur l'équateur ?

3-Quelle est la vitesse linéaire d'un point P situé à Paris, dont la latitude est  $\lambda=49^\circ$  ?

4-Calculer numériquement le moment d'inertie de la terre par rapport à son axe SN. On l'assimilera à une sphère homogène de masse  $m=6.10^{24}\text{kg}$ .

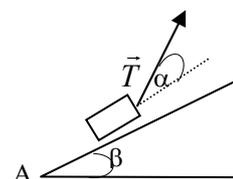
5-Calculer numériquement l'énergie cinétique de la terre par rapport :

5.1-au repère géocentrique,

5.2-au repère terrestre.

**Exercice 19 :**

A l'aide d'un câble, de tension  $T=1000\text{N}$ , on remonte sur une pente une charge de poids  $P=500\text{N}$ . Le câble fait avec la ligne de plus grande pente un angle  $\alpha=60^\circ$  et la pente fait un angle  $\beta=30^\circ$ .



1-Quelle est la vitesse atteinte par la charge au cours d'un déplacement  $l=100\text{m}$  à partir du point A. Les frottements étant négligés.

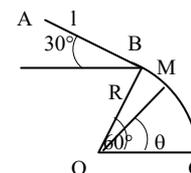
2-A partir de cette longueur  $l$ , le câble se casse. Quelle est la longueur supplémentaire  $l'$  parcourue par la charge avant de redescendre.

3-A la descente, la charge est soumise à une force de frottement supposée constante, opposée au mouvement d'intensité  $f=100\text{N}$ . Avec quelle vitesse  $v_A$ , repasse-t-elle en A ?

4-Au cours de la descente, s'il n'y avait pas de frottements, la charge arriverait au point A avec une vitesse  $v'_A$ . Sans calcul, comparer  $v_A$  et  $v'_A$ .

**Exercice 20:**

Une glissière est formée de deux parties (figure) :AB est un plan incliné d'un angle  $\alpha=30^\circ$  par rapport à l'horizontale, de longueur  $AB=l=1\text{m}$  ; BC est une portion de cercle de centre O,



de rayon  $r=2\text{m}$  et d'angle  $\theta_0=(\overrightarrow{OC},\overrightarrow{OB})=60^\circ$ . Dans tout le problème on considérera les frottements négligeables.

1-Un solide ponctuel de masse  $m=100\text{g}$ , quitte A sans vitesse initiale. Exprimer et calculer la vitesse du solide  $v_B$  en B.

2-Le solide aborde la partie circulaire de la glissière avec la vitesse  $v_B$ . Exprimer, pour un point M du cercle tel que  $(\overrightarrow{OC},\overrightarrow{OM})=\theta$ , la vitesse  $v_M$  en fonction de  $v_B$ ,  $r$ ,  $g$  et  $\theta$ .

(Bac)

## ENERGIE POTENTIELLE - ENERGIE MECANIQUE

**Dans tous les exercices on prendra  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$**

### Exercice 1 :

Un enfant lance verticalement, vers le haut une bille de masse  $m = 20\text{g}$ . A une hauteur de  $1,30\text{m}$  du sol, sa vitesse est de  $4\text{m.s}^{-1}$ . On néglige la résistance de l'air.

1- Donner l'expression de l'énergie mécanique de la bille à un instant quelconque, en précisant l'état de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur.

2- Jusqu'à quelle hauteur la bille va-t-elle monter ?

3- Avec quelle vitesse va-t-elle repasser par le point d'altitude  $1,30\text{m}$  ? Avec quelle vitesse va-t-elle atteindre le sol ?

### Exercice 2 :

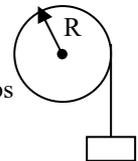
Une masse  $m = 1\text{kg}$  est accrochée à un ressort verticale de longueur à vide  $l_0 = 0,5\text{m}$ , de constance de raideur  $k = 40\text{N.m}^{-1}$ .

1- Quelle est la longueur du ressort à l'équilibre ?

2- Quelle est l'énergie potentielle du système {lampe+ support} dans le champ de pesanteur, lorsqu'il est écarté de sa position d'équilibre ? On choisit la constance  $E_{p_0}$  de manière que l'énergie potentielle soit nulle à l'équilibre.

### Exercice 3 :

Un solide de masse  $m = 4\text{kg}$  est attaché à une corde de masse négligeable, enroulé sur un cylindre de rayon  $R = 10\text{cm}$  et de moment d'inertie  $J = 0,08\text{kgm}^2$  par rapport à un axe de rotation. On suppose les frottements négligeables. Le système est abandonné sans vitesse initiale. Calculer la vitesse  $v$  du corps de masse  $m$ , après un déplacement de longueur  $l = 3\text{m}$ .



### Exercice 4 :

Un pendule est constitué d'une tige OA, de longueur  $l = 50\text{cm}$ , de masse négligeable, mobile sans frottement autour d'un axe horizontal  $\Delta$  passant par le point O. En A est fixée une masse quasi ponctuelle  $m = 500\text{g}$ . La résistance de l'air est négligeable.

1- Le pendule est initialement immobile, en équilibre stable. Un opérateur l'écarte de sa position d'un angle  $\alpha = 60^\circ$  par rapport à la verticale. En prenant comme référence de l'énergie potentielle, la position d'équilibre stable, calculer l'énergie mécanique du pendule dans cette nouvelle position.

2- Le pendule est lâché par l'opérateur, sans vitesse, et effectue des oscillations. Calculer la vitesse angulaire du pendule lorsqu'au cours des oscillations, il passe par sa position d'équilibre.

3- On veut ensuite que le pendule fasse un tour complet. Quelle énergie mécanique minimale faut-il lui fournir initialement au repos? Quelle est la vitesse angulaire du pendule lorsqu'il traverse le plan horizontal contenant l'axe  $\Delta$ .

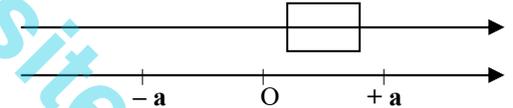
### Exercice 5 :

Un solide de masse  $m = 100\text{g}$  peut coulisser sans frottement sur une tige horizontale ; Il est relié à un ressort de constante de raideur  $k$ . A l'équilibre, son centre d'inertie est en O. Lorsqu'il oscille entre les points d'abscisses  $-a$  et  $+a$ , avec  $a = 5\text{cm}$ , sa vitesse de passage à la position d'équilibre est  $v_0 = 2\text{m.s}^{-1}$ .

1- Calculer la constante de raideur  $k$  du ressort.

2- Calculer la vitesse de passage au point d'abscisse  $a/2$ .

3- En réalité, la vitesse de passage au point d'abscisse  $a/2$  n'est que de  $1,5\text{m.s}^{-1}$  lorsque le centre d'inertie du solide part du point d'abscisse  $+a$ . Calculer l'intensité, supposée constante, de la force de frottement.



### Exercice 6 :

On considère le système schématisé sur la figure. Le ressort a une raideur  $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$  et une longueur à vide  $l_0 = 30\text{cm}$ . La masse du corps A est  $m_A = 0,2\text{kg}$ , celle du corps B de  $m_B = 0,1\text{kg}$ . On néglige la masse de la poulie.

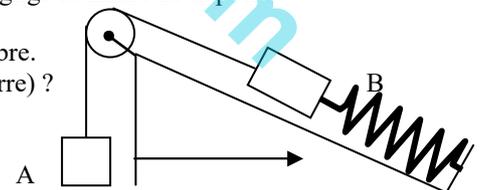
1- Calculer l'allongement du ressort à l'équilibre.

2- On tire la masse  $m_A$  vers le bas de  $20 \text{ cm}$  à partir de la position d'équilibre.

Quelle est la variation d'énergie potentielle du système (A+B+ ressort +terre) ?

3- On lâche la masse  $m_A$ . Quelle est l'énergie mécanique totale du système à un instant ultérieure quelconque ? On précisera l'état de référence choisit pour l'énergie potentielle de pesanteur.

4- Calculer la vitesse du corps A lorsque ce dernier passe par la position d'équilibre défini en 1-



### Exercice 7 :

Un solide S de masse  $m = 2\text{kg}$  descend un plan incliné poli d'une hauteur  $h = 1\text{m}$  en partant sans vitesse initiale de A. Arrivé au bas du plan incliné, il rencontre un plan rugueux horizontal BC où il est soumis à une force de frottement d'intensité constante  $f = 6\text{N}$ . En C, il monte une surface courbe, formée d'un arc de cercle CD poli. La longueur du parcours BC est  $2\text{m}$ . On néglige les dimensions de S.

1- Quelle est la vitesse de S en B ?

2- Quelle est sa vitesse en C ?

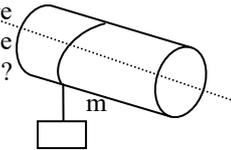
3- A quelle hauteur S remonte-t-il sur la surface CD avant de rebrousser chemin ?

4- A quel endroit S va-t-il finalement s'arrêter ?

On choisira l'origine des altitudes et l'état de référence la position de B pour l'énergie potentielle.

**Exercice 8 :**

Un cylindre de rayon R est mobile autour d'un axe  $\Delta$  horizontal. Ce cylindre est solidaire d'un ressort spiral de constante de torsion C comme l'indique la figure. On enroule sur le cylindre un fil supportant une masse m. Quelle est l'énergie potentielle de cet ensemble ? On prend pour référence la position du système avant rotation du solide.



**Exercice 9 :**

Deux boules assimilables à deux points matériels de masses égales  $m = 100g$  sont accrochées aux extrémités d'une tige de longueur  $l = 50\text{ cm}$  de masse  $M = 200g$ . Cette tige est suspendue par son milieu à un fil de torsion de constante  $C = 2,5 \cdot 10^{-2}\text{ N.m.rad}^{-1}$ . On trouve la tige d'un angle  $\theta = 45^\circ$  et on la lâche. Déterminer la vitesse angulaire de ce pendule de torsion pour une abscisse angulaire quelconque  $\theta$ .

**Exercice 10 :**

Un chariot de masse  $m = 500g$  peut rouler sans frottement sur une piste ABCD représentée par la figure. Les caractéristiques de cette piste sont :  $AB = 2m$  ;  $R = 0,5m$  ;  $\theta = 60^\circ$ .

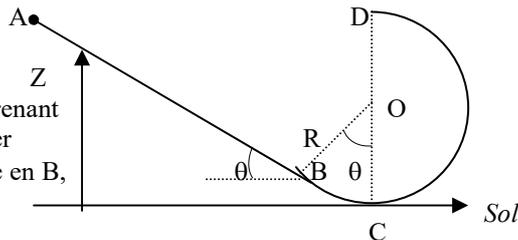
1-Exprimer littéralement les altitudes  $z_B$ ,  $z_A$  et  $z_D$  des points B, A et D et calculer-les numériquement.

2-Le chariot part de A sans vitesse initiale. Donner l'expression de son énergie mécanique  $E_A$  en A en prenant  $E_p = 0$  au niveau du sol (origine des altitudes) et la calculer

3-En calculant l'énergie cinétique et l'énergie potentielle en B, vérifier que son énergie mécanique  $E_B$  est égale à  $E_A$ .

4-Calculer la vitesse  $v_D$  du chariot en D.

5-L'expérience réalisée montre que le chariot passe en D avec une vitesse inférieure d'un tiers à celle qu'il devrait avoir. Calculer la longueur du chemin ABCD et déterminer l'intensité supposée constante de la force de frottement responsable de ce freinage.



**Exercice 11 :**

Une barre AB, homogène de section constante, de masse  $M = 4kg$  et de longueur  $l = 1,4m$  est mobile sans frottements, autour d'un axe horizontal  $\Delta$ , situé au voisinage immédiat de son extrémité A.

A l'instant  $t = 0$ , la barre est horizontale et son énergie potentielle est nulle. On communique alors à son extrémité B une vitesse verticale, dirigée vers le bas, de valeur  $v = 5m \cdot s^{-1}$ .

1-Calculer l'énergie mécanique de la barre au début de son mouvement, si  $J_A = 1/3MI^2$ .

2-Quelle est, au cours du mouvement, la hauteur maximale atteinte par le point B ? La repérer en prenant comme référence le niveau de l'axe  $\Delta$ .

3-Quelle est la vitesse angulaire  $\omega$  de la barre lorsque le point B passe par l'altitude  $z_B = -1m$  ? Pour quelle valeur de  $z_B$ , la vitesse angulaire  $\omega$  est-elle maximale ? Calculer numériquement la valeur  $\omega_{max}$  correspondante.

4-Quelle valeur minimale  $v_{min}$  faut-il donner à la vitesse initiale du point B pour que la barre fasse le tour complet de l'axe ?

5-On lance désormais la barre à partir de la même position B avec une vitesse verticale, dirigée vers le haut de valeur  $v' = 10m \cdot s^{-1}$ . Quelle sont alors les vitesses  $v_1$  et  $v_2$  du point B lorsqu'il passe à la verticale, respectivement, au-dessus de l'axe  $\Delta$ , puis au-dessous ?

**Exercice 12 :**

Un pendule est constitué d'une tige OA de longueur  $l = 60cm$ , de masse négligeable. En A est fixée une surcharge quasi ponctuelle de masse  $m = 500g$ . Un opérateur l'écarte de sa position d'équilibre stable d'un angle  $\alpha_m = 90^\circ$  et l'abandonne sans vitesse initiale. Après une oscillation le pendule ne s'écarte plus que d'un angle  $\alpha_1 = 80^\circ$  par rapport à la verticale.

1-Calculer l'énergie mécanique « perdue » au cours de cette oscillation.

2-les forces de frottement sont représentables par un couple de moment  $\mathcal{M}_\Delta$  par rapport à l'axe  $\Delta$ . Calculer la valeur absolue  $|\mathcal{M}_\Delta|$ , supposée constante (ce qui n'est pas conforme à la réalité, car  $\mathcal{M}_\Delta$  est fonction de la vitesse angulaire du pendule). On fera une supposition pour calculer l'angle décrit au cours d'une oscillation.

**Exercice 13 :**

On lance verticalement vers le haut, avec une vitesse  $v_0 = 3m \cdot s^{-1}$ , un solide quasi ponctuel, de masse  $m = 500g$ , à partir d'un point de cote  $z = 1,8m$ . La résistance de l'air est négligée. On admettra que l'énergie potentielle de pesanteur est nulle au point de cote  $z = 0$ .

1-Représenter graphiquement l'énergie potentielle de pesanteur  $E_p(z)$  en fonction de l'altitude  $z$ .

2-Représenter sur le même graphe,  $E_c(z)$  et  $E_m(z)$  en fonction de la cote  $z$ .

3-Calculer la vitesse  $v$  du solide en fonction de la cote  $z$ .

**Exercice 14 :**

Un projectile de masse  $m = 3kg$  est lancé d'un point A avec une vitesse  $v_0 = 24m \cdot s^{-1}$ . Le sommet S de sa trajectoire parabolique est situé à la hauteur  $h = 14,6m$  par rapport au point A. On néglige les frottements.

1-Avec quelle vitesse passe-t-il en S ?

2-Y a-t-il un ou plusieurs point(s) de la trajectoire où la vitesse du projectile a même valeur qu'en A ?

3-Le point C se trouve à 80m au dessous de A. Avec quelle vitesse le projectile arrive-t-il en C ?

4-Calculer l'énergie mécanique du système en A, en S et en C. Conclure.

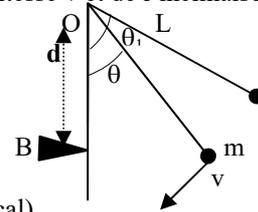
**Exercice 15 :**

Une sphère de masse  $m = 100\text{g}$  de dimensions négligeables, est suspendue à un point fixe O par un fil sans masse de Longueur  $l = 1\text{m}$ . Tous ses mouvements ont lieu dans le plan vertical (fig.).

1-On écarte le fil d'un angle  $\theta_1 = 60^\circ$  et on abandonne le pendule sans vitesse. On choisit par conversion l'énergie potentielle de la masse  $m$  nulle lorsque celle-ci est dans le plan horizontal passant par O. Calculer l'énergie mécanique de la sphère au départ du mouvement. Que devient-elle si les oscillations s'effectuent sans frottement.

2-Exprimer l'énergie mécanique E de la sphère en fonction de sa masse m, de sa vitesse v et de l'inclinaison  $\theta$  du pendule. Calculer  $E_c$  et  $E_p$  à la position d'équilibre stable.

3-On place maintenant, à la verticale du point O, mais au dessous, une butée B à la distance  $OB = d$  de l'axe. Le pendule est encore lâché sans vitesse du point d'élongation  $\theta_1 = 60^\circ$ . On admet que le choc entre le fil et la butée s'effectue avec conservation de l'énergie cinétique. A quelle distance de l'axe O faut-il placer la butée pour que le système remonte, après le choc, jusqu'à l'horizontale du point B ? Pour  $d < d_1$ , calculer l'angle de remontée de la masse m (avec la verticale).



**Exercice 16 :**

Un solide, de masse  $m = 50\text{g}$  peut glisser sans frottement sur deux plans inclinés OA et OB faisant respectivement les angles  $\alpha = 16^\circ 42'$  et  $\beta = 11^\circ 19'$ . H et K sont les projections de A et B sur l'axe horizontal Ox.  $OH = OK = 10\text{cm}$ .

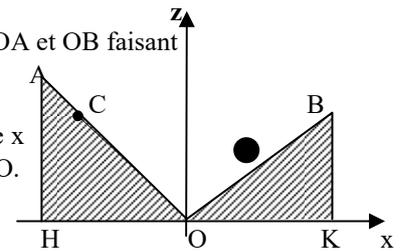
1-Exprimer l'énergie potentielle du système (S, Terre), en fonction de L'abscisse x de S, pour  $x \in [-0,1 ; +0,1\text{m}]$ . L'état de référence est défini par  $z = 0$ , S est en O.

2-S est lâché de B, sans vitesse, et glisse vers O. Quelle est au départ l'énergie mécanique E du système (S, Terre). Comment varie E au cours du mouvement ?

3-S est lâché de B, comme au 2-. Décrire son mouvement.

4-S lancé de B vers O avec la vitesse  $v_0$ , remonte ensuite de O à A où, il rebrousse chemin. Déterminer  $v_0$ .

5-S partant de A sans vitesse, observe-t-on des oscillations ?



**Exercice 17 :**

Un toboggan de plage est constitué par la piste AO situé dans un plan vertical. Un enfant partant en A sans vitesse initiale, atteint le point O avec une vitesse  $v_0$  puis entre dans l'eau avec une vitesse v. On assimilera l'enfant à un point matériel de masse m et les frottements sont supposés négligeables le long du toboggan.

1-La vitesse de l'enfant dépend-elle de la masse de l'enfant ?

2-Calculer en A, B (point le plus bas du toboggan), O et E (point d'entrée dans l'eau de l'enfant)

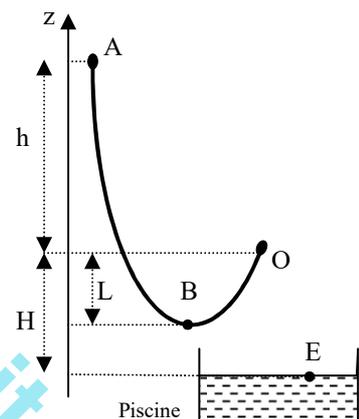
2.1-L'énergie potentielle de pesanteur du système (terre + enfant) (référence au niveau de O).

2.2-L'énergie cinétique de l'enfant.

2.3-La vitesse de l'enfant.

On donne :  $h = 5,0\text{m}$  ;  $H = 2\text{m}$  ;  $l = 1\text{m}$  ;  $g = 10\text{N.kg}^{-1}$  ;  $m = 30\text{kg}$

3-Représenter approximativement, sur un même graphique, l'énergie mécanique, l'énergie potentielle et l'énergie cinétique de l'enfant, lors de son trajet sur le toboggan, en fonction de son abscisse curviligne (distance parcourue depuis son départ). On donne  $AB = 8\text{m}$  et  $BO = 2\text{m}$ .



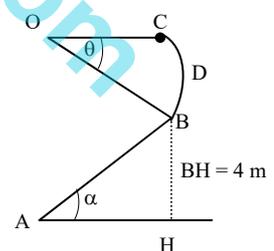
**Exercice 18 :**

Un solide S de masse  $m = 500\text{g}$  est lancé à partir d'un point A suivant une piste faisant un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale. A partir de B, le solide aborde une seconde piste assimilée à un arc de cercle de rayon  $R = 2\text{m}$  et d'angle au centre  $\theta = 60^\circ$ .

1-Avec quelle vitesse doit-on lancer le solide du point A pour qu'il atteigne le point C avec une vitesse nulle. Déterminer la vitesse au retour en A.

2-En réalité l'angle maximal atteint par le solide sur l'arc de cercle a pour valeur  $\theta' = 36^\circ$  ; le solide s'arrête alors en D. Déterminer l'énergie mécanique sur le trajet AD aussi que l'intensité de la force de frottement supposée constante sur ce trajet.

3-Déterminer la vitesse au retour en A. Conclure.



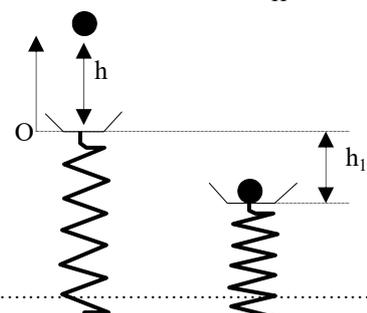
**Exercice 19 :**

Une bille en plomb de masse  $m = 100\text{g}$  tombe en chute libre d'une hauteur  $h = 1\text{m}$  sur un plateau de masse négligeable supporté par un ressort vertical (figure). Au moment du choc, la bille s'immobilise sur le plateau qui s'abaisse d'une hauteur  $h_1$  avant d'osciller.

1-Calculer la vitesse de la bille au contact du plateau.

2-Sachant que le ressort a pour raideur  $k = 840\text{N.kg}^{-1}$ .

Déterminer la hauteur  $h_1$  en appliquant :



- 2.1-le théorème de l'énergie cinétique ;
- 2.2-la conservation de l'énergie mécanique.



**Exercice 20 :**

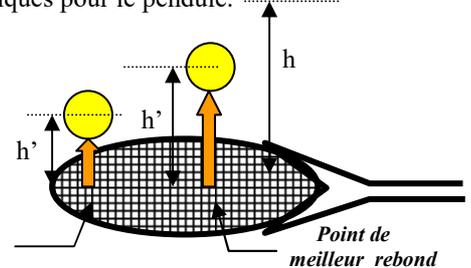
Un système est constitué par un solide S, que l'on peut considérer comme ponctuel, de masse 100g. Il est maintenu à une distance fixe de 1m d'un point O grâce à un fil inextensible et sans masse. O est l'intersection du plan du mouvement et de l'axe d'oscillation. Ce système constitue un pendule.

- 1-Donner l'expression de l'énergie de l'énergie potentielle du solide S en prenant comme niveau de référence zéro la position la plus basse de S. Tracer la courbe  $E_p = f(\alpha)$  pour  $\alpha \in [-\pi ; +\pi]$
- 2-On fournit au système une énergie totale  $E = 0,2$  J. Déterminer, en utilisant le graphique, l'énergie cinétique maximale du solide S. En déduire la vitesse de S au passage à la verticale. Quelle énergie totale faut-il fournir au système pour obtenir au passage à la verticale une vitesse deux fois plus grande ? En déduire l'angle que forme le fil avec la verticale dans la position la plus haute du solide.
- 3-Le système reçoit maintenant une énergie de 1J. Préciser le mouvement du pendule.
- 4-On veut faire tourner le pendule autour de l'axe. Quelle énergie minimale faut-il lui fournir ?
- 5-La valeur choisie est de 3J ; déterminer les vitesses angulaires du pendule puis les vitesses linéaires de S pour les positions extrêmes. Représenter les vecteurs vitesses  $\vec{v}$ . Quelle énergie faut-il lui fournir pour que la vitesse minimale soit de  $3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ? Quelle est alors la vitesse maximale ?
- 6-On considère la partie comprise entre  $-\frac{\pi}{12}$  et  $+\frac{\pi}{12}$ . Représenter à une échelle plus grande les variations

$E_p = f(\alpha)$ . Préciser le domaine où on peut admettre des oscillations harmoniques pour le pendule.

**Exercice 21 :**

Quand on laisse tomber, d'une hauteur h, une balle de tennis sur une raquette horizontale maintenue par le manche, elle rebondit d'une hauteur h' qui varie suivant le point d'impact. Pour  $h=2,54$  m,  $h'=1,15$  m, si l'impact est au point de meilleur rebond et  $h'=0,37$  m si l'impact est près de l'extrémité du cadre. La masse de la balle vaut  $m = 57\text{g}$ .

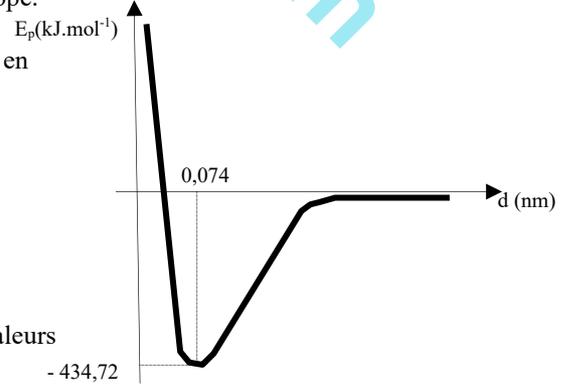


- 1-Quelle est la variation d'énergie mécanique de la balle à l'issue du rebond :
  - 1.1-au point de meilleur rebond ?
  - 1.2-près de l'extrémité du cadre de la raquette ?
- 2-Déterminer le rapport e de la vitesse de la balle quand elle quitte la raquette à la vitesse quand elle arrive sur celle-ci, dans chacun des cas cités. Ce rapport est appelé facteur de restitution de la raquette. L'exprimer en fonction du rapport des hauteurs h et h'. On négligera les frottements de l'air.
- 3-Lorsque la balle tombe d'une hauteur  $h = 2,54$  m sur du ciment, elle rebondit jusqu'à une hauteur  $h' = 1,47$  m. comparer le facteur de restitution du ciment au meilleur facteur de restitution de la raquette. Conclure.
- 4-En 1985, Boris Becker a réussi le service le plus rapide en communiquant à la balle une vitesse  $v = 269\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .
  - 4.1-Calculer l'énergie cinétique de la balle.
  - 4.2-Si la balle avait été lancée verticalement vers le haut, quelle hauteur maximale aurait-elle atteinte si l'on néglige les frottements de l'air ?
- 5-La plus grande vitesse de balle dans le circuit ATP, en 1992, servie par Guy Forget est  $v = 208\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .
  - 5.1-En admettant que la balle ne reste au contact des cordes, pendant la frappe, que pendant une durée  $\Delta t = 4\text{ms}$ , calculer la puissance P fournie sous forme cinétique à la balle.
  - 5.2-Calculer la force  $\vec{F}$  qui s'exerce sur la balle en admettant qu'elle est donnée par la relation  $\vec{F} = \frac{m\Delta\vec{v}}{\Delta t}$  ; où

$\Delta\vec{v}$  est la variation du vecteur vitesse pendant la durée  $\Delta t$  de la frappe.

**Exercice 22 :**

L'énergie potentielle de la molécule de dihydrogène  $\text{H}_2$  est donnée en fonction de d, distance entre les deux atomes, par le graphique. On étudie le mouvement d'un atome par rapport à l'autre.



- 1-Pour quelle valeur de d les deux atomes sont au repos l'un par rapport à l'autre ?
- 2-Quel est le travail minimal qu'il faut fournir aux deux atomes pour les séparer complètement lorsqu'ils sont initialement au repos l'un par rapport à l'autre ?
- 3-Une molécule de dihydrogène a une énergie de  $-4.10^{-19}$  J. Calculer l'énergie cinétique maximale du système. Entre quelles valeurs extrêmes la distance d varie-t-elle approximativement ?

Données : nombre d'Avogadro  $6.0210^{23} \text{mol}^{-1}$

**Exercice 23 :**

Une cible de cuivre ( ${}^{64}_{29}\text{Cu}$ ) est bombardée par des protons d'énergie cinétique  $E_c = 7\text{MeV}$ . Donner l'expression  $E_p$  de l'énergie potentielle électrique répulsive entre un proton et un noyau. En écrivant la conservation de l'énergie mécanique pour le proton, en déduire la distance minimale d'approche du proton au noyau de cuivre. Le proton heurte-il le noyau ? Même question quand le noyau de cuivre est bombardé par des neutrons de  $2\text{MeV}$  d'énergie cinétique. Le rayon d'un noyau est donné par la relation  $R=1,2A^{1/3}$  ; où  $A$  est le nombre de masse du noyau.

## CALORIMÉTRIE

$C_{\text{eau}}=4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$  ;  $C_{\text{glace}}=2200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$  ;  $\theta_{\text{fusion glace}}=0^\circ\text{C}$  ;  $L_f=333\text{kJ.K}^{-1}$

### Exercice 1:

Un calorimètre a une capacité thermique égale à  $50\text{J.C}^{-1}$ . Il contient  $100\text{g}$  d'eau et  $102\text{g}$  de fer. Quelle est la capacité thermique totale?

### Exercice 2:

Quelles masses d'eau, prise à  $14^\circ\text{C}$  et à  $75^\circ\text{C}$ , faut-il mélanger dans un baignoire pour obtenir  $120\text{g}$  d'eau à  $37^\circ\text{C}$ ?

### Exercice 3 :

On mélange une masse  $m_1$  d'eau chaude prise à une température  $\theta_1=80^\circ\text{C}$  et une masse  $m_2$  d'eau froide à la température  $\theta_2=20^\circ\text{C}$ . On obtient, ainsi, une masse d'eau  $m = 1200\text{g}$  à la température  $\theta_f=30^\circ\text{C}$ . Déterminer  $m_1$  et  $m_2$ . (BFEM 2003)

### Exercice 4:

Dans un calorimètre parfaitement adiabatique, à la température ambiante de  $21^\circ\text{C}$ , on verse  $90\text{cm}^3$  d'eau tiède à  $30,5^\circ\text{C}$ . La température d'équilibre est de  $30^\circ\text{C}$ .

1-Calculer la capacité thermique du calorimètre.

2-Immédiatement après, on plonge dans le calorimètre  $125\text{g}$  de platine sortie d'une étuve à  $109,2^\circ\text{C}$ . La nouvelle température d'équilibre est  $33,2^\circ\text{C}$ . Calculer la chaleur massique du platine.

3-On ajoute ensuite  $23\text{cm}^3$  d'eau prise à la température ambiante ( $25^\circ\text{C}$ ). Quelle est la nouvelle température d'équilibre?

### Exercice 5 :

Un calorimètre est constitué d'un vase en aluminium de masse  $50\text{g}$  et de chaleur massique  $900\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , d'un agitateur, en aluminium également, de masse  $10\text{g}$ , d'un thermomètre dont la capacité calorifique est  $15\text{J.K}^{-1}$ .

1-Quelle est la capacité calorifique du calorimètre ?

2-On verse  $100\text{g}$  d'eau dans le calorimètre ; quelle est la capacité calorifique du système (calorimètre + eau).

3-Dans ce calorimètre contenant les  $100\text{g}$  d'eau à  $20^\circ\text{C}$ , on plonge un bloc de plomb de masse  $500\text{g}$  pris à  $100^\circ\text{C}$ .

Calculer la température d'équilibre du calorimètre.

### Exercice 6:

1-On plonge dans un calorimètre à la température  $\theta_1=20^\circ\text{C}$ , de capacité calorifique  $\mu=100\text{J.K}^{-1}$ , contenant une masse  $m_1=200\text{g}$  d'eau à la température  $\theta_1$ , un bloc de fer de masse  $m_2=50\text{g}$  et un bloc d'aluminium de masse  $m_3=80\text{g}$  à la température  $\theta_2=100^\circ\text{C}$ . Calculer la température d'équilibre  $\theta$ , en supposant l'ensemble parfaitement adiabatique.

2-On ajoute ensuite dans le calorimètre un bloc de cuivre à la température  $\theta_2=100^\circ\text{C}$ . Calculer la masse  $m_4$  du bloc de cuivre si la nouvelle température d'équilibre est  $\theta'=33^\circ\text{C}$ .

On donne :  $C_{\text{Al}}=890 \text{ Jkg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;  $C_{\text{Fe}}=460 \text{ Jkg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;  $C_{\text{Cu}}=385 \text{ Jkg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

### Exercice 7:

Un verre de capacité calorifique  $\mu = 150\text{J.K}^{-1}$  contient une masse  $M=150\text{g}$  de boisson de capacité thermique massique  $C=4500\text{J.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$  à la température  $\theta_1= 20^\circ\text{C}$ . On désire abaisser la température du liquide. Pour cela on introduit dans le verre un glaçon sortant du congélateur de masse  $m=25\text{g}$  à la température  $\theta_2= -20^\circ\text{C}$ . Calculer la température  $\theta$  de la boisson à l'équilibre thermique.

### Exercice 8:

Un calorimètre de capacité thermique  $\mu = 100 \text{ J.K}^{-1}$ , contient  $150\text{g}$  d'eau à  $2^\circ\text{C}$ .

1-On y introduit un cube de glace de masse  $30\text{g}$  pris à  $-18^\circ\text{C}$ . Quelle est la température d'équilibre? Quelle est la masse de glace restante?

2-Que se passerait-il si on recommençait l'expérience en mettant dans le calorimètre que  $50\text{g}$  d'eau à  $2^\circ\text{C}$ ? Quelle serait la masse de glace finale? Quelle serait sa température?

### Exercice 9:

Un calorimètre contient de l'eau à la température de  $\theta_1=18,3^\circ\text{C}$ ; sa capacité thermique totale a pour valeur  $C=1350\text{J.K}^{-1}$ . On y introduit un bloc de glace, de masse  $m = 42\text{g}$ , prélevé dans le compartiment surgélation d'un réfrigérateur à la température de  $\theta_2= -25,5^\circ\text{C}$ . Il y a fusion complète de la glace et la température d'équilibre est  $\theta = 5,6^\circ\text{C}$ . On recommence l'expérience (même calorimètre, même quantité d'eau initiale, même température), mais on introduit un glaçon de masse  $m'=35\text{g}$ , à la température  $0^\circ\text{C}$ . La nouvelle température d'équilibre est  $\theta' = 8,8^\circ\text{C}$ . Déduire des deux expériences précédentes:

1-La chaleur latente de fusion  $L_f$  de la glace.

2-La capacité thermique de la glace  $C_g$ .

3-On introduit un nouveau glaçon, de masse  $43\text{g}$ , pris à  $-25,5^\circ\text{C}$ , dans l'eau à la température  $\theta'$  de la dernière expérience.

3.1-Quelle est la température atteinte à l'équilibre thermique?

3.2-Reste-t-il de la glace? Si oui quelle est sa masse?

### Exercice 10 :

Le vase intérieur d'un calorimètre est en cuivre de masse 300g. Il contient 200g d'eau à la température de 17,3°C. On porte rapidement dans ce calorimètre un bloc de plomb de masse 150g sortant d'un ballon qui contient de l'eau en ébullition à 100°C. La température d'équilibre est 19°C.

1-Calculer la capacité thermique de l'ensemble (calorimètre + eau).

2-Calculer la chaleur massique du plomb.

### Exercice 11:

Dans un calorimètre, de capacité thermique  $\mu = 56 \text{ J.K}^{-1}$ , on verse 100g d'eau. La température d'équilibre est 25°C. On introduit alors 50g de glace à -10°C. On laisse s'établir l'équilibre thermique.

1-Dans quel domaine, a priori, la température finale peut-elle se situer? Montrer que celle-ci ne peut être  $\leq 0^\circ\text{C}$ .

2-On suppose que toute la glace fond et que la température finale du système est supérieure à 0°C. Ecrire la relation permettant de calculer cette température finale. Calculer la température finale; ce résultat est-il en accord avec l'hypothèse faite?

3-On suppose qu'il reste de la glace en équilibre avec l'eau. Calculer la masse de glace fondue.

### Exercice 12 :

1-Un calorimètre de capacité thermique négligeable contient 100g d'eau à 20°C. On y introduit un morceau de glace de masse  $m_g = 20\text{g}$  initialement à la température de 0°C. Montrer qu'il ne restera pas de la glace lorsque l'équilibre thermique est atteint. Calculer la température d'équilibre.

2-Dans le système précédent, on ajoute alors un second morceau de glace de masse  $m'_g = 20\text{g}$  dont la température est cette fois -18°C. Montrer que, lorsque l'équilibre thermique est atteint, il reste de la glace et que la température d'équilibre est 0°C. Calculer alors les masses d'eau liquide et de glace en présence.

3-Dans l'ensemble précédent, on introduit un autre glaçon identique à la précédente. Quelle est la nouvelle température d'équilibre? Calculer la masse d'eau qui se congèle.

### Exercice 13 :

1-Un calorimètre contient 100g d'eau à 18°C. On y verse 80g d'eau à 60°C. Quelle serait la température d'équilibre si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires était négligeable ?

2-La température d'équilibre est en fait 35,9°C. En déduire la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires.

3-On considère de nouveau le calorimètre qui contient 100g d'eau à 18°C. On y plonge un morceau de cuivre de masse  $m_{\text{Cu}} = 20\text{g}$  initialement placé dans de l'eau en ébullition. La température d'équilibre s'établit à 19,4°C. Calculer la capacité thermique massique du cuivre.

4-On considère encore le même calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C. On y plonge maintenant un morceau d'aluminium de masse 30,2g et de capacité thermique massique  $920 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

5-L'état initial étant le même : le calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C, on y introduit un glaçon de masse 25g à 0°C. Calculer la température d'équilibre.

6-L'état initial est encore le calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C ; on y introduit maintenant un glaçon de masse 25g provenant d'un congélateur à la température de -18°C. Quelle est la température d'équilibre ?

### Exercice 14 :

Pour déterminer la chaleur latente de vaporisation de l'eau, on peut réaliser l'expérience suivante. Dans un calorimètre de capacité thermique  $\mu = 160 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1}$ , contenant initialement 500g d'eau à 20°C, on fait barboter de la vapeur d'eau à 100°C sous la pression atmosphérique. La vapeur se condense totalement. Au bout de quelques minutes, on arrête l'arrivée de la vapeur. La température finale est alors de 42,2°C. L'augmentation de masse du calorimètre est égale à 20g. Déterminer la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

### Exercice 15 :

Un récipient en cuivre de masse 25 kg contient 50L d'eau à 20°C. On y introduit 10kg de glace pris à -10°C. On envoie dans le récipient de la vapeur d'eau à 100°C. Quelle masse de vapeur d'eau faut-il envoyer pour obtenir un ensemble à la température de 30°C ?

### Exercice 16 :

1-Un calorimètre de capacité thermique négligeable contient une masse  $m_1 = 100 \text{ g}$  d'eau à la température  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ . On y introduit un morceau de glace de masse  $m_2 = 20 \text{ g}$  initialement à la température  $\theta_2 = 0^\circ\text{C}$ .

1.1-Montrer qu'il ne reste pas de glace lorsque l'équilibre thermique est atteint.

1.2-Calculer la température d'équilibre.

2-Dans le système précédent, on ajoute alors un second morceau de glace de masse  $m_3 = 20 \text{ g}$  dont la température est, cette fois  $\theta_3 = -18^\circ\text{C}$ .

2.1-Montrer que, lorsque l'équilibre thermique est atteint, il reste de la glace et que la température d'équilibre est 0°C.

2.2-Calculer alors les masses d'eau liquide et de glace en présence.

3-Dans l'ensemble précédent, on introduit un autre glaçon de masse  $m_4 = 20 \text{ g}$  à la température  $\theta_4 = \theta_3 = -18^\circ\text{C}$ .

3.1-Quelle sera la température finale ?

3.2-Déterminer la composition finale du système.

### Exercice 17:

1-Un calorimètre de capacité calorifique négligeable, contient initialement  $m_1 = 110\text{g}$  d'eau et  $m_2 = 50\text{g}$  de glace en équilibre à  $\theta = 0^\circ\text{C}$ . On y introduit de l'eau à la température  $\theta_2 = 100^\circ\text{C}$ .

1.1-Déterminer la température  $\theta$  d'équilibre en fonction de la masse  $m$  d'eau ajoutée dans le cas où toute la glace a fondu.

1.2-Calculer la masse  $m$  minimale permettant à toute la glace de se fondre.

2-Reprenre le problème précédent en remplaçant l'eau par de la vapeur d'eau à  $100^\circ\text{C}$  (on suppose que toute la vapeur d'eau s'est liquéfiée à l'équilibre). Déterminer également la masse maximale de vapeur d'eau à introduire pour que toute cette vapeur se liquéfie.

### Exercice 18 :

On place 200mL de solution chlorhydrique de concentration  $0,4\text{mol.L}^{-1}$  dans un vase de Dewar de capacité thermique  $C = 150\text{J.K}^{-1}$ . Une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration  $1\text{mol.L}^{-1}$ , est versée progressivement dans la solution chlorhydrique, tandis qu'on relève, après chaque addition, la température dans le calorimètre.

Initialement, les solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium sont à la même température  $\theta_1=16,1^\circ\text{C}$ . La température du calorimètre s'élève régulièrement jusqu'à  $\theta_2 = 19,5^\circ\text{C}$  ; puis décroît lentement.

1-Écrire l'équation bilan de la réaction qui se produit dans le calorimètre et interpréter qualitativement les phénomènes observés. Pour quel volume  $V$  de solution d'hydroxyde de sodium versé observe-t-on la température maximale  $\theta_2$  ?

2-En déduire la chaleur de réaction entre une mole d'Ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  et une mole d'Ions  $\text{OH}^-$ .

3-Quelle est la température  $\theta_3$  lorsqu'on a versé 150mL de solution d'hydroxyde de sodium.

Les capacités thermiques massiques des solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium sont égales :  $C = 4,2\text{kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Les masses volumiques de ces solutions sont égales  $\rho = 10^3\text{kg.m}^{-3}$ .

### Exercice 19 :

Pour mesurer la chaleur de la réaction :  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ , on dispose

-d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C=0,5\text{mol.L}^{-1}$ ,

-d'une solution d'hydroxyde de sodium de même concentration  $C$  ;

-d'un calorimètre Dewar de capacité thermique  $\mu=170\text{J.K}^{-1}$ .

L'ensemble est en équilibre thermique avec le laboratoire à la température  $\theta_1=19,2^\circ\text{C}$ .

1-On verse dans le calorimètre un volume  $V=100\text{cm}^3$  de chaque solution. Après agitation, la température finale est  $\theta_2=22,6^\circ\text{C}$ .

1.1-Calculer la quantité d'eau formée en mol et vérifier qu'elle est négligeable devant celle des solutions.

1.2-Calculer la chaleur de réaction dans les conditions de l'expérience.

2-On recommence l'expérience en versant  $V=100\text{cm}^3$  de solution d'acide chlorhydrique et  $V'=50\text{cm}^3$  de solution d'hydroxyde de sodium.

2.1-Quelle est la quantité d'eau formée au cours de la réaction ?

2.2-Quelle est la température finale ?

### Exercice 20 :

On considère la combustion du méthane :  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

1-Équilibrer cette réaction.

2-Les réactions suivantes sont exothermiques :



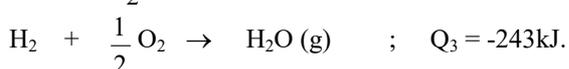
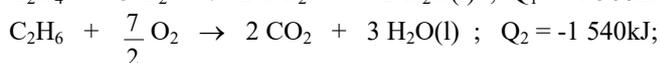
Dans les conditions standards de température et de pression ( $0^\circ\text{C}$ , 1bar), les chaleurs de réaction sont :

$$Q_1 = 75\text{kJ} ; \quad Q_2 = 393\text{kJ} ; \quad Q_3 = 242\text{kJ}.$$

Calculer dans les mêmes conditions, la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'un mètre cube de méthane (on assimilera le méthane à un gaz parfait), les gaz étant ramenés à la température initiale.

### Exercice 21 :

On donne les chaleurs de réactions chimiques suivantes dans des conditions de température et de pression déterminées :



Sachant que dans ces conditions, la condensation de la vapeur d'eau libère  $41\text{kJ.mol}^{-1}$ , déterminer la chaleur de réaction d'hydrogénation de l'éthylène en éthane.

### Exercice 22 :

La température d'un appartement doit être maintenue à  $20^\circ\text{C}$ . La température de l'extérieur est de  $+4^\circ\text{C}$ . L'appartement est chauffé grâce à un chauffage central alimenté au gaz de Lacq dont le pouvoir calorifique est de  $40546\text{kJ.m}^{-3}$ . Le rendement de l'ensemble est de 80%. La superficie de l'appartement est  $s = 85\text{m}^2$ , la hauteur des plafonds  $h=2,8\text{m}$ . La chaleur perdue par heure, par conduction et par rayonnement lorsque les fenêtres sont fermées hermétiquement est donnée par la relation

$$Q = 2574 (\theta - \theta_{\text{ext}}) \text{ en kJ,}$$

où  $\theta$  est la température intérieure et  $\theta_{\text{ext}}$  la température extérieure.

1-Quelle est la quantité de chaleurs perdues dans une journée ? Quelle est la consommation de gaz pour compenser cette perte de chaleur ?

2-On veut réaliser un renouvellement de l'air de l'appartement et on estime qu'il faut 10h pour obtenir ce résultat. Quelle quantité de chaleur nécessite cette opération si on veut que la température de l'appartement se maintienne à 20°C ? Quelle est la consommation de gaz correspondante ? La chaleur massique de l'air sous la pression atmosphérique est  $100,3\text{J.kg}^{-1}$  et  $1\text{m}^3$  d'air pèse 1,3kg.

3-Quelle serait la consommation totale de gaz si tout en assurant l'aération prévue dans la question 2-on maintenait la température de l'appartement à 15°C pendant la durée de la nuit, c'est à dire pendant 8h ?

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)

## FORCE ET CHAMP ELECTROSTATIQUES

### Exercice 1 :

Deux charges électriques  $q_A=100\text{pC}$  et  $q_B=-200\text{pC}$  sont placées en deux points A et B distants de 20cm.

1-Comparer les forces d'origine électrostatique s'exerçant sur ces deux charges.

2-Le champ électrostatique crée en A par  $q_B$  est égal à  $45\text{V.m}^{-1}$ . Donner les caractéristiques du champ crée en B par  $q_A$ .

### Exercice 2 :

On place en deux points A et B d'un triangle équilatéral ABC de coté  $a=50\text{cm}$ , deux charges ponctuelles

$q_A = -3 \mu\text{C}$  et  $q_B = 2 \mu\text{C}$ .

1-Déterminer le champ électrostatique résultant crée par ces deux charges en C.

2-On place en C une charge  $q_C = -4\mu\text{C}$ . Déterminer les caractéristiques de la force exercée par les charges  $q_A$  et  $q_B$  sur la charge  $q_C$  dans le repère (O, i, j).

### Exercice 3 :

En trois points A, B et C sont placées trois charges,  $q_A = -3\mu\text{C}$ ,  $q_B = 2\mu\text{C}$  et  $q_C = -4\mu\text{C}$ .  $AB = BC = AC = 50\text{cm}$ .

1-Déterminer les composantes de la force électrique exercée par  $q_A$  et  $q_B$  sur  $q_C$  dans le repère (Oxy).

2-Soit  $\vec{E}$  le champ électrique produit par  $q_A$  et  $q_B$  en C. Calculer numériquement le module de  $\vec{E}$ .

### Exercice 4 :

Trois charges ponctuelles  $q_A$ ,  $q_B$  et  $q_C$  sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de coté  $a = 10\text{cm}$ . Déterminer les caractéristiques du vecteur champ  $\vec{E}$  au centre du triangle lorsque

1- $q_A = q_B = q_C = -2\mu\text{C}$ .

2- $q_A = +q$ ,  $q_B = -q$  et  $q_C = -q$  avec  $q = 0,1\text{nC}$ .

### Exercice 5:

Aux quatre sommets A, B, C et D d'un carré, de coté 10cm, sont placées quatre charges ponctuelles,

$q_A = q_B = 0,03 \mu\text{C}$  et  $q_C = q_D = -0,04 \mu\text{C}$ .

1-Déterminer les coordonnées, dans un repère (xOy) et le module, du champ électrique produit par ces quatre charges au point O, centre du carré ABCD.

2-On place en O une charge ponctuelle  $q_0 = -0,01\mu\text{C}$ . Représenter la force électrique  $\vec{F}$  exercée par  $q_A$ ,  $q_B$ ,  $q_C$ ,  $q_D$  sur  $q_0$ . Déterminer le module de cette force.

### Exercice 6 :

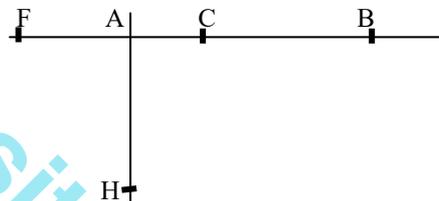
On considère une région de l'espace où règne un champ électrostatique que l'on assimile à celui créé par deux charges ponctuelles de valeurs positives  $q_1 = 2\mu\text{C}$  et  $q_2 = 3\mu\text{C}$  placées aux points A et B distants de  $AB=d$ . Définissez le champ électrostatique

par son vecteur champ associé  $\vec{E}$ , en différents points.

1-  $\vec{E}_C$ , au point C, à la distance  $d_1 = 4 \text{ cm}$  de A.

2-  $\vec{E}_F$ , au point F, à la distance  $d_2 = 2\text{cm}$  de A.

3-  $\vec{E}_H$ , au point H, tel que  $AH = AB = d = 10\text{cm}$ . (voir figure).



### Exercice 7 :

Un pendule électrostatique est formé d'un fil et d'une boule de masse  $m=2\text{g}$ . La boule porte une charge électrique

$q = -10^{-6}\text{C}$ . Le pendule, placé dans un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$  horizontal, prend une inclinaison  $\alpha=7^\circ$  par rapport à la verticale. Quelles sont les caractéristiques du champ  $\vec{E}$  ?

### Exercice 8 :

Un pendule électrostatique est constitué d'une petite balle de masse de  $m=0,1\text{g}$ , très légère, chargée positivement d'une charge  $q=1,5 \cdot 10^{-8}\text{C}$ , suspendue à un fil. Le pendule est placé dans un champ électrostatique horizontal, uniforme. Le fil s'incline d'un angle  $\alpha=10^\circ$  par rapport à la verticale quand le pendule prend sa position d'équilibre.

Calculer l'intensité du champ électrostatique.

### Exercice 9 :

La boule, chargée positivement, d'un pendule électrostatique est placée dans un champ électrostatique uniforme horizontal. Son poids est  $10^{-2}\text{N}$  ; à l'équilibre, le fil fait un angle de  $20^\circ$  avec la verticale.

1-Faire un schéma du pendule à l'équilibre.

2-Déterminer graphiquement la tension du fil et la force électrostatique.

3-Retrouver ces résultats par le calcul.

### Exercice 10:

Deux charges ponctuelles  $+q$  et  $+9q$  avec  $q = 1\mu\text{C}$ , sont placées en deux points A et B distants de  $a = 16\text{cm}$ .

1-Déterminer la position du point M de la droite AB où une charge  $Q = 10\mu\text{C}$  est en équilibre mécanique.

2-Même question pour une charge  $Q' = -15\mu\text{C}$ .

**Exercice 11:**

Deux charges  $q = 1\mu\text{C}$  et  $q' = 4\mu\text{C}$  sont placées en deux points A et B distants de 12cm.

- 1-Déterminer la position du point C où le champ est nul.
- 2-Même question avec les charges  $q = 2\mu\text{C}$  et  $q' = -4\mu\text{C}$ .

**Exercice 12 :**

Soit un losange ABCD de coté  $a = 10\text{cm}$  ; on appelle O le point de concours des diagonales AC et BD et  $\alpha = 60^\circ$ . Définir le vecteur champ électrostatique en O si les valeurs des charges sont  $q_A = 1\mu\text{C}$  ;  $q_B = -2\mu\text{C}$  ;  $q_C = -1\mu\text{C}$  ;  $q_D = -1\mu\text{C}$ .

**Exercice 13 :**

Deux charges  $+q$  et  $-q$  sont placées en deux points A et B d'abscisses  $-a$  et  $+a$  sur l'axe Ox d'un repère  $(x, O, y)$ .

- 1-Donner l'expression de la norme du vecteur champ en tout point M de l'axe Ox.
- 2-Même question pour tout point N de l'axe Oy.

**Exercice 14 :**

Soient deux charges immobiles placées dans le vide en A ( $q_1 = -10\text{ nC}$ ) et en B ( $q_2 = 40\text{ nC}$ ). La distance  $AB = 5\text{ cm}$ .

- 1-Calculer la mesure du champ électrostatique en un point M, situé à 3 cm de A et 4cm de B (le triangle AMB étant rectangle en M). Déterminer l'angle  $\alpha$  que fait le vecteur champs en M avec la direction AM.
- 2-Calculer la force qui s'exerce sur une charge ponctuelle  $q = 10\text{ nC}$  placée en M.
- 3-Calculer la force qui s'exerce sur la charge  $q_1$  situé en A en présence de la charge  $q$  supposée fixe en M.

**Exercice 15 :**

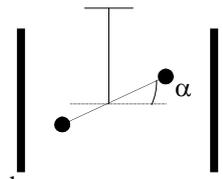
Deux charges négatives  $q_A$  et  $q_B$  sont fixes en deux points A et B distants de 6cm.

- 1-Dessiner les lignes de champ
- 2-On considère deux points C et D dans l'espace champ électrique tels que  $V_C < V_D$ . Représenter ces deux points sur une ligne de champ.
- 3-Soit M un point du segment AB situé à 4cm de A. Déterminer le module du champ électrique produit par  $q_A$  en M, sachant qu'elle vaut  $0,4\mu\text{C}$ . Représenter ce champ.
- 4-Sachant que le champ électrique produit par l'ensemble des deux charges est nul en M, déterminer  $q_B$ .

**Exercice 16:**

Deux petites sphères métalliques et identiques sont fixées aux extrémités A et B d'une barre.

On a :  $AO=OB=l$ . Les sphères sont chargées et portent les charges  $q$  et  $-q$ . On introduit ce dispositif entre deux plaques parallèles. Lorsque celles-ci sont branchées à la terre, la barre AOB est parallèle aux plaques, et le fil n'est pas tordu. Lorsque les plaques sont branchées à un générateur haute tension, il existe un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$  perpendiculaire aux plaques. La barre AOB fait alors un angle  $\alpha$  avec la direction précédente et reste horizontale.



- 1-Calculer en fonction de  $l$ ,  $\alpha$ ,  $q$  et  $E$  le moment des forces électrostatiques par rapport à l'axe de rotation du dispositif.
- 2-Calculer le moment du poids du système par rapport à l'axe de rotation.
- 3-Le dispositif étant en équilibre, le fil de torsion exerce des actions mécaniques dont le moment par rapport à l'axe de rotation est proportionnel à l'angle de rotation  $\alpha$  :  $|M_A| = C\alpha$ , avec  $C=13,5 \cdot 10^{-7}\text{ N.m.rad}^{-1}$ . Sachant que  $E=272\text{ V.m}^{-1}$   $\alpha = \frac{\pi}{6}$  et  $l=15\text{cm}$ , calculer  $q$ .

**Exercice 17 :**

On considère un modèle simplifier de l'atome d'hydrogène.

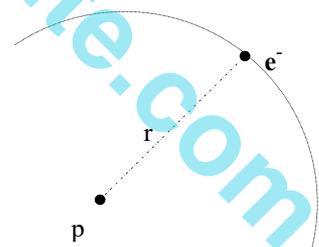
L'électron  $e^-$  est à une distance constante  $r$  du proton  $p$ , immobile.

- 1-Déterminer la charge  $q_p$ , du proton, puis l'intensité de la force électrique  $\vec{F}_e$  exercée par  $p$  sur  $e^-$ . Représenter cette force.
- 2-Entre  $p$  et  $e^-$  il y a aussi une interaction de gravitation, attractive.

La force de gravitation  $\vec{F}_g$  exercée par  $p$  sur  $e^-$  est donnée par :

$$F_g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m_p \cdot m_{e^-}}{r^2}$$

où  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$  est la masse du proton, et  $m_{e^-} = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$  celle de l'électron.



Calculer numériquement  $F_g$ .

- 3-Calculer numériquement le poids  $\vec{P}$  de l'électron, on prendra  $g = 9,8\text{m.s}^{-2}$
- 4-Comparer  $F_e$ ,  $F_g$  et  $P$ . Deux forces sont négligeables devant la troisième, préciser-les.

**TRAVAIL DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE  
ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE**

**Exercice 1 :**

Dans un accélérateur de particules, un proton est soumis à une tension de 1MV entre son point d'émission et la sortie de l'accélérateur.

- 1-Calculer le travail de la force électrostatique qui lui est appliquée. Ce travail peut-il être positif ou négatif ?
- 2-Donner, en MeV, l'énergie acquise par le proton.

**Exercice 2 :**

Dans les cas suivants, dites si le travail de la force électrostatique est moteur, résistant ou nul :

- un électron se déplaçant de A à B,  $V_A < V_B$ ,
- un ion positif se déplaçant de A à B dans un champ uniforme  $\vec{E}$  parallèle à  $\vec{AB}$  et de même sens,
- un proton se déplaçant de A à B dans un champ uniforme  $\vec{E}$  de direction perpendiculaire à  $\vec{AB}$ .

**Exercice 3 :**

On maintient entre deux plaques conductrices identiques, parallèles, distantes de 5 cm. Une charge  $q = 10^{-12}$  C se déplace entre les plaques d'un point A situé à 1cm de la plaque positive, à un point B, situé à 2cm de la plaque négative.

- 1-Calculer le champ électrostatique entre les deux plaques.
- 2-Calculer la d.d.p.  $V_B - V_A = U_{BA}$ .
- 3-Calculer l'énergie potentielle de la charge q en A, puis en B, en prenant comme référence la plaque négative.
- 4-Calculer le travail de la force électrostatique s'exerçant sur la charge q pour aller de A à B.

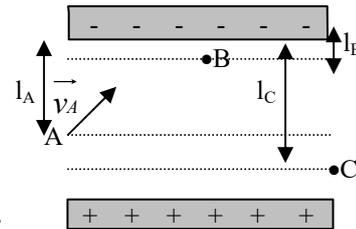
**Exercice 4 :**

- 1-Un électron pénètre dans un champ électrostatique uniforme avec une vitesse  $v_1 = 10^4$  m.s<sup>-1</sup> ayant la direction et le sens contraire du champ de norme  $E = 10^3$  V.m<sup>-1</sup>. Quelle est sa vitesse après un parcours de distance  $d = 3$  cm ?
- 2-Reprendre la question précédente en inversant le sens du champ et en lui donnant une intensité  $E' = 10^3$  V.m<sup>-1</sup>.

**Exercice 5 :**

Un faisceau d'électrons pénètre en A entre deux plaques, horizontales, parallèles chargées, avec une vitesse  $v_A$  faisant un angle avec l'horizontal.

- 1-Peut-on, par analogie avec le champ de pesanteur, prévoir la forme de la trajectoire du faisceau électronique ?
- 2-Les points A, B et C de la trajectoire sont respectivement à  $l_A = 16$  mm,  $l_B = 4$  mm et  $l_C = 25$  mm de la plaque négative. La distance entre les plaques



est  $d = 30$  mm et la tension  $U_{PN} = 1000$  V. La vitesse initiale  $v_A$  des électrons a pour norme  $v_A = 1,39 \cdot 10^7$  m.s<sup>-1</sup>. La masse d'un électron est  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.

- 2.1-Calculer l'énergie totale de l'électron au cours de son mouvement entre les plaques. On admettra qu'il est soumis à la seule force électrostatique et on prendra  $V_N = 0$ .
- 2.2-En chacun des points B et C, calculer l'énergie potentielle électrostatique et l'énergie cinétique de l'électron en électron-volt (eV).

**Exercice 6 :**

Dans un tube d'oscillographe, les électrons quittent, avec une vitesse nulle, le filament porté au potentiel  $V_F = -4$  kV et arrivent sur l'écran dont le potentiel est  $V_E = 0$ .

- 1-Calculer la vitesse d'arrivée des électrons sur l'écran.
- 2-Calculer, en eV, l'énergie de chaque électron qui frappe l'écran.
- 3-Sachant que l'intensité du courant du faisceau d'électrons est  $I = 1$  mA, calculer le nombre d'électrons qui frappe l'écran chaque seconde. En déduire la fréquence reçue par l'écran.
- 4-Le diamètre du spot est de 1 mm. Calculer la puissance par unité de surface reçue par l'écran.
- 5-Une poêle à frire de diamètre 1180 mm est chauffée par un brûleur à gaz butane consommant 100 g de butane à l'heure. Calculer la puissance par unité de surface reçue par le fond de la poêle. Comparer – la avec celle reçue par l'écran précédent. Conclusion ?

**Exercice 7 :**

Un champ électrostatique uniforme est caractérisé par  $\vec{E} = E_0 \cdot \vec{k}$  avec  $E_0 = 10^5$  V.m<sup>-1</sup> et  $\vec{k}$  vecteur unitaire de l'axe  $zz'$  d'un repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

- 1-Calculer les d.d.p.  $V_A - V_B$ ,  $V_A - V_C$  et  $V_C - V_D$  entre les points A (0, 1, 0), B (1, 2, 3), C (1, 2, -1) et D (1, 4, 4) l'unité de longueur étant le centimètre.
- 2-Quelles sont les surfaces équipotentiellles ?

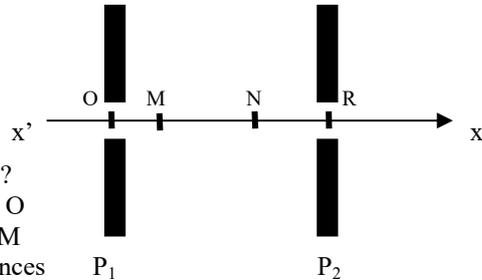
**Exercice 8 :**

Un proton libre de masse  $m_p$  peut se déplacer entre deux plaques verticales parallèles  $P_A$  et  $P_C$ . Entre ces deux plaques il existe une différence de potentiel  $U_{AC}$  telle que  $|U_{AC}| = 10^3 \text{ V}$ .

- 1- Quel est le signe de cette différence de potentielle si le proton va spontanément vers  $P_A$  ?
- 2- Quel est le travail de la force électrostatique lorsque le proton passe de  $P_C$  à  $P_A$  ?
- 3- Quelles sont les caractéristiques du champ  $\vec{E}$  entre les plaques  $P_A$  et  $P_C$  si la distance entre les plaques est  $d=4\text{cm}$  ?
- 4- Quelles sont les caractéristiques de la force qui s'exerce sur le proton ?
- 5- Le proton part de la plaque  $P_C$  avec une vitesse nulle, quelle est sa vitesse en arrivant sur la plaque  $P_A$  ?
- 6- On multiplie la différence de potentiel par 4, que deviennent les résultats précédents ?

**Exercice 9 :**

Deux plaques  $P_1$  et  $P_2$ , planes et parallèles, entre lesquelles règne un vide poussé, sont distantes de  $d = 10\text{cm}$ . On établit entre les deux une tension  $U_{P_1P_2} = 500\text{V}$  (figure)



- 1- Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique  $\vec{E}$ , supposé uniforme, entre les deux plaques ?
- 2- Sur l'axe  $x'Ox$  perpendiculaire aux plaques, dont l'origine O est sur  $P_1$  et qui est orienté de  $P_1$  vers  $P_2$ , on place les points M et N d'abscisses  $x_M = 2\text{cm}$  et  $x_N = 7\text{cm}$ . Calculer les différences de potentiels :  $V_O - V_M$ ;  $V_O - V_N$ ;  $V_M - V_N$ .
- 3- Un électron pénètre dans le champ au point R avec une vitesse négligeable. Donner les caractéristiques de la force électrostatique  $\vec{F}$  qui s'exerce sur lui. Quelle est la vitesse de l'électron à son passage en N, en M, puis en O ?
- 4- Calculer le travail  $W_{N \rightarrow M}(\vec{F})$  de la force  $\vec{F}$  lorsque l'électron se déplace de N à M.

On donne :  $m_e = 9,1.10^{-31}\text{kg}$  ;  $-e = -1,6.10^{-19}\text{C}$ .

**Exercice 10 :**

Des gouttelettes d'huile ont été pulvérisées dans un espace où règne un champ électrostatique  $\vec{E}$  vertical, descendant. Le frottement par pulvérisation, les charge électriquement. L'une d'elles, sphérique, de rayon  $r = 9,95.10^{-7}\text{m}$ , descend verticalement à vitesse constante. L'expérience se fait dans le vide.

- 1- Calculer la charge  $q$  que porte la gouttelette sachant que  $E = 10^5 \text{ V.m}^{-1}$  et  $\rho_{\text{huile}} = 8.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .
- 2- Comparer-la à la charge élémentaire.

**Exercice 11:**

Deux plateaux métalliques verticaux, M et N, parallèles, distants de  $d=7\text{cm}$ , sont reliés, respectivement aux bornes d'une machine électrostatique, qui maintient entre eux la tension  $U$ .

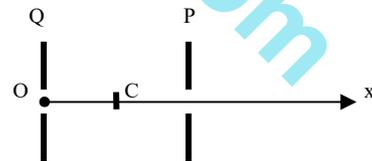
- 1- Le champ électrique entre les deux plateaux est  $E = 4.10^3 \text{ V.m}^{-1}$ . Déterminer la tension  $U$ .
- 2- Un pendule électrostatique, dont la boule est chargée positivement, est amené entre les plateaux. La boule est en équilibre en A. Les plateaux sont séparés de la machine électrostatique, puis reliés l'un à l'autre par un fil de jonction. La boule vient alors en B, où elle reste en équilibre. Le fil de suspension, de longueur  $l=10\text{cm}$ , a tourné de  $\alpha=20^\circ$ .

2.1- Quelle est la d.d.p. ( $V_M - V_N$ ) lorsque la boule est en B ? Que représente la direction OB ?

- 2.2- Lorsque la boule était en A, lequel des deux plateaux était au potentiel le plus élevé ? Déterminer la force électrique  $\vec{F}$  qui s'exerce sur la boule, puis la charge  $q$  portée par la boule, sachant que sa masse est  $m = 3\text{g}$ .
- 3- On rétablit la tension  $U$  entre les deux plateaux. La boule revient en A. Déterminer les coordonnées de A et B dans un repère (Oxy) que l'on choisira. Calculer la d.d.p. ( $V_B - V_A$ ), puis le travail effectué par la force  $\vec{F}$  au cours du déplacement de B à A.

**Exercice 12:**

Deux plaques métalliques P et Q parallèles sont distantes de  $d=8\text{cm}$ . Elles sont portées aux potentiels électriques suivants :  $V_Q = 0\text{V}$  et  $V_P = 240\text{V}$ . On suppose que l'espace champ électrostatique est limité par un rectangle.



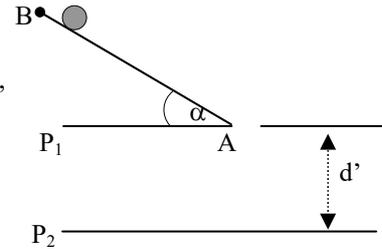
1- Soit C un point situé au milieu des plaques P et Q.

- 1.1- Calculer le potentiel électrique en ce point.
- 1.2- Calculer la variation d'énergie potentielle (en eV) d'un électron lorsqu'il passe d'un point O de la plaque Q au point C.
- 1.3- En déduire le travail de la force électrostatique.

2- Sur une demie droite (Ox), on définit un repère d'espace  $(O, \vec{i})$ . Soit M un point de cette demie droite telle que  $OM = x$ , avec  $x \in [0 ; d]$  ; M est alors à un potentiel électrique  $V_M$ . Trouver l'expression de  $V_M$  en fonction de  $x$  et représenter graphiquement  $V_M = f(x)$  pour  $x \in [0 ; d]$ .

**Exercice 13:**

1- Une bille non chargée de masse  $m = 10^{-2}$  g, descend une pente lisse, faisant un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontal. Elle part d'un point B, distant de A de  $d = 10$  m, avec une vitesse initiale nulle. (voir figure)



1.1- Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la bille et calculer le travail de chacune d'elles lors du déplacement de B à A.

1.2- Avec quelle vitesse la bille arrive-t-elle en A ?

2- En réalité, la bille subit des frottements sur le plan BA et arrive en A, en ayant perdu trois électrons (on négligera la variation de masse due à la perte des électrons), avec une vitesse  $v_A = 8 \text{ m.s}^{-1}$ . En A, elle pénètre par un trou à l'intérieur d'un condensateur plan où règne un champ électrostatique vertical  $\vec{E}$ . Les armatures  $P_1$  et  $P_2$  du condensateur sont distantes de  $d' = 20$  cm.

2.1- Quelle doit être le sens de  $\vec{E}$  pour que la chute soit ralentie ?

2.2- Quelle doit être l'intensité du champ  $\vec{E}$  pour que la bille s'arrête à 5 cm de l'armature inférieure.

**Exercice 14 :**

Un condensateur plan est constitué de deux plaques planes et parallèles A et B portées aux potentiels  $V_A$  et  $V_B$  tels que :  $V_A - V_B = 100$  V. La distance entre les deux plaques vaut  $d = 10$  cm.

1- Sur quelle armature se situent les charges positives ?

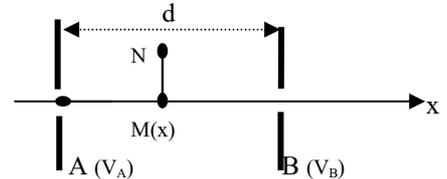
2- Donner les caractéristiques du vecteur champ électrostatique  $\vec{E}$  entre les armatures.

3- On considère un axe Ox perpendiculaire aux armatures.

3.1- Soit M le point d'abscisse x ( $OM = x$ ) ; calculer la d.d.p.  $V_M - V_O$ .

3.2- Vérifier le résultat lorsque le point M vient sur l'armature B.

4- Soit N un point du plan passant par M et perpendiculaire à Ox.



4.1- Calculer la d.d.p.  $V_N - V_O$ .

4.2- Que peut-on dire des potentiels des points M et N ?

4.3- Où se situent les points qui sont à un même potentiel (équipotentielle) ?

4.4- Dessiner les équipotentielles  $V_1 = 75$  V ;  $V_2 = 50$  V ;  $V_3 = 25$  V c'est à dire les ensembles de points dont les potentiels par rapport à la plaque B sont  $V_1$ ,  $V_2$  ou  $V_3$ .

4.5- Dessiner les lignes de champ à l'intérieur du condensateur. Que peut-on dire des lignes de champ et des équipotentielles ?

5- On suppose maintenant que le condensateur est placé dans le vide et qu'on a la possibilité d'obtenir, en O, des protons au repos.

5.1- Donner les caractéristiques de la force électrostatique s'exerçant sur le proton. Quelle est la nature de sa trajectoire ?

5.2- Quelle est la vitesse du proton lorsqu'il frappe l'armature B ?

5.3- Quelles sont les vitesses du proton lorsqu'il traverse les équipotentielles  $V_1$ ,  $V_2$  et  $V_3$  ? Conclure.

On donne : charge du proton :  $e = +1,6 \cdot 10^{-19}$  C ; masse du proton :  $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg

**Exercice 15 :**

On considère un modèle simplifié de l'atome d'hydrogène : un électron tourne à la distance constante r autour d'un proton immobile. L'atome peut avoir différents états, à l'état fondamental  $r = r_1 = 5,35 \cdot 10^{-11}$  m, dans un état excité  $r > r_1$ , enfin si r est très supérieur à  $r_1$  on dit que l'électron est séparé du proton (ionisation de l'atome).

1- Le potentiel électrique créé par une charge ponctuelle q, en un point M situé à la distance r de cette charge est :

$$V_M = 9 \cdot 10^9 \frac{q}{r} \quad (1)$$

1.1- Vers quelle valeur tend  $V_M$  lorsque le point M s'éloigne de plus en plus de q ?

1.2- Est-il légitime de dire que l'expression (1) donnée pour le potentiel suppose que l'on a choisi l'état de référence pour le potentiel à l'infini ?

1.3- La charge q étant un proton, calculer numériquement  $V_M$ , lorsque  $r = r_1$ , puis lorsque  $r = 1 \mu\text{m}$ .

2- Donner une expression de l'énergie potentielle  $E_p$  du système (proton, électron). On négligera les poids et les forces de gravitation. Calculer numériquement  $E_p$ , en eV, dans les deux cas suivants :

2.1- Si l'atome est à l'état fondamental.

2.2- Si  $r = 1 \mu\text{m}$ . Dans ce cas comment peut-on qualifier l'état du système ?

3- On montre que l'énergie cinétique de l'électron, par rapport à un repère dans lequel le noyau est fixe, est donnée par :

$E_c = -\frac{E_p}{2}$ . Calculer numériquement  $E_c$ , en eV, lorsque l'atome est à l'état fondamental. En déduire l'énergie

mécanique de l'atome, en eV, à l'état fondamental.

## ENERGIE MISE EN JEU DANS UN CIRCUIT ELECTRIQUE

### Exercice 1 :

Une lampe fonctionne sous une tension de 24V, elle est traversée alors par un courant d'intensité 0,8A.

- 1-Quelle est la puissance électrique consommée par cette lampe, en fonctionnement ?
- 2-Cette lampe a un filament en tungstène, de diamètre  $d=0,05\text{mm}$ . A l'incandescence la résistivité du tungstène est  $\rho=7.10^{-7}\Omega.m$ . Calculer la longueur du filament.

### Exercice 2 :

On mesure aux bornes d'un tournevis électrique alimenté sur batterie les valeurs suivantes :

$U=3,5\text{ V}$  ;  $I=5\text{ A}$  ; fréquence de rotation :  $n=150\text{tr.min}^{-1}$  ; moment du couple de serrage :  $\mathcal{M}=0,6\text{ N.m}$ .

- 1-Calculer la puissance utile  $P_u$  fournie par le tournevis.
- 2-Calculer la puissance électrique  $P_{el}$  reçu par le moteur du tournevis.
- 3-En déduire son rendement  $\eta$ .

### Exercice 3 :

On dispose d'un générateur G de f.é.m. E réglable de 0 à 4V et dont la résistance interne est r. On branche en dérivation à ses bornes A et B un électrolyseur linéaire de f.c.é.m.  $E'=2\text{V}$  et de résistance interne  $r'=0,5\Omega$  et un conducteur ohmique de résistance  $R=4\Omega$ .

1-On suppose que  $r=0$ .

- 1.1-On fixe la valeur de E à 1V. Calculer les valeurs des intensités I,  $I_1$  et  $I_2$ .
- 1.2-A partir de quelle valeur de E, l'électrolyseur sera-t-il parcouru par un courant ?
- 1.3-Calculer les valeurs de I,  $I_1$  et  $I_2$  lorsqu'on fixe la valeur de E à 3V.

2-La valeur de r est maintenant  $1\Omega$ , reprendre toutes les questions du 1-.

### Exercice 4 :

Un accumulateur, de f.é.m.  $E=24\text{V}$  et de résistance interne  $r=1\Omega$ , alimente un moteur de résistance interne  $r'=4\Omega$ .

1-Le moteur actionne une pompe, sa f.c.é.m. est  $E'=21\text{V}$ . Déterminer :

- 1.1-L'intensité du courant dans le circuit,
- 1.2-La tension aux bornes du moteur,
- 1.3-Le travail fourni par le moteur à la pompe pendant une minute,
- 1.4-Le rendement du moteur.

2-Le moteur est toujours alimenté par l'accumulateur, mais son arbre, bloqué, ne peut plus tourner. Déterminer :

- 2.1-La puissance mécanique fournie par le moteur à la pompe,
- 2.2-La nouvelle f.c.é.m. du moteur,
- 2.3-L'énergie chimique consommée pendant une minute dans l'accumulateur,
- 2.4-Le rendement de l'accumulateur.

### Exercice 5 :

1-Un circuit électrique comprend, en dérivation :

- un générateur  $G_1$  de f.é.m  $E_1=15\text{V}$ , de résistance interne  $r_1=10\Omega$ .
- un générateur  $G_2$  de f.é.m  $E_2=5\text{V}$ , de résistance interne  $r_2=5\Omega$  ;
- un électrolyseur de f.c.é.m.  $E'=1,2\text{V}$ , de résistance interne  $r'=5\Omega$

Déterminer le sens et l'intensité du courant qui traverse l'électrolyseur lorsque  $G_1$  et  $G_2$  débitent dans le même sens.

2-Les appareils sont maintenant montés en série, déterminer le sens et l'intensité du courant dans le circuit.

3-On branche à nouveau les appareils en dérivation, mais  $G_1$  et  $G_2$  sont en opposition. Déterminer le sens et l'intensité du courant traversant l'électrolyseur.

### Exercice 6 :

Un circuit électrique comprend, montés en série :

- un générateur  $G_1$  de f.é.m  $E_1=90\text{V}$  et de résistance interne  $r_1=2\Omega$  ; un moteur électrique de résistance interne  $r_2=1,5\Omega$  ;
- un rhéostat de résistance R réglable ; un interrupteur.

1-Lorsqu'on met le moteur sous tension, l'arbre démarre avec une vitesse initiale nulle. La f.é.c.m. du moteur est nulle. Quelle serait l'intensité I du courant s'il n'y avait pas le rhéostat ? Quelle doit être la valeur de R si l'on veut que  $I=5\text{A}$  ? Quel est l'intérêt du rhéostat ?

2-Lorsque l'arbre atteint sa vitesse de rotation normale, la f.c.é.m. du moteur est  $E'=80\text{V}$ . La résistance R du rhéostat est ramenée à zéro. Quelle est l'intensité du courant dans le circuit ? Calculer la puissance mécanique du moteur. Calculer le rendement du moteur.

### Exercice 7 :

Un petit moteur électrique récupéré dans un vieux jouet d'enfant est monté en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R=4\Omega$ , une pile (f.é.m.  $E=4,5\text{V}$ , résistance interne  $r=1,5\Omega$ ), un ampèremètre de résistance négligeable et un interrupteur K.

- 1-Faire un schéma du montage.
- 2-Lorsqu'on ferme l'interrupteur, le moteur se met à tourner et l'ampèremètre indique un courant d'intensité  $I=0,45\text{A}$ . En déduire une relation numérique entre la f.é.m.  $E'$  du moteur (en V) et sa résistance  $r'$  (en  $\Omega$ ).

3-On empêche le moteur de tourner et on note la nouvelle valeur de l'intensité :  $I' = 0,82 \text{ A}$ .

En déduire les valeurs numériques, en unités S.I., de  $r'$  et de  $E'$ .

4-Déterminer, pour 5 minutes de fonctionnement du moteur :

- 4.1-l'énergie  $\mathcal{E}_1$  fournie par la pile au reste du circuit,
- 4.2-l'énergie  $\mathcal{E}_2$  consommée dans le conducteur ohmique,
- 4.3-l'énergie  $\mathcal{E}_3$  utile produite par le moteur.

**Exercice 8 :**

Un laboratoire est alimenté, en courant continu, par une ligne à deux conducteurs filiformes, entre lesquels existe une tension  $U = 120\text{V}$ . On monte en dérivation sur ces deux conducteurs, un circuit, comprenant, en série, un conducteur ohmique de résistance  $R = 60\Omega$  et un moteur de résistance interne  $r = 2\Omega$ .

1-Montrer que la puissance mécanique  $\mathcal{P}$  fournie par le moteur et l'intensité  $I$  dans le circuit ne peuvent varier indépendamment l'une de l'autre. Calculer la puissance  $\mathcal{P}$ . Cette puissance est-elle entièrement disponible sur l'arbre du moteur ?

2-Quelle est la puissance mécanique maximale que puisse fournir le moteur ?

3-Etudier et représenter sur un même graphique, les variations de la puissance mécanique du moteur, de son rendement mécanique et du rendement mécanique du circuit en fonction de l'intensité  $I$  du courant.

**Exercice 9:**

On dispose des appareils suivants :

- un générateur  $G$  sur le quel on lit  $E = 12\text{V}$  ;  $r = 1\Omega$
- une résistance  $R = 9\Omega$
- un moteur  $M$  sur le quel on lit  $E' = 6\text{V}$  ;  $r' = 2\Omega$  ;  $I_{\max} = 1,5\text{A}$

On propose, dans un premier temps, de déterminer la façon de brancher le moteur pour qu'il n'ait pas de risque de détérioration. Ensuite, le moteur est utilisé comme monte-charge.

1-Les appareils  $G$ ,  $R$  et  $M$  sont en série : calculer l'intensité du courant qui les traverse et les d.d.p. à leurs bornes.

- 1.1-Quand le moteur est bloqué.
- 1.2-Quand le moteur tourne.

2-Les appareils  $G$ ,  $R$  et  $M$  sont montés en parallèles. Calculer les intensités du courant dans les trois branches du circuit.

- 2.1-Quand le moteur est bloqué.
- 2.2-Quand le moteur tourne.

3-Compte tenu des résultats précédents, quel montage doit-on utiliser pour ce moteur ? Justifier votre réponse.

4-Dans ce montage, le rendement du moteur vaut  $\eta = 0,8$ .

4.1-IL sert à monter verticalement une charge de  $m = 3,5 \text{ kg}$ . Quelle sera la vitesse de montée de la charge ?

4.2-La charge à monter se déplace sur un plan incliné dont la ligne de plus grande pente fait un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale. Quelle sera la vitesse de la charge dans les cas suivants :

- les frottements entre la charge et le plan sont négligeables ?
- les frottements entre la charge et le plan sont tels que le rendement de ce système vaut  $\eta' = 0,9$ ?

5-Après 2min de montée verticale, la charge se décroche et tombe en chute libre.

- 5.1-A quelle date se retrouvera-t-il à sa position initiale ?
- 5.2-Quelle est alors sa vitesse ?

**Exercice 10:**

Un générateur chimique linéaire de f.é.m  $E=12\text{V}$ , de résistance interne  $r=0,2\Omega$  alimente un circuit comprenant un rhéostat et un moteur de f.c.é.m.  $E'=7,5\text{V}$  et de résistance interne  $0,5\Omega$  placés en série. L'intensité maximale que peut supporter le moteur est  $1,5\text{A}$ .

1-Faire le schéma du circuit.

2-Quelle doit être la valeur de la résistance  $R$  du rhéostat pour que l'intensité du courant dans le circuit soit  $I = 1,5\text{A}$  ?

3-Calculer la puissance  $P_d$  électrique disponible aux bornes du générateur lorsque  $I=1,5\text{A}$  dans le circuit.

4-Calculer la puissance utile  $P_u$  fournie par le moteur. Comparer  $P_u$  et  $P_d$ . Expliquer la différence.

5-Calculer la puissance totale chimique  $P_c$  transformée par le générateur. Comparer la à  $P_u$  et  $P_d$ . Calculer le rendement du moteur et celui du circuit.

**Exercice 11 :**

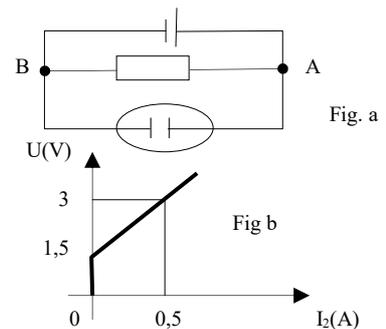
On réalise le montage de la figure a dans lequel :

- le générateur a une f.é.m réglable et une résistance interne nulle,
- le conducteur ohmique a une résistance  $R=10\Omega$ ,
- l'électrolyseur possède la caractéristique courant-tension de la figure b.

1-On fixe  $E$  à la valeur  $1,2\text{V}$ . Déterminer les intensités  $I_1$  et  $I_2$  des courants dans le conducteur ohmique et l'électrolyseur.

2-Même question lorsqu'on fixe  $E$  à  $2\text{V}$ .

3-On intercale désormais entre la borne positive du générateur ( $E=2\text{V}$ ) et le nœud A, un rhéostat de  $18\Omega$ . Cela signifie que la résistance  $R'$  du rhéostat peut prendre n'importe quelle valeur comprise entre 0 et  $18\Omega$ .



3.1-Quelles sont les nouvelles valeurs de  $I_1$  et  $I_2$  lorsque  $R'=1\Omega$  ? Calculer, dans ce cas, la valeur en joules de l'énergie électrique qui, dans l'électrolyseur, a exclusivement servi à produire les réactions chimiques aux électrodes, l'électrolyse ayant duré 10min.

3.2-Au dessus de quelle valeur de la résistance  $R'$ , le courant cesse-t-il de passer dans l'électrolyseur ?

**Exercice 12:**

Sur l'étiquette d'une lampe de poche, sont indiquées les caractéristiques des éléments nécessaires à son fonctionnement : une ampoule 3,5V – 0,2 A, une pile 4,5 V.

1-Ces valeurs correspondent-t-elles à des tension et intensité continues ou alternatives ?

2-Cette lampe étant en fonctionnement, on mesure la tension  $U = 3,5$  V à ses bornes et le courant  $I = 0,19$ A la traversant.

2.1-Quelle est la puissance électrique  $P_{el}$  reçue par l'ampoule ?

2.2-Quelle quantité d'énergie électrique  $W_{el}$  reçoit-elle en une heure de fonctionnement ? Que devient cette quantité d'énergie ?

2.3-Quelle est la résistance de cette ampoule dans ces conditions de fonctionnement ?

3-

3.1-Citer un appareil permettant de mesurer l'intensité lumineuse émise.

3.2-A une certaine distance, la lampe émet de façon homogène sur une surface totale  $S = 100\text{cm}^3$  une intensité lumineuse  $I_{lum} = 500$  mW.m<sup>-2</sup>, quel est le rendement  $\eta$  de cette ampoule ?

**Exercice 13:**

A-Une dynamo qui fonctionne en générateur (loi d'Ohm reste valable) débite dans un circuit de résistance variable. La résistance interne  $r = 0,5\Omega$ . On a relevé la tension  $U$  aux bornes de ce générateur lorsqu'il débite un courant d'intensité  $I$

1-Compléter le tableau et en déduire la puissance engendrée pour  $U = 76$  V.

I (A)	0	4	8	12	16	20	24	28
U (V)	110	107	102	97	91	84	76	68
E (V)								

2-Représenter sur le même graphique les courbes  $U = f(I)$  et  $E = g(I)$ .

$$\text{Echelle : } \begin{cases} I : 2A \rightarrow 1cm \\ U : 5V \rightarrow 1cm. \end{cases}$$

3-La dynamo tourne à 1800 tr.min<sup>-1</sup> et débite un courant d'intensité  $I = 22$  A. Calculer le moment du couple qu'il faut appliquer sur le rotor de la dynamo. Quel est alors le rendement électrique de cette dernière ?

B-La dynamo en série avec une résistance chauffante  $R=7\Omega$  débite un courant  $I = 13$ A.

1-Quelle est, sous ce régime, la f.é.m.  $E$  de la dynamo ?

2-La résistance  $R$  plonge pendant une minute dans un calorimètre de capacité calorifique  $\mu = 100\text{J.K}^{-1}$  contenant 200g d'eau. Quelle est l'élévation de température du calorimètre ?

3-On intercale en série un moteur de f.c.é.m.  $E'$  et de résistance interne  $r' = 1\Omega$ . La dynamo de f.é.m.  $E = 106\text{V}$  débite un courant d'intensité  $I = 8$ A. Donner le bilan énergétique du circuit. En déduire  $E'$  et le rendement du circuit.

**NB : Les parties A et B sont indépendantes**

**Exercice 14 :**

Une batterie de f.é.m  $E$  est connectée aux bornes d'un dipôle, sur lequel on n'a aucune information.

1-Si ce dipôle est un générateur de tension, placé en opposition et de f.é.m. supérieure à  $E$ , la pile se comporte t-elle comme un récepteur électrique ou un générateur ?

2-On dispose d'un voltmètre et d'un ampèremètre. Comment les disposer dans le circuit pour savoir si la batterie reçoit ou fournit de l'énergie électrique ? Faire un schéma, en faisant apparaître le sens de la tension et du courant mesurés.

3-Finalement, on s'aperçoit que la batterie est utilisée comme récepteur électrique. En introduisant dans le circuit une résistance  $R$  variable, on peut régler le courant  $I$  la traversant et l'on mesure la tension  $U$  à ses bornes. On obtient les valeurs indiquées dans le tableau ci –dessous :

I (mA)	0	0	10	100	205	292
U (V)	0	1	2	2,2	2,4	2,6

3.1-Tracer la caractéristique intensité - tension de cette batterie.

3.2-En déduire la f.é.m.  $E'$  quand elle fonctionne en récepteur, et sa résistance interne  $r$ .

**Exercice 15 :**

Un moteur est alimenté par un générateur de f.é.m constante  $E=110\text{V}$ . Il est en série avec un ampèremètre et la résistance totale du circuit vaut  $R=10\Omega$ .

1-Le moteur est muni d'un frein qui permet de bloquer son rotor ; quelle est alors l'indication de l'ampèremètre ?

2-On desserre progressivement le frein ; le rotor prend un mouvement de plus en plus rapide tandis que l'intensité du courant diminue. Justifier cette constatation.

3-Lorsque le moteur tourne, il fournit une puissance mécanique  $P_u$ .

3.1-Etablir l'équation qui permet de calculer l'intensité  $I$  dans le circuit en fonction de la puissance fournie  $P_u$ .

3.2-Montrer que si la puissance  $P_u$  est inférieure à une valeur  $P_0$  que l'on déterminera, il existe deux régimes de fonctionnement du moteur.

3.3-Pour  $P_u=52,5W$ , calculer dans les deux cas possibles :

3.3.1-les intensités du courant.

3.3.2-les f.c.é.m.  $E'$  du moteur.

3.3.3-les rendements de l'installation.

4-a partir de l'équation établie au 3.1-, écrire l'équation donnant la puissance fournie  $P_u$  en fonction de l'intensité  $I$  et représenter les variations de la fonction  $P_u = f(I)$ .

Echelle :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{En abscisse : } 1\text{cm} \rightarrow 1A \\ \text{En ordonnée : } 4\text{cm} \rightarrow 100W \end{array} \right.$

Retrouver, à partir du graphe, les résultats des questions 3.2- et 3.3-.

**Exercice 16 :**

1-Un circuit comprend deux générateurs  $G_1$  ( $E_1=40V$  ;  $r_1=4\Omega$ ) et  $G_2$  ( $E_2=10V$  ;  $r_2=1\Omega$ ) montés en opposition. La résistance des fils de jonction est négligeable.

1.1-Déterminer le sens et l'intensité du courant dans le circuit.

1.2-On ajoute en série un ampèremètre de résistance  $r=5\Omega$ .

Quelle indication donne-t-il ? Conclure.

2-On enlève l'ampèremètre et on réunit les points A et B par un conducteur ohmique de résistance  $R=3,2\Omega$ .

2.1-Calculer les intensités  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I$  des courants qui passent dans  $G_1$ ,  $G_2$  et  $R$ .

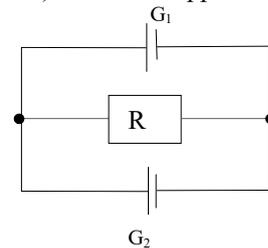
2.2-Quelle est la valeur de  $R$  qui annulerait l'intensité  $I_2$  traversant  $G_2$ .

3-On remplace la résistance  $R$  par un moteur de résistance interne  $r=1\Omega$  et qui fournit la puissance mécanique  $P_u$  et on suppose que les sens des courants restent les mêmes que précédemment.

3.1-Déterminer l'équation qui permet de calculer, en fonction de  $P_u$ , l'intensité  $I$  qui traverse le moteur.

3.2-Quelle est la valeur maximale de  $P_u$  ?

3.3-Déterminer les valeurs possibles de  $I$  lorsque le moteur fournit la puissance  $P_u=10W$ . Quel est le régime le plus intéressant ? Pourquoi ?



**Exercice 17 :**

Une génératrice  $G$  de f.é.m  $E=60V$  et de résistance interne  $r=1,5\Omega$ , alimente un moteur électrique  $M$ , de f.c.é.m.

$E'=50V$  et de résistance interne  $r'=1\Omega$ . La ligne est composée de deux fils de cuivre PA et NB de 1mm de diamètre et de longueur  $l=100m$ .

1-La résistivité du cuivre est  $\rho = 1,6.10^{-8}\Omega.m$ . Calculer la résistance  $R$  de chaque fil de ligne.

2-Quelle est l'intensité du courant débité par la génératrice ? Déterminer les tensions  $U$  et  $U'$  aux bornes du générateur et du moteur. En déduire la chute de tension,  $U - U'$ , le long de cette ligne.

3-Le courant passe pendant un quart d'heure. Calculer :

3.1-l'énergie électrique  $W_e$  fournie par la génératrice au reste du circuit.

3.2-l'énergie électrique  $W_e'$  reçue par le moteur du reste du circuit.

3.3-la chaleur dégagée par la ligne, qui est en régime permanent

3.4-le rendement  $\eta$  de la ligne. Dépend-il de la durée du passage du courant ?

4-La génératrice est actionnée par une turbine, le moteur fait tourner l'arbre d'une machine-outil. Quel est, pendant un quart d'heure :

4.1-le travail fourni par la turbine à la génératrice ?

4.2-le travail fourni par le moteur à la machine outil ?

5-Les appareils sont en régime permanent, l'effet Joule représente pratiquement la seule source de chaleur. Déterminer le rendement de l'installation : génératrice, ligne, moteur.

6-On place en dérivation aux bornes du moteur un conducteur ohmique de résistance  $R'=42\Omega$ . Déterminer l'intensité du courant passant dans ce conducteur.



## CONDENSATEURS : CAPACITE - ENERGIE EMMAGASINEE

### Exercice 1 :

Un condensateur possède deux bornes A et B reliées respectivement aux armatures A et B.

L'armature A porte la charge  $q_A = 2,2 \mu\text{C}$ .

- 1-Quelle est la charge électrique de l'armature B ?
- 2-L'armature A possède-t-elle un défaut ou un excès d'électrons ?
- 3-Donner le signe de la différence de potentielle (d.d.p.)  $V_A - V_B$ .

### Exercice 2 :

On charge un condensateur de capacité  $C = 0,8 \mu\text{F}$  à l'aide d'une source de courant qui débite, pendant le temps  $t = 2,5\text{s}$ , un courant d'intensité constante  $I = 22 \mu\text{A}$ .

- 1-Quelle est la charge acquise par le condensateur ?
- 2-Quelle est la tension entre ses armatures ?

### Exercice 3 :

Un condensateur de capacité  $22 \mu\text{F}$  est chargé sous une tension de  $15 \text{V}$ .

- 1-Quelle est sa charge ?
- 2-Quelle énergie a-t-il emmagasinée ?

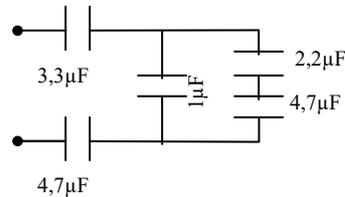
### Exercice 4 :

On associe en série deux condensateurs de capacité  $6,8 \mu\text{F}$  et  $2,2 \mu\text{F}$ . L'ensemble est soumis à une tension de  $220\text{V}$ .

- 1-Calculer la capacité du condensateur équivalent.
- 2-Quelle est la charge commune à chaque condensateur ?
- 3-Calculer la différence de potentiel aux bornes de chaque condensateur.

### Exercice 5 :

On considère l'association de condensateurs représentée sur la figure. Quelle est la capacité du condensateur équivalent à toute l'association ?



### Exercice 6 :

1-Un condensateur dont les armatures sont notées A et B porte la charge  $Q_A = 48 \mu\text{C}$  lorsque la tension  $U = V_A - V_B$  est égale à  $40\text{V}$ . Quelle est la valeur de sa capacité C ?

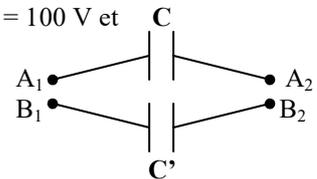
2-On branche entre les armatures, à l'instant  $t = 0$  un générateur qui débite un courant d'intensité constante  $I = 5 \mu\text{A}$  circulant de A vers B. Quelles sont les valeurs de la charge  $Q_A$  et de la tension  $U$  aux instants  $t_1 = 5 \text{s}$ ,  $t_2 = 10 \text{s}$ ,  $t_3 = 15 \text{s}$  ?

### Exercice 7 :

Les condensateurs dessinés à la figure 13 sont soumis, respectivement  $U_1 = V_{A1} - V_{A2} = 100 \text{V}$  et  $U_2 = V_{B1} - V_{B2} = 80 \text{V}$ .

Lorsque leur charge est terminée, on procède aux opérations suivantes:

- 1-les générateurs sont débranchés ;
- 2-On relie par un cavalier conducteur, manipulé avec une pince isolante, les armatures  $A_1$  et  $B_1$  d'une part,  $A_2$  et  $B_2$  d'autre part.



2.1-Quelles sont, avant la mise en place des cavaliers, les valeurs de la charge  $Q_0$  portée par l'armature  $A_1$  et de la charge  $Q'_0$  portée par l'armature  $B_1$  ?

Capacités des deux condensateurs :  $C = 0,5 \mu\text{F}$  ;  $C' = 0,2 \mu\text{F}$ .

2.2-Déterminer, lorsque les cavaliers sont mis en place les nouvelles valeurs des charges  $Q$  (armature  $A_1$ ) et  $Q'$  (armature  $B_1$ ) ainsi que celle de la tension  $U = V_{A1} - V_{A2}$ .

2.3-Quelle est l'énergie électrostatique totale emmagasinée dans les deux condensateurs :

- 2.3.1-Avant la mise en place des cavaliers ?
- 2.3.2-Après leur mise en place ?

Commenter et interpréter.

2.4-Reprenre les questions 2.2- et 2.3- en supposant désormais que les cavaliers sont mise en place entre  $A_1$  et  $B_2$  d'une part, entre  $A_2$  et  $B_1$  d'autre part.

### Exercice 8 :

Un condensateur est constitué par deux disques circulaires de même diamètre  $D = 28 \text{cm}$ . Ces disques de même axe sont parallèles et séparés par une distance  $d$  réglable.

1-Quelle est la capacité de ce condensateur :

- 1.1-Si  $d = 1 \text{mm}$  ?
- 1.2-Si  $d = 5 \text{mm}$  ?

2-Que devient la capacité si l'on interpose entre les armatures, distantes de  $5 \text{mm}$ , une lame de verre d'épaisseur  $5 \text{mm}$  et de permittivité  $\epsilon_r = 4$  ?Quelle est la tension maximale que peut supporter ce condensateur ainsi formé ?

La rigidité diélectrique du verre est égale à  $10^7 \text{V.m}^{-1}$ .

**Exercice 9 :**

La décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique plongeant dans un calorimètre a provoqué une élévation de température de 3,1 ° C.

Sachant que la capacité calorimètre totale du calorimètre et de son contenu est égale à 133 J.K<sup>-1</sup>, quelle est la capacité de ce condensateur chargé initialement sous une tension de 50 V ?

**Exercice 10 :**

Un condensateur est branché aux bornes d'un générateur débitant un courant d'intensité constante égale à I = 0,17 µA. Le tableau ci-dessous donne la tension aux bornes du condensateur en fonction de la durée t de charge :

U(mV)	0	4,0	9,2	15,6	21,4	26,1	37,0	46,2
t(s)	0	5	12	20	28	34	48	60

1-Tracer U en fonction de t. Conclure.

2-En déduire la capacité du condensateur.

**Exercice 11 :**

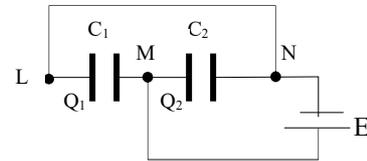
Les armatures d'un condensateur plan sont distantes de 1mm. Il règne entre ses armatures un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$  d'intensité E=20kV.m<sup>-1</sup>; la charge Q du condensateur est, dans ces conditions, égale à 10<sup>-8</sup>C.

1-Quelle est la valeur de sa capacité C ?

2-Calculer son énergie électrostatique.

**Exercice 12 :**

On considère le montage de la figure ci-contre. La f.é.m E du générateur est égale à 200V. C<sub>1</sub>=20nF et C<sub>2</sub>=80nF. Q<sub>1</sub> et Q<sub>2</sub> désignent respectivement les charges des armatures de gauche des condensateurs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>.



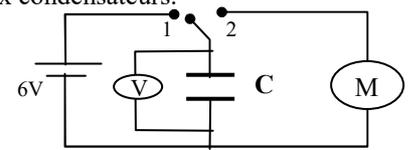
1-Calculer les tensions U<sub>1</sub>=V<sub>L</sub> - V<sub>M</sub> et U<sub>2</sub>=V<sub>M</sub>- V<sub>N</sub> entre les armatures des deux condensateurs.

2-Quelles sont les valeurs des charges Q<sub>1</sub> et Q<sub>2</sub> ?

3-Calculer l'énergie électrostatique totale E emmagasinée dans l'ensemble des deux condensateurs.

**Exercice 13 :**

On veut utiliser l'énergie d'un condensateur pour faire tourner un moteur sur l'axe duquel s'enroule une ficelle reliée à un objet de masse m. Pour cela, on utilise le montage schématisé sur la figure.



En position (1), après quelques instants, le voltmètre indique une tension de 6 V ;

la capacité du condensateur est de 1 F. L'interrupteur est placé en position (2). L'objet de masse m = 10 g s'élève puis s'arrête après être remonté de 1,40 m. La tension aux bornes du condensateur est alors de 5,1 V.

1-Calculer la variation d'énergie du condensateur.

2-Calculer le travail du poids de l'objet et la variation de son énergie potentielle de pesanteur. On prendra g = 10 N.kg<sup>-1</sup>.

3-Définir le rendement du dispositif et le calculer.

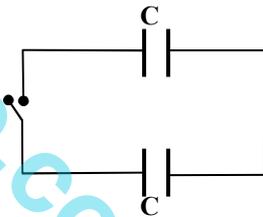
4-Sous quelle forme l'énergie s'est-elle dissipée ?

**Exercice 14 :**

Un condensateur de capacité C=33µF est chargé sous une d.d.p. U<sub>AB</sub>=24 V.

1-Calculer la charge portée par l'armature A et celle portée par l'armature B, ainsi que l'énergie emmagasinée.

2-On relie les bornes A et B de ce condensateur chargé aux bornes E et D d'un condensateur identique, mais complètement déchargé.



2.1-En appliquant le principe de conservation de la charge, calculer la charge portée par l'armature A, puis par l'armature E.

2.2-Quelle est la nouvelle d.d.p. entre les armatures de chaque condensateur ?

2.3-Calculer l'énergie emmagasinée dans les deux condensateurs.

2.4-Au cours de la connexion, y a-t-il eu conservation de l'énergie ? Quelle quantité d'énergie s'est dissipée par effet Joule dans les fils de connexions ?

**Exercice 15 :**

Sur un domaine de durée [0ms, 1ms], la tension à l'entrée d'un circuit dérivateur varie suivant la loi :

$$e(t) = 10^3 \cdot t, \quad \text{avec } t \text{ en secondes.}$$

Sachant que la tension de sortie est donnée par :  $U_s(t) = - R \cdot C \frac{de(t)}{dt}$

Déterminer U<sub>s</sub>(t) pour R = 3300 Ω et C = 0,2 µ F.

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)

**ELECTRONIQUE**

**AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL :  
MONTAGES DERIVATEUR ET INTEGRATEUR - APPLICATIONS**

**Exercice 1 :**

En travaux pratiques, on peut réaliser le montage électronique de la figure a avec un amplificateur opérationnel ; la résistance de 1 MΩ placée aux bornes du condensateur n'a pas d'influence théorique sur le fonctionnement du circuit étudié.

1-Ce montage est-il un montage intégrateur ou dérivateur ? Justifier succinctement en considérant l'A.O. comme parfait.

2-Avec un oscillographe à deux voies, on veut observer la tension aux bornes du générateur B.F. e(t) et la tension de sortie U<sub>S</sub>. A l'aide d'un schéma clair, indiquer le mode de branchement de l'oscillographe.

3-A la sortie S, on observe le signal de la figure b. Dessiner le signal observé aux bornes du G.B.F. Quel est l'ordre de grandeur de la valeur absolue de la tension maximale délivrée par le G.B.F ?

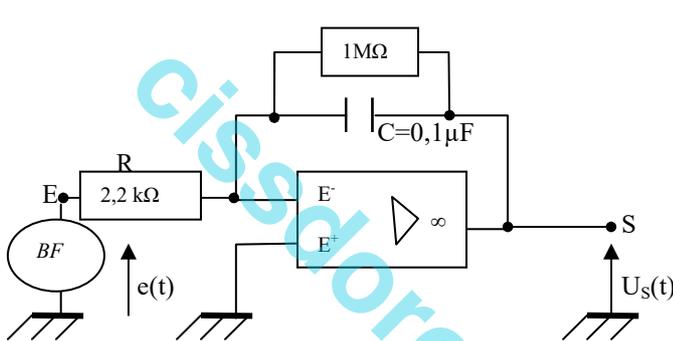


Figure a

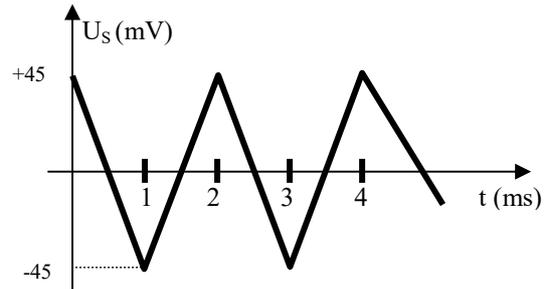


Figure b

**Exercice 2 :**

En travaux pratiques, on peut réaliser le montage électronique de la figure c avec un amplificateur opérationnel ; les résistances R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> ne sont pas à prendre en compte pour l'étude théorique de ce circuit.

1-Ce montage est-il un montage intégrateur ou dérivateur ? Justifier succinctement en considérant l'A.O. comme parfait.

2-Sur un schéma, représenter les branchements d'un oscillographe à deux voies qui permettrait d'observer simultanément U<sub>S</sub>(t) et e(t).

3-

3.1-A l'oscillographe, on observe le signal U<sub>S</sub>(t) de la figure d. Quelle est la période de ces oscillations ? La fréquence ?

3.2-Représenter la tension e(t).

Données : R<sub>2</sub> = R<sub>3</sub> 3,3 kΩ ; R<sub>1</sub> = 100Ω ; C = 220 nF

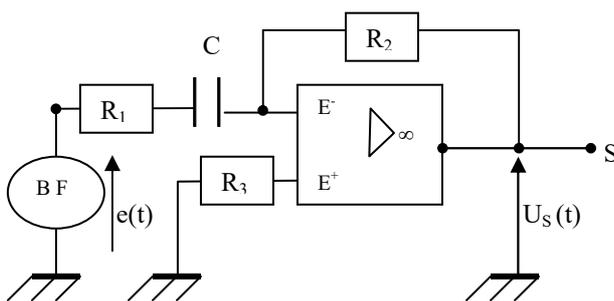


Figure c

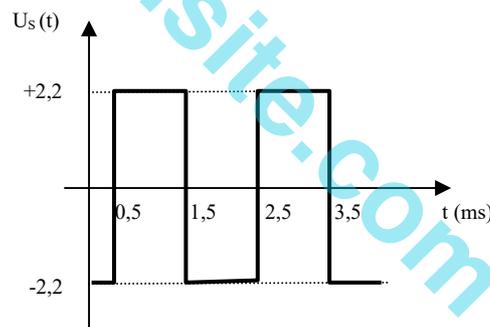


Figure d

**Exercice 3 :**

On considère le montage de la figure ci-dessous.

1-Est-ce un montage dérivateur ou un montage intégrateur ?

2-Quelle relation lie la tension d'entrée (ou sa dérivée) à la tension de sortie (ou sa dérivée) ?

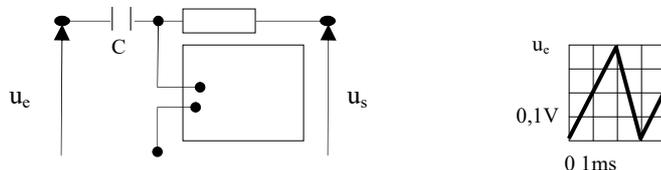
3-On visualise sur la voie Y<sub>A</sub> d'un oscilloscope, la tension d'entrée u<sub>e</sub>. On obtient l'oscillogramme ci-dessous. L reproduire et dessiner sur le même graphe la tension d'entrée et la tension de sortie visualisée sur la voie Y<sub>B</sub>, les données numériques étant les suivantes :

R = 10 kΩ ; C = 1 μF

Voie A : sensibilité verticale = 1 V/ div.

Voie B : sensibilité verticale = 10 V/ div.

Balayage horizontal : 1 ms / div.



---

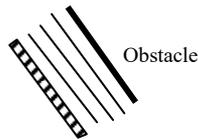
**PHENOMENES VIBRATOIRES ET PROPAGATION**

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)

**PROPAGATION DES SIGNAUX – ONDES PROGRESSIVES**  
**INTERFERENCES MECANIQUES**

**Exercice 1 :**

Une onde plane progresse à la surface de la cuve à ondes. Elle arrive sur un obstacle plan. Construire les rayons de propagation incidents et réfléchis ainsi que l'onde réfléchie.



**Exercice 2 :**

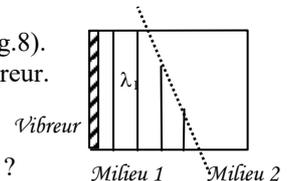
La forme de la plaque en plexiglas est différente et occupe ce qui correspond au milieu 2 (fig.8).

1-Mesurer la longueur d'onde ; si  $c_1 = 0,25\text{m.s}^{-1}$  en déduire la période et la fréquence du vibreur.

2-Sachant que  $\lambda_2 = 3\text{mm}$ , calculer  $c_2$ .

3-Tracer l'onde plane transmise ; Justifier votre schéma.

4- $i_1 = 30^\circ$  en déduire  $i_2$ . Quelle est l'inclinaison de la plaque par rapport aux bords de la cuve ?



**Exercice 3 :**

Les deux extrémités  $S_1$  et  $S_2$  d'un vibreur émettent en phase des ondes circulaires à la surface de l'eau. La célérité de ces ondes est égale à  $0,25\text{ m.s}^{-1}$  et leur période à 100 ms.

1-Calculer la longueur d'onde.

2-Quel est l'état vibratoire d'un point M de la surface tel que  $S_1M = 15\text{ cm}$  et  $S_2M = 11,25\text{ cm}$  ?

3-Même question pour un point N tel que  $S_1N = 12\text{ cm}$  et  $S_2N = 17\text{ cm}$ .

**Exercice 4 :**

On a réalisé des interférences à la surface de l'eau à partir de deux points sources  $S_1$  et  $S_2$  animés par un même vibreur. On se propose d'utiliser deux vibreurs distincts.

1-Quelles conditions doivent-ils remplir pour que l'on observe des interférences ?

2-Les vibreurs vibrent à la même fréquence, avec la même amplitude et sont constamment en opposition de phase. Que peut-on prévoir ? (Faire éventuellement un schéma).

3-Les vibreurs vibrent à la même fréquence, en phase, l'un avec une amplitude double de l'autre. Que peut-on prévoir ?

4-Les vibreurs vibrent avec la même amplitude, mais avec des fréquences différentes. Qu'observe-t-on ?

5-Les vibreurs vibrent avec la même fréquence, la même amplitude et sont en phase. Le dispositif d'entretien de l'un d'eux s'arrête, de fonctionner : les vibrations s'amortissent progressivement. Qu'observe-t-on ?

L'un des dispositifs d'entretien souffre d'un mauvais contact : il s'arrête, repart, s'arrête de nouveau, etc., et ceci, à intervalles de temps brefs et irréguliers. Que peut-t-on prévoir ?

**Exercice 5 :**

On éclaire à l'aide d'un stroboscope une lame vibrante. La fréquence maximale des éclairs pour laquelle la lame paraît s'immobiliser dans une position où elle est tordue est de 120 Hz.

1-Quelle est la fréquence de la lame ?

2-Pour quelles autres fréquences la lame paraît-elle immobile dans une position où elle est tordue ?

3-Montrer qu'il existe une fréquence supérieure à 120 Hz pour laquelle on voit une lame immobile, non tordue.

**Exercice 6 :**

La pointe d'un vibreur frappe la surface de l'eau contenue dans une cuve à onde avec une fréquence  $f = 15\text{ Hz}$ . On mesure la distance entre 5 rides consécutives et on trouve  $d = 12\text{ cm}$ .

1-Calculer la célérité de l'onde entretenue à la surface de l'eau.

2-On éclaire la surface de la cuve avec la lumière émise par un stroboscope. La fréquence des éclairs est  $f_1 = 15\text{ Hz}$ .

Quel est l'aspect de la surface de l'eau ?

3-La fréquence des éclairs est maintenant portée à  $f_2 = 16\text{ Hz}$ .

3.1-Qu'observe-t-on ?

3.2-Quelle est la célérité de déplacement apparent de l'onde ?

4-La fréquence des éclairs est maintenant portée à  $f_3 = 14\text{ Hz}$ .

4.1-Qu'observe-t-on ?

4.2-Quelle est la célérité de déplacement apparent de l'onde ?

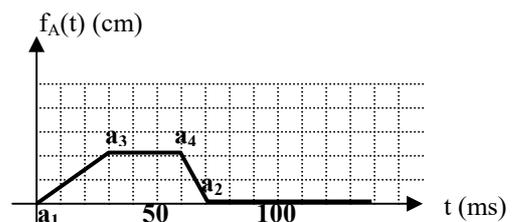
**Exercice 7 :**

La célérité d'un signal transversal se déplaçant le long d'une corde élastique est  $c = 6,2\text{ m.s}^{-1}$ . Le point A, l'extrémité de la corde, subit un ébranlement transversal dont l'équation horaire est donnée de façon simplifiée par la représentation graphique de la figure.

1-Représenter graphiquement l'équation horaire de l'ébranlement

que subit le point B situé à la distance  $d = 1,24\text{ m}$  du point A.

2-Dessiner l'aspect de la corde à l'instant  $t_1 = 0,150\text{ s}$ .



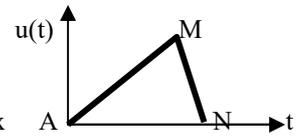
**Exercice 8 :**

L'extrémité d'un vibreur est munie d'une fourche dont les deux points  $S_1$  et  $S_2$  trempent dans un liquide. La fréquence des vibrations est  $f = 35$  Hz. La distance séparant les deux pointes est  $d = 72$  mm. La célérité des ondes à la surface du liquide est  $c = 0,45$  m.s<sup>-1</sup>.

- 1-Calculer la longueur d'onde des ondes à la surface de l'eau.
- 2-Qu'observe-t-on à la surface du liquide ?
- 3-Combien y a-t-il de franges d'amplitude maximale coupant le segment  $[S_1S_2]$  ?

**Exercice 9 :**

1-La figure ci-contre donne la représentation graphique de la fonction  $u(t)$  correspondant au signal émis en A. Déterminer la fonction qui, à chaque valeur de la date  $t$ , fait correspondre l'élongation du point A.



2-Sachant que la célérité de propagation est de 2m.s<sup>-1</sup>, représenter l'aspect de la corde aux dates  $t_1=3$  s,  $t_2=6$  s,  $t_3=8$  s.

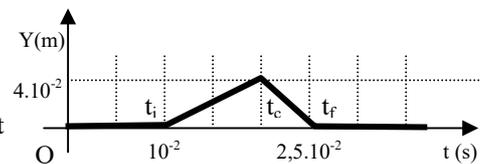
3-Quels sont les points de la corde qui, à la date 14 s, ont pour élongation 4cm ? Peut-on sans représenter l'aspect de la corde à cette date répondre à la question ?

**Exercice 10 :**

Un navire dispose de deux émetteurs sonores placés sur la ligne verticale, l'un juste au - dessus de la surface de l'autre, l'autre juste au - dessous. Un second navire dispose de deux récepteurs sonores, placés dans les mêmes conditions. Un signal est émis par les deux émetteurs en même temps ; les récepteurs les reçoivent en deux instants séparés de 6,5 s. Déterminer la distance entre émetteurs et récepteurs. La célérité du son dans l'air est 340 m.s<sup>-1</sup>

**Exercice 11 :**

Soit une longue corde tendue, sur cette corde les signaux transversaux se propagent à la célérité  $c = 10$  m.s<sup>-1</sup>. L'extrémité S de la corde peut bouger transversalement. Chaque position de S est repérée dans l'espace par l'élongation  $S_0S = y$ , chaque instant par une date  $t$ . Le mouvement de S est caractérisé par la courbe des temps de S donnée ci-dessus.



1-Dessiner l'allure de la corde à l'instant de date  $t_1 = 5.10^{-2}$  s (c'est-à-dire la courbe des espaces à la date  $t_1$ ).

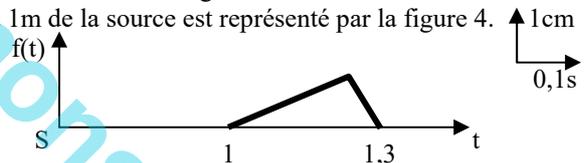
2-Etude analytique.

2.1-Déterminer la fonction  $y = f_0(t)$  pour la <<montée>> du signal, c'est-à-dire pour  $t_i < t < t_c$ . (La notation  $f_0(t)$  signifie la fonction du temps  $f(t)$  pour le point d'abscisse  $x = 0$ , c'est-à-dire pour le point S.)

2.2-Soit M un point quelconque de position au repos  $M_0$  situé à  $S_0M_0 = x$ . Déterminer la fonction  $y = f_x(t)$  (toujours pour la <<montée>> du signal).

**Exercice 12 :**

Un ébranlement transversal à l'extrémité S se propage sur une corde de 3m de long, à la vitesse  $c = 1$  m.s<sup>-1</sup>. L'autre extrémité est fixe. Le mouvement d'un point de la corde situé à 1m de la source est représenté par la figure 4.



- 1-Quelle la longueur de l'ébranlement ?
- 2-Représenter l'aspect de la corde à la 2,7 s.
- 3-Expliquer ce qui se passe sur l'extrémité fixe.
- 4-Représenter l'aspect de la corde à la date 3,2s.

**Exercice 13 :**

L'extrémité d'une corde horizontale est reliée à un vibreur harmonique, l'autre extrémité est enrobée de coton peu tassé.

- 1-Quel est le rôle du coton ?
- 2-On éclaire la corde avec un stroboscope électronique, la plus grande fréquence des éclairs pour laquelle la corde paraît immobile à un aspect, en position quelconque, est  $N_e = 100$  Hz. Quelle est la fréquence du vibreur ?
- 3-La corde, apparemment immobilisée, a la forme d'une sinusoïde de période spatiale 10 cm. En déduire la célérité des vibrations transversales le long de cette corde.
- 4-On modifie légèrement la tension de la corde, faut-il changer la fréquence des éclairs pour observer la corde immobilisée ? Cette nouvelle tension est maintenue par la suite.
- 5-On constate, en utilisant des fenêtres, que deux points M et N séparés de 36 cm vibrent en concordance de phase. Quelles sont les valeurs possibles de la longueur d'onde  $\lambda$  ? On ne retiendra que les valeurs supérieures à 3.5cm.
- 6-En modifiant la position des fenêtres on constate que deux points P et Q séparés de 30cm, mesurés verticalement, vibrent en opposition de phase. Quelles sont les valeurs possibles de  $\lambda$  ? Quelle valeur faut-il finalement retenir ?
- 7-On éclaire la corde avec des éclairs de fréquences  $N_e = 96$ Hz
  - 7.1-Qu'observe-t-on ?
  - 7.2-A quelle célérité apparente l'onde progresse-t-elle ?

**Exercice 14 :**

Deux pointes  $S_1$  et  $S_2$  reliées à un vibreur, provoquent la propagation de deux ondes circulaires à la surface de l'eau avec une célérité  $c = 0,60$  m.s<sup>-1</sup>. Ces deux pointes sont situées à une distance  $a = 10$ cm l'une de l'autre et frappent la surface de l'eau simultanément, avec la même amplitude et la même fréquence  $N$  inconnue.

- 1-Décrire l'aspect de la surface de l'eau et interpréter sans calcul le phénomène.
- 2-On repère un point P sur la troisième frange de repos à partir de la médiatrice OH de  $S_1S_2$  et dans une région éloignée des pointes.

2.1-Déterminer l'expression de la différence de marche  $\delta$  entre deux rayons interférant en P en fonction de  $a$ ,  $d$ , et  $x$ . comme  $a$  très faible devant OP on pourra assimiler  $S_1P + S_2P$  à  $2d$ .

2.2-En déduire la longueur d'onde  $\lambda$  et la fréquence N du vibreur.

On donne :  $OP = d = 80\text{cm}$  et  $PH = x = 48\text{cm}$ .

3-Déterminer le nombre de franges d'amplitude nulle le long de  $S_1S_2$  et la position des points au repos sur ce segment.

4-Même question que la précédente, pour les franges d'amplitude maximale.

**Exercice 15 :**

Une fourche a deux pointes distantes de 30mm ; elle est montée sur un vibreur rotatif de telle sorte que chaque pointe frappe alternativement et périodiquement la surface de l'eau en  $S_1$  et  $S_2$ .

L'amplitude des ondes produites en  $S_1$  et  $S_2$  est la même. Les schémas ci-dessous représentent les positions successives de la fourche : La période T est de 0.02s. La célérité des ondes à la surface de l'eau est de  $0.4 \text{ m.s}^{-1}$ . En déduire la longueur d'onde des ondes produites. Soit  $u_S(t)$  l'équation horaire de  $S_1$  :  $u_S(t) = f(t)$ .

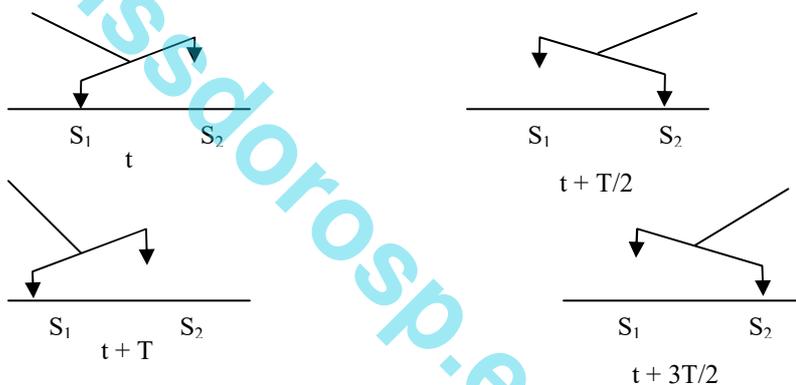
1-Quelles sont les équations horaires de  $S_2$  et de M tel que  $S_1M = d_1$  et  $S_2M = d_2$  ?

2-Quel est l'état vibratoire d'un point M tel que  $S_1M = 34\text{mm}$  et  $S_2M = 42\text{mm}$  ? Même question pour M' tel que  $S_1M' = 28\text{mm}$  et  $S_2M' = 40\text{mm}$ .

3-Quel est le lieu des points d'amplitude maximale ?

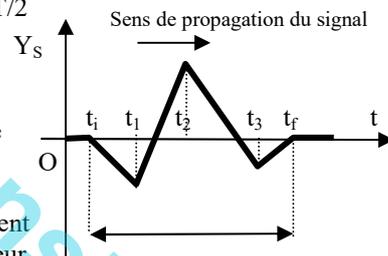
4-Quel est lieu des points d'amplitude nulle ?

5-Dessiner l'aspect de la figure d'interférences et vérifier les résultats trouvés pour M et M'.



**Exercice 16 :**

Dans cet exercice, on se propose d'étudier le mouvement d'un point source S. Pour cela le manipulateur tient en même temps l'extrémité S d'une corde élastique, horizontale et un morceau de craie qui frotte légèrement sur un cylindre. Ce dernier recouvert d'une feuille de papier tourne à vitesse constante autour d'un axe vertical. Le manipulateur fait un geste vertical très rapide. Sur la figure 1, on obtient la courbe dessinée par le morceau de craie reproduite en vraie grandeur.



1-Le cylindre a pour circonférence 44 cm, il fait un tour en 2,4 s. Quelle est la durée T du signal ?

2-On tend la corde exactement de la même façon que lors de la première expérience décrite ci-dessus mais on utilise plus le cylindre tournant. Cette fois-ci le manipulateur A, excite la corde par un coup de règle qu'il applique pratiquement au point S tenu par son autre main. Au même instant un manipulateur B déclenche un chronomètre. A sent le signal revenir vers sa main après avoir été renvoyé par l'obstacle au quel est attaché l'autre extrémité de la corde. La troisième fois que A sent le retour du signal il fait arrêter par B le chronomètre. Sur le chronomètre on lit 4,5 s.

La longueur de la corde entre S et l'obstacle est  $l=6\text{m}$ . Quelle est la célérité du signal dans cette deuxième expérience ? Peut-on en déduire la longueur du signal qui s'est propagée le long de la corde au cours de la première expérience.

3-La célérité  $c$  d'un signal transversal se propageant le long d'une corde élastique dépend de l'intensité de la tension  $F$  de la corde et de la masse linéique  $\mu$ . On montre que  $c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  ;  $F$  en N,  $\mu$  en  $\text{kg.m}^{-1}$  ;  $c$  en  $\text{m.s}^{-1}$ . La corde tendue a pour

longueur  $l = 6\text{m}$ , sa masse est  $m = 200\text{g}$ . Quelle est sa tension ?

4-Pour faire cette question nous allons simplifier la courbe des temps du point source S (figure 2). Quelle est la durée T du signal simplifier ? Quelle est l'amplitude du signal ? Soit M un point de la corde de position au repos  $M_0$  telle que  $\overline{S_0M_0} = 3,2\text{m}$ . Tracer la courbe des temps du point M. Le vecteur célérité  $\vec{c}$  a toujours pour module  $c=8\text{m.s}^{-1}$ .

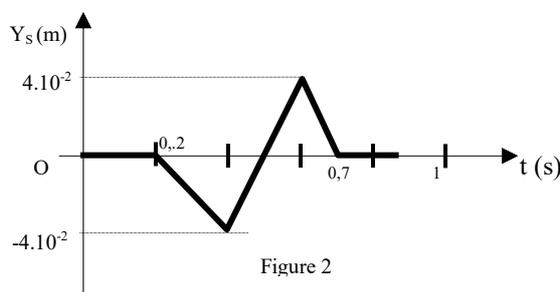


Figure 2

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)

OPTIQUE

## ETUDE EXPERIMENTALE DES LENTILLES MINCES

### Exercice 1 :

Une lentille convergente a pour distance focale 4cm. Un objet AB, de longueur 1 cm, a son pied sur l'axe principal.

- 1-Construire l'image A'B' de AB.
- 2-Vérifier la relation de conjugaison des lentilles minces.

**Echelle : 1cm → 1cm**

### Exercice 2 :

Un projecteur de diapositives rectangulaires, de dimensions 24mm x 36mm, a une distance focale de 10cm, l'écran d'observation est situé à 6m de l'objectif.

- 1-Quelles sont les dimensions de l'image obtenue ?
- 2-Comment faut-il placer la diapositive ?

### Exercice 3 :

Une lentille mince a pour vergence +4 δ.

- 1-Est-elle convergente ou divergente ? Quelle est sa distance focale ?
- 2-Un objet AB est situé à 100cm de cette lentille. A quelle distance D de AB doit-on placer l'écran pour y recevoir l'image nette de AB ?
- 3-Sans bouger AB et l'écran, on déplace la lentille, montrer que pour une autre position de la lentille on obtient a nouveau une image nette sur l'écran.
- 4-Comparer les grandissements  $\gamma_1$  et  $\gamma_2$  correspondant aux deux positions.

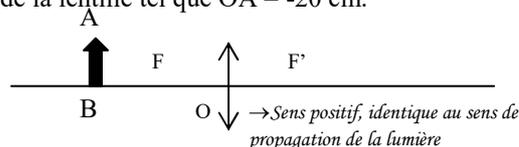
### Exercice 4 :

Un objet AB est placé devant une lentille convergente dont la distance focale est  $f = +8,0$  cm. Le point A est situé sur l'axe principal de la lentille, à une distance OA du centre optique O de la lentille tel que  $OA = -20$  cm.

- 1-Déterminer graphiquement

- 1.1-La position de l'image A'B' ;
- 1.2-Le grandissement de cette image.

- 2-Retrouver les résultats précédents par le calcul.



### Exercice 5 :

1-Un œil myope ne peut voir nettement que des objets compris entre  $d=100$ cm et  $d=20$ cm. On corrige ce défaut en plaçant devant l'œil une lentille divergente de distance focale  $f=D$ . Montrer que l'œil ainsi corrigé peut voir nettement le même zone d'espace qu'un œil normal, c'est à dire tous les objets dont les distances à l'œil sont comprises entre l'infini et 25cm. On négligera la distance lentille L-œil.

2-Un œil myope est parfaitement corrigé par une lentille de vergence  $-2\delta$ . Quelle zone d'espace cet œil non corrigé peut-il parfaitement observer ?

### Exercice 6 :

1-On place, devant une lentille dont la vergence est  $C = +7,0 \delta$ , un objet AB telle que  $\overline{OA} = -80$ mm .

- 1.1-Déterminez la position de l'image A' B'.
- 1.2-Calculez la valeur du grandissement et déterminez la nature de l'image.
- 1.3-Retrouvez ces résultats par une construction graphiquement.

2-On remplace la lentille utilisée par une lentille dont la vergence est  $C = -8,0 \delta$

Répondez aux questions du 1-.

### Exercice 7:

Un appareil photographique peut photographier parfaitement des objets dont les distances à l'objectif sont comprises entre 2,10m et l'infini. L'objectif se comporte comme une lentille mince de distance focale  $f=10$ cm.

- 1-montrer que cette lentille L est convergente.
- 2-Entre quelles limites peut varier la distance L-film ?
- 3-Peut-on prendre une photographie nette d'un ensemble d'objet dont les distances s'étalent entre 2,10m et l'infini ?

### Exercice 8:

*Dimension, sur la pellicule, de l'image d'un objet.*

Un objet est à la distance  $D = 5,00$ m de l'objectif de l'appareil photographique . Sa hauteur est  $h = 0,75$ m.

Soit  $f$  la distance de l'objectif .Lors d'une prise de vue, une image se forme sur la pellicule; soit  $x$  sa hauteur.

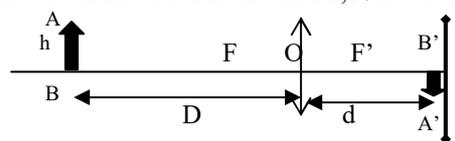
- 1-Calculer la relation qui lie  $x$ ,  $h$ ,  $D$  et  $d$ ,  $d$  étant la distance de l'image au centre optique de la lentille.
- 2-On considère successivement les objectifs de distance focale  $f'$  égale à 24mm, 50mm, 135mm, 250mm.

- 2.1-Calculez les dimensions sur la pellicule de l'image formée par les différents objectifs.

- 2.2-Tracez le format du négatif ( $24 \times 36$ , en millimètre) et représentez la longueur de chaque image. Conclusion ?

### Exercice 9 :

On veut photographier le Soleil, et obtenir une image la plus grande possible. On dispose de plusieurs lentilles de vergences :  $+0,5\delta$  ;  $-0,5\delta$  ;  $+2\delta$  ;  $-2\delta$  ;  $+5\delta$  et  $-5\delta$ .



1-On ne veut utiliser qu'une seule lentille, la quelle doit-on choisir ?

2-La photographie ainsi réalisée est un cercle brillant de diamètre 1,92cm. En déduire le diamètre apparent du Soleil.

### Exercice 10 :

Un microscope didactique, c'est-à-dire de démonstration, comporte une lentille mince convergente  $L_1$  de centre optique  $O_1$  et de distance focale  $f_1 = +20$  mm, et une lentille mince, convergente de centre optique  $O_2$  et de distance focale  $f_2 = +40$  mm. La distance entre les deux lentilles est  $O_1O_2 = 160$  mm.

On observe à travers ce microscope un objet AB placé à 24 mm de  $O_1$ . L'image obtenue est notée A'B'.

1-

1.1-Faites un schéma précis montrant la position de l'objet AB et de son image A'B' vue à travers le microscope.

1.2-Tracez la marche d'un faisceau de lumière.

2-Retrouvez les résultats donnés par le graphique à l'aide des relations de conjugaison des lentilles minces.

3-Afin de réaliser une microphotographie de l'objet AB, on remplace la lentille  $L_2$  par un objectif  $L_3$  appartenant à un objectif photo. On suppose, là aussi que l'objectif  $L_3$  peut être considéré comme une lentille mince de centre optique  $O_3$  et de distance focale  $f_3 = 50$  mm. La distance entre les deux lentilles  $L_1$  et  $L_3$  est  $O_1O_3 = 160$  mm.

3.1-Déterminez la position de l'image A''B''.

3.2-Calculer sa dimension, la dimension de l'objet étant  $a = 1,0$  mm.

### Exercice 11:

Un microscope est constitué de deux lentilles convergentes  $L_1$  et  $L_2$  de même axe principal.  $L_1$  a pour distance focale  $f_1 = 1$  cm,  $L_2$  a pour distance focale  $f_2 = 2$  cm. La distance  $O_1O_2 = 13$  cm.

1-Un petit objet AB a pour dimension 0,1 mm. Il est placé devant  $L_1$  à la distance  $O_1A = 1,1$  cm.

1.1-Préciser la position, la nature et la dimension de l'image donnée par  $L_1$ .

1.2-Faire une figure, à l'échelle 1 pour les distances parallèles à l'axe principal.

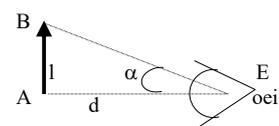
2-Pour  $L_2$ ,  $A_1B_1$  joue le rôle d'objet réel. Préciser la position, la nature et la dimension de l'image finale A'B'.

3-Evaluer le diamètre apparent  $\alpha$  sous le quel on observe l'image.

### Exercice 12 :

1-Un observateur regarde, à l'œil nu, un objet AB de longueur  $l = 3$  mm. Il place cet objet à la distance  $d = 25$  cm de l'un de ses yeux. Sous quel angle le voit-il ?

2-L'observateur utilise maintenant une loupe assimilable à une lentille sphérique mince de vergence  $40 \delta$ . L'objet AB a son pied A sur l'axe principal à la distance OA égale à 2,4 cm du centre optique O. L'œil de l'observateur est de l'autre côté de la loupe, centré sur l'axe principal à la distance  $OE = 5$  cm.



2.1-Préciser la position, la nature et la longueur de l'image

2.2-Dessiner, sans respecter l'échelle, la marche du faisceau issu de B et entrant dans l'œil E.

2.3-Sous quel angle l'œil voit-il l'image de l'objet ? Conclure.

3-En fait instinctivement un œil normal cherche à renvoyer l'image virtuelle très très loin, on dit à l'infini, cette observation correspond en effet à une fatigue minimale de l'œil.

3.1-Où se place alors l'objet ?

3.2-Tracer la marche du faisceau entrant dans l'œil.

3.3-Sous quel diamètre apparent l'image est-elle observée ?

### Exercice 13 :

L'objectif d'un projecteur de diapositives peut être assimilable à une lentille sphérique, mince, convergente, de distance focale  $f = 10$  cm.

1-L'écran sur lequel on veut projeter l'image d'une diapositive est située à 3 m du centre optique de la lentille. Où doit-on placer la diapositive ?

2-Quel est le grandissement de l'image ?

3-L'écran a pour hauteur 110 cm, pour largeur 140 cm. A quelle distance de l'objectif doit-on placer l'écran pour obtenir une image complète, la plus grande possible, d'une diapositive de hauteur 2,4 cm et de largeur 3,6 cm.

### Exercice 14 :

L'objectif d'une lunette astronomique est assimilable à une lentille mince convergente de distance focale  $f_1 = 2$  m, de centre optique  $O_1$ . L'oculaire a une lentille convergente mince de distance focale  $f_2 = 3$  cm, de centre optique  $O_2$ . Les deux lentilles ont même axe principal.

1-Une planète est vue à l'œil nu sous l'angle  $\alpha = 30^\circ$ . On pointe la lunette vers cette planète, l'axe principal passe par son centre. La lunette est réglée de façon que  $O_1O_2 = 203$  cm. Sous quel angle  $\alpha'$  un observateur voit-il cette planète à travers la lunette ?

2-On veut réaliser une photographie en utilisant la lunette. Pour cela on place un film à 1 m derrière  $L_2$ .

2.1-Calculer  $O_1O_2$  pour que l'image de la planète à travers l'ensemble  $L_1, L_2$  soit nette sur le film.

2.2-Quelle est la dimension de l'image photographique ?

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)

## DISPERSION DE LA LUMIERE BLANCHE

### Exercice 1:

1-Un fin faisceau de lumière rouge tombe sous une incidence  $i_1 = 85^\circ$  dans un verre spécial. L'angle de réfraction du rayon transmis est  $i_2 = 38^\circ$ . Calculez l'indice de réfraction de ce verre pour la lumière rouge utilisée.

2-On utilise maintenant une lumière bleue dans les mêmes conditions expérimentales que précédemment. L'angle de réfraction du rayon transmis est maintenant  $i_2' = 36^\circ$ , L'angle d'incident étant toujours le même. Calculez l'indice de réfraction du verre pour cette lumière bleue.

### Exercice 2:

Deux radiations monochromatiques tombent à la surface de l'eau sous l'incidence  $i = 30^\circ$ . Quel est l'angle  $\delta$  de dispersion, au cours de la réfraction, si les indices de réfraction sont respectivement  $n_1 = 1,333$  et  $n_2 = 1,339$ .

### Exercice 3 :

1-On envoie un faisceau parallèle de lumière blanche sur un écran. Entre la source et l'écran, on interpose trois filtres : jaune, magenta (rouge violacé), cyan (bleu vert). Qu'observe-t-on sur l'écran?

2-Entre la source et l'écran, on interpose deux filtres:

- 2.1-cyan et magenta
- 2.2-cyan et jaune
- 2.3-magenta et jaune

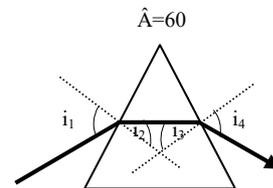
Qu'observe-t-on sur l'écran pour chacune de ces trois expériences? Comment appelle-t-on cette synthèse des couleurs?

### Exercice 4 :

Soit un prisme dont l'angle au sommet vaut  $\hat{A} = 60^\circ$ . Il est constitué d'un verre homogène dont les indices de réfraction sont compris entre les valeurs  $n_r = 1,60$  pour les radiations rouges et  $n_v = 1,68$  pour les radiations violettes. Un mince faisceau de lumière blanche tombe sur l'une des faces du prisme, sous l'angle d'incidence  $i_1 = 50^\circ$ .

1-Etudiez la marche des rayons de lumière rouge. Pour cela,

- 1.1-Calculez  $i_2$ ;
- 1.2-Montrez que  $\hat{A} = i_2 + i_3$  (voir figure); calculez  $i_3$ ;
- 1.3-Calculez  $i_4$ .



2-Etudiez de la même façon la marche des rayons de la lumière violette (en répondant aux mêmes questions).

3-Construisez la marche des rayons rouges et violets à l'intérieur et à la sortie du prisme. Une construction soignée est nécessaire, en employant règle et rapporteur d'angle. Quelle conclusion en tirez-vous?

### Exercice 5 :

Une lentille mince, plan convexe, a pour rayon de courbure de la face sphérique de centre O,  $R = 1\text{ m}$ . On fait tomber un pinceau de lumière blanche sur la face plane, parallèlement à l'axe de symétrie de la lentille. Le pinceau lumineux émerge de la lentille en un point I, tel que OI fasse un angle de  $10^\circ$  avec l'axe de symétrie de la lentille.

1-Quel est l'angle de dispersion du pinceau émergent si la lentille a pour indices extrêmes  $n_1 = 1,644$  et  $n_2 = 1,664$  ?

2-Montrer que la distance focale de la lentille dépend de la longueur d'onde de la radiation qui la traverse. Calculer les valeurs extrêmes de la distance focale.

3-L'écart entre ces deux valeurs extrêmes mesure ce que l'on appelle l'aberration chromatique de la lentille. Quelle est la valeur de l'aberration chromatique pour cette lentille ?

### Exercice 6 :

L'indice de réfraction du verre, pour la radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ , est donné par la relation :

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} ; \text{ où } A \text{ et } B \text{ sont des constantes. On donne les valeurs :}$$

- lumière rouge :  $\lambda_R = 0,768 \mu\text{m}$  et  $n_R = 1,618$ .
- Lumière violette :  $\lambda_V = 0,434 \mu\text{m}$  et  $n_V = 1,652$ .

1-Calculer les valeurs de A et B,  $\lambda$  étant exprimée en  $\mu\text{m}$ .

2-En déduire l'indice de réfraction pour la radiation jaune du sodium dont la longueur d'onde vaut  $0,589 \mu\text{m}$ .

### Exercice 7 :

Un pinceau cylindrique de lumière blanche arrive, sous l'incidence  $i = 80^\circ$ , sur la surface plane de séparation entre l'air et le verre ordinaire. Pour ce verre, les indices de réfraction valent :

- $n_R = 1,510$  pour une radiation rouge
- $n_O = 1,515$  pour une radiation orange
- $n_V = 1,520$  pour une radiation violette.

1-faire un schéma mettant en évidence la réfraction.

2-Calculer l'angle de réfraction pour les trois radiations considérées.

3-Calculer l'écart angulaire entre le pinceau rouge et le pinceau violet.

4-Calculer l'indice du verre pour la radiation jaune sachant que le pinceau réfracté correspondant forme, avec la surface de séparation des deux milieux, un angle de  $49^\circ 31'$ .

[Cissdorosp.e-monsite.com](http://Cissdorosp.e-monsite.com)