

EXOS TYPES

+

CORRIGES

1ère C-D-E

PHYSIQUE

et CHIMIE



SOMMAIRE

PREMIERE PARTIE : PHYSIQUE

Chapitre M_1 : TRAVAIL ET PUISSANCE DES FORCES EN TRANSLATION.....	4
Chapitre M_2 : TRAVAIL ET PUISSANCE DES FORCES EN ROTATION.....	9
Chapitre M_3 : THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE	13
Chapitre M_4 : ENERGIE POTENTIELLE .ENERGIE MECANIQUE	17
Chapitre E_1 : ESPACE CHAMP ELECTROSTATIQUE.....	24
Chapitre E_2 : ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE.....	28
Chapitre E_3 : PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUES.....	32
Chapitre E_4 : LES CONDENSATEURS.....	38
Chapitre E_5 : L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL	43
Chapitre O_1 : INTRODUCTION A L'OPTIQUE GEOMETRIQUE.....	48
Chapitre O_2 : REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE.....	51
Chapitre O_3 : LES LENTILLES MINCES.....	54

DEUXIEME PARTIE : CHIMIE

Chapitre CO_1 : GENERALITES.....	58
Chapitre CO_2 : LES ALCANES.....	62
Chapitre CO_3 : LES ALCENES ET LES ALCYNES.....	67
Chapitre CO_4 : PETROLE ET GAZ NATURELS.....	72
Chapitre CO_5 : COMPOSES AROMATIQUES.....	73
Chapitre CO_6 : COMPOSES OXYGENES	77
Chapitre CO_7 : L'ETHANOL	82
Chapitre CO_8 : ESTERIFICATION ET HYDROLYSE.....	86
Chapitre CG_1 : REACTION D'OXYDOREDUCTION.....	90
Chapitre CG_2 : CLASSIFICATION QUALITATIVE DES COUPLES.....	93
Chapitre CG_3 : CLASSIFICATION QUANTITATIVE DES COUPLES.....	96
Chapitre CG_4 : COUPLES REDOX EN SOLUTION AQUEUSE.....	99
Chapitre CG_5 : OXYDOREDUCTION PAR VOIE SECHE.....	104

TROISIEME PARTIE : CORRECTION....

Physique

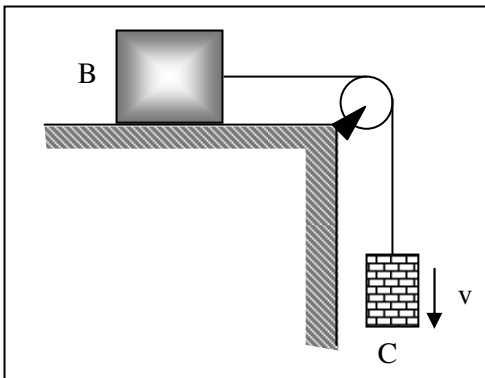


TRAVAIL ET PUISSANCE DES FORCES EN TRANSLATION

EXERCICE 1: Nathan : 8 p.41

Une brique (B) de masse $M = 1 \text{ kg}$ est entraînée à vitesse constante $V = 0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sur une table plane et horizontale par un contrepoids (C) de masse $m = 0,2 \text{ kg}$.

1. Enoncer le principe de l'inertie.
 2. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le contrepoids (C). Calculer l'intensité de ces forces.
 3. Même question pour les forces qui s'exercent sur la brique (B). Le contact entre la brique et la table a-t-il lieu avec ou sans frottement ? Justifier votre réponse.
 4. Calculer la puissance développée :
 - 4.1. Par le poids \vec{P} du contrepoids (C) ;
 - 4.2. Par la réaction \vec{R} de la table sur la brique.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.



EXERCICE 2: Nathan : 11p.41

Une automobile de masse $M = 1\,200 \text{ kg}$ tractée, à la vitesse $V = 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, une caravane de masse

$M' = 800 \text{ kg}$, dans une montée rectiligne de pente 8 %.

Les forces de frottement diverses qui s'opposent à l'avancement équivalent à une force unique, parallèle à la route, de sens opposé à celui du vecteur -vitesse, d'intensité constante ; elle vaut :

- Pour la voiture : $f = 100 \text{ N}$;
- Pour la caravane : $f' = 200 \text{ N}$.

1. Faire le bilan de toutes les forces qui agissent sur la voiture, puis sur la caravane. On notera F l'intensité de la force de traction qu'exerce le moteur et F' l'intensité de la force

avec laquelle le crochet d'attelage tire sur la caravane.

2. En appliquant le principe de l'inertie au véhicule puis à la caravane, calculer les intensités des forces

\vec{F} et \vec{F}' .

3. Quelle puissance la force \vec{F} développe-t-elle ? Même question pour la force \vec{F}' que le crochet exerce sur la caravane.

4. Quelle est la puissance totale des forces résistantes \vec{f} et \vec{f}' ?

EXERCICE 3: Nathan : 13 p.42

Une planche AB, homogène, de masse 20 kg, de longueur $L = 4 \text{ m}$, est appuyée contre un mur vertical, le pied A de la planche étant à 2 m du mur.

La planche glisse lentement du pied et finit par s'allonger sur le sol. Pendant le mouvement de glissement le contact en B s'effectue sans frottement tandis qu'en A une force de frottement d'intensité constante $f = 40 \text{ N}$.

Calculer, pendant la chute de la planche :

1. le travail du poids de l'échelle ($g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$) ;
2. le travail de la réaction \vec{R}_A ;
3. le travail de la réaction \vec{R}_B .

EXERCICE 4 : Feu vert : Exo corrigé p. 13

Un ressort à spires non jointives a une raideur $k = 2 \text{ N/cm}$. Son extrémité B est fixée à un support ; l'autre extrémité A peut se déplacer selon un axe ($x'x$) horizontal.

Calculer le travail de la tension du ressort dans les cas suivants :

1. Le ressort est allongé de 3 cm, à partir de son état de repos.
2. Le ressort est comprimé de 2 cm, à partir de son état de repos.
3. Le ressort est allongé de 1 cm à partir de son état à la question 1.

EXERCICE 5: Feu vert : 3 p. 15

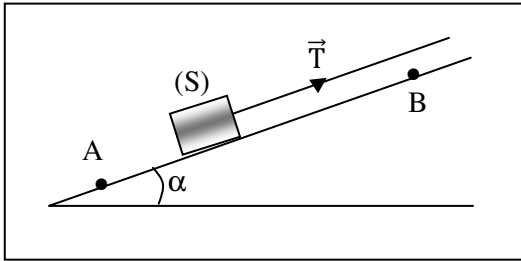
Un ressort est suspendu verticalement. Sa longueur à vide est $\ell_0 = 15 \text{ cm}$, sa raideur est $k = 2 \text{ N/cm}$. On accroche à son extrémité inférieure un objet de masse $m = 800 \text{ g}$. Le ressort s'allonge et s'immobilise.

1. Calculer l'allongement du ressort à l'équilibre.
2. Calculer au cours de l'allongement :
 - 2.1. Le travail du poids de l'objet.
 - 2.2. Le travail de la tension du ressort.

EXERCICE 6 : Feu vert : 5 p.16

Le câble d'un treuil tire un solide S de masse $m = 200 \text{ kg}$ qui glisse sans frottements sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale. Le solide S est tiré sur une longueur $AB = 5 \text{ m}$ le long du plan. La tension du câble est $T = 5\,000 \text{ N}$.

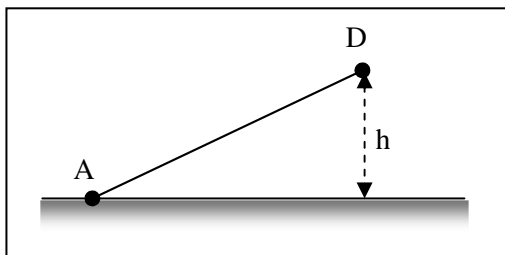
1. Calculer le travail de la tension \vec{T} du câble.
 2. Calculer le travail du poids de S.
 3. Calculer le travail de la réaction \vec{R} du plan sur S, si l'on admet que celui-ci se déplace à vitesse constante.
 4. Les forces de frottement sont assimilables à une force \vec{f} constante opposée au mouvement. En déduire l'intensité de \vec{f} .
- Donnée : $g = 10 \text{ N/kg}$.

**EXERCICE 7 : Feu vert : 6 p.16**

1. Une tige métallique homogène AD de masse $m = 20 \text{ kg}$ est posée à plat sur un sol horizontal. On soulève son extrémité D de 50 cm .

Calculer le travail du poids au cours de la montée. Donnée : $g = 10 \text{ N/kg}$.

2. La puissance moyenne du poids est en valeur absolue 5 W . Quelle est la durée du mouvement ?

**EXERCICE 8 : Feu vert : 7 p.16**

Un ressort, de longueur à vide ℓ_0 , de raideur $k = 20 \text{ N/m}$, est comprimé au quart de sa longueur.

1. Calculer le travail de la tension du ressort au cours de cette compression.

2. Quel est le travail de la force exercée par l'opérateur ?

3. L'opérateur lâche le ressort, celui-ci se détend. Calculer le travail de la tension du ressort si sa longueur finale est $\ell = 10 \text{ cm}$.

EXERCICE 9 : Feu vert : 8 p.16

Une cabine d'ascenseur de masse totale $M = 500 \text{ kg}$, parcourt en 20 s , la distance d séparant le rez-de-chaussée du $10^{\text{ème}}$ étage. La distance verticale entre deux étages est $h = 3,5 \text{ m}$.

1. Calculer la puissance moyenne de son poids.
2. Calculer la puissance instantanée de son poids lorsque la valeur de la vitesse est égale 3 m/s .

Donnée : $g = 10 \text{ N/kg}$.

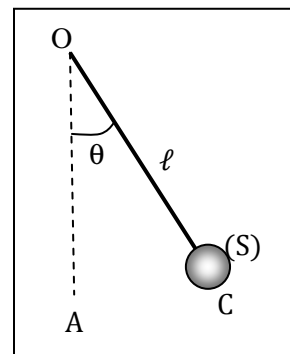
EXERCICE 10 : Feu vert : 10 p.17

Une sphère (S) de masse $m = 200 \text{ g}$ est fixée à l'extrémité d'un fil inextensible de longueur $\ell = 80 \text{ cm}$ de poids négligeable devant celui de la sphère. Le fil tendu est écarté de sa position d'équilibre OA d'un angle $\theta = 40^\circ$.

1. Déterminer au cours de ce déplacement, le travail du poids \vec{P} de la sphère.

2. Quel est le travail de la tension \vec{T} du fil au point d'attache de la sphère pendant le même déplacement ?

Donnée : $g = 10 \text{ N/kg}$.

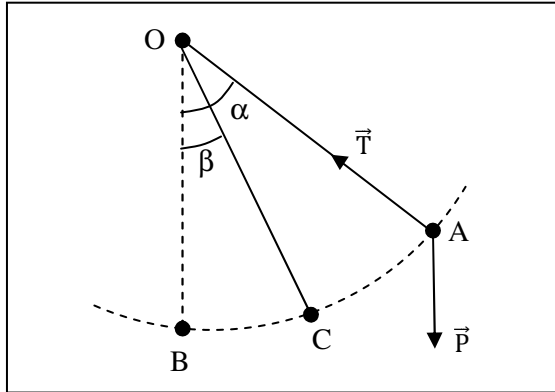
**EXERCICE 11 : Arex : 9 p. 16**

Un pendule simple est constitué d'un fil inextensible de masse négligeable, de longueur $\ell = 60 \text{ cm}$, et d'une masse ponctuelle $m = 100 \text{ g}$.

Le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha = 60^\circ$, puis abandonné sans vitesse à la date 0.

1. Calculer le travail effectué par le poids \vec{P} de la masse m entre la date 0 et l'instant où le pendule passe par la position d'élongation $\beta = 20^\circ$.

2. Calculer le travail effectué par la tension \vec{T} du fil au cours du même déplacement.



EXERCICE 12 : Arex 10 p. 16

Un véhicule, de masse 1 500 kg, monte une côte de pente 5 % (élévation de 5 m pour un parcours de 100 m) ; $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$. Le véhicule garde une vitesse constante $V = 90 \text{ km. h}^{-1}$. Les frottements sont équivalents à une force opposée à la vitesse \vec{V} et dont l'intensité est $f = 800 \text{ N}$.

1. Calculer l'intensité de la force motrice du véhicule.
2. Calculer la puissance de cette force motrice.

EXERCICE 13 : Arex 11 p. 16

Une pompe à eau permet de faire monter l'eau d'un puits dans un réservoir. Le réservoir se trouve 30 m au dessus du niveau de l'eau dans le puits.

Trouver la puissance du moteur qui actionne la pompe.

On donne :

- Rendement du moteur : $Z = 40 \%$;
- Débit de la pompe :
 $\delta = 60 \text{ litres / min} = 1 \text{ litre / s}$;
- $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

EXERCICE 14 : Arex : 12 p. 16

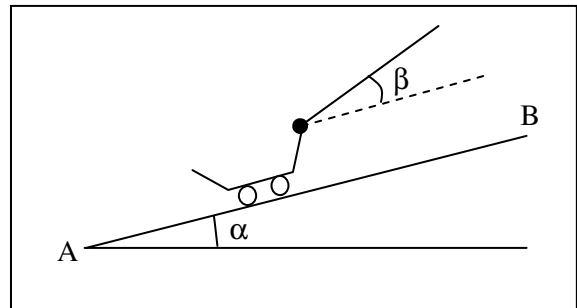
Une masse m supposée ponctuelle est lâchée sans vitesse dans le vide à la date 0 (loi de la chute libre : $h = \frac{1}{2}gt^2$ et $V = g.t$).

1. Calculer la puissance moyenne \mathcal{P}_m du poids de cette masse entre les dates 0 et 5 s.
2. Calculer la puissance instantanée \mathcal{P} du poids à la date 5 s.
3. Donner l'expression de la puissance instantanée \mathcal{P} du poids en fonction de t . Tracer la courbe $\mathcal{P} = f(t)$. On donne $g = 10 \text{ m. s}^{-2}$.

EXERCICE 15 : Arex 13 p. 16

Un chariot de masse $m = 150 \text{ kg}$ remonte une route AB inclinée de $\alpha = 8^\circ$ par rapport au plan horizontal. Le déplacement se fait suivant la ligne de plus grande pente. Le chariot est tiré par un câble, qui fait avec le plan incliné un angle $\beta = 20^\circ$. Le déplacement se fait à la vitesse constante $V = 6 \text{ km. h}^{-1}$.

1. Calculer l'intensité de la tension \vec{F} du câble.
 2. Calculer la puissance de \vec{F} .
- Les frottements et la résistance de l'air sont négligeables. $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

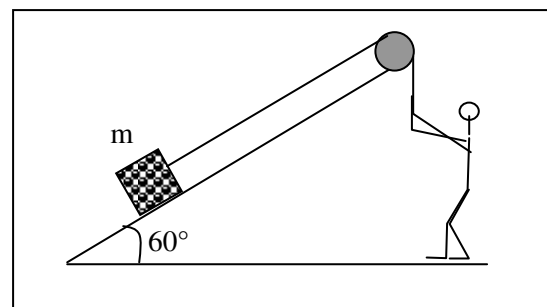


EXERCICE 16 : Arex 15 p. 17

Pour soulever, d'une hauteur $h = 5 \text{ m}$, un sac de ciment de masse $m = 50 \text{ kg}$, un ouvrier le tire sur un plan incliné. L'inclinaison du plan est $\alpha = 60^\circ$. Le sac est tiré par l'intermédiaire d'un câble de masse négligeable passant par la gorge d'une poulie (voir croquis).

La masse de la poulie est négligeable, le sac glisse sur le plan sans frottement.

On donne : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.



1. Préciser sur un schéma clair les forces qui s'exercent sur le sac.
2. Calculer, lors du déplacement, le travail effectué par chaque force (on suppose que le sac est déplacé avec vitesse constante).
3. Calculer la somme des travaux de ces forces. Conclure.

TRAVAIL ET PUISSANCE DES FORCES EN ROTATION

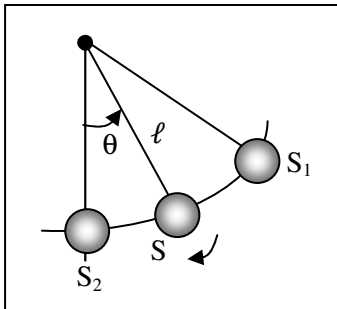
EXERCICE 1 : Arex 10 p. 27

En supposant que les aiguilles d'une montre ont des mouvements uniformes :

- Déterminer les vitesses angulaires ω_1 , ω_2 et ω_3 de la trotteuse (aiguille des secondes), de la grande aiguille (des minutes) et de la petite aiguille (des heures).
- Calculer la vitesse linéaire de l'extrémité de la petite aiguille de longueur $\ell = 0,8$ cm (ℓ représente la distance entre l'axe et l'extrémité).

EXERCICE 2: 4 p.54

Un pendule est constitué d'une sphère S, de masse $m = 200$ g et de rayon négligeable, reliée par un fil de longueur $\ell = 0,8$ m à un axe horizontal O.



On écarte le pendule par rapport à la verticale d'un angle $\theta = 45^\circ$ (position S_1) et on l'abandonne sans vitesse.

- Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la sphère S.
 - Calculer le travail de chacune d'elles au cours du déplacement $S_1 \rightarrow S_2$ (S_2 désigne la position verticale du pendule).
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,8$ N.kg⁻¹.

EXERCICE 3: 5 p. 54

Un moteur d'automobile fournit aux roues motrices (diamètre $d = 50$ cm), par l'intermédiaire de la boîte de vitesse et des cardans, une puissance $\mathcal{P} = 80$ kW. Cette puissance est également répartie entre les deux roues avant du véhicule (traction avant).

Calculer le moment M des forces motrices par rapport à l'axe de chaque roue lorsque la voiture roule, sans patiner, à la vitesse de 120 km. h⁻¹.

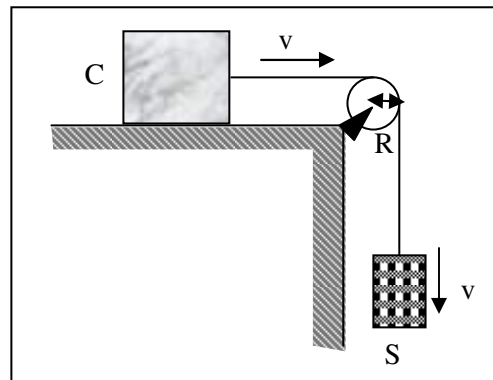
EXERCICE 4: 8 p.54

Pour aiguiser un ciseau à bois, on l'applique sur une meule de rayon $R = 20$ cm tournant à la vitesse constante de 1 tr. s⁻¹. La force de frottement entre l'outil et la meule est tangente à cette dernière, d'intensité constante $f = 10$ N. Elle tend à s'opposer au mouvement de la meule.

- Quelle est la puissance instantanée P de cette force de frottement ?
- Quel est le travail effectué par cette force pendant la durée de l'aiguisage : $t = 1$ min 20 s ?

EXERCICE 5: 9 p. 55

Un solide S de masse $m = 2$ kg entraîne à vitesse constante $v = 0,4$ m. s⁻¹, par l'intermédiaire d'une poulie de rayon $R = 10$ cm, une caisse C posée sur une table horizontale.



- Le fil entraîne la poulie sans glissement (entre le fil et la poulie). En déduire la vitesse angulaire ω de cette dernière.
 - Soit \vec{T} la tension du brin de fil vertical. Analyser le mouvement du solide S et en déduire la valeur de l'intensité T de cette tension.
 - Calculer le moment par rapport à l'axe de la poulie de la force motrice \vec{T} .
 - Calculer de 2 façons différentes le travail W effectué par le poids du solide S pendant une durée $t = 5$ s.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,8$ N.kg⁻¹.

EXERCICE 6: 10 p. 55

Le volant d'une machine industrielle est assimilable à un cylindre de rayon $R = 10$ cm. Il tourne autour d'un axe horizontal.

1. On applique à l'extrémité de l'un de ses rayons et tangentiellement au cylindre une force motrice constante $F = 50$ N. Calculer le travail reçu par le volant pour une rotation de 100 tours.

2. Lorsque le volant tourne en régime permanent, sa « vitesse de rotation » est de 30 tours par seconde ; le moteur exerce alors sur lui un couple dont le moment par rapport à l'axe est constant et vaut : $\mathcal{M}_m = 2,5$ N.m.

Calculer le travail fourni par le moteur au volant pendant un temps égal à 10 minutes.

EXERCICE 7 : Feu vert : ex. corrigé p. 23

Pour moudre du mil avec un moulin à main, une ménagère exerce une force \vec{F} perpendiculaire à la manivelle de longueur ℓ . Le moulin est animé d'un mouvement de rotation uniforme de vitesse angulaire $\omega = 1$ tour par seconde.

1. Calculer le moment de la force exercée par la ménagère sur le moulin.

2. Calculer le travail de la force exercée pour moudre le mil, si elle effectue 100 tours de manivelle.

3. Quelle est la puissance de cette force ?

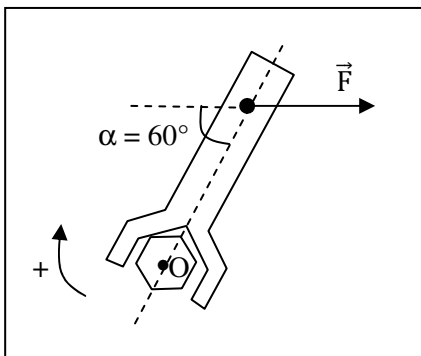
Données : $F = 10$ N ; $\ell = 10$ cm.

EXERCICE 8: Feu vert : 3 p. 25

Un mécanicien tente de débloquer une vis en exerçant sur le manche d'une clé anglaise une force \vec{F} de moment (par rapport à l'axe de la vis), $\mathcal{M}_{\vec{F}/\Delta} = 20$ N.m.

1. Déterminer l'intensité de la force \vec{F} sachant que la distance de l'axe de la vis à la droite d'action de la force \vec{F} est $AO = 10$ cm.

2. Calculer le travail de \vec{F} si le manche M effectue une rotation d'un angle $\theta = 30^\circ$.

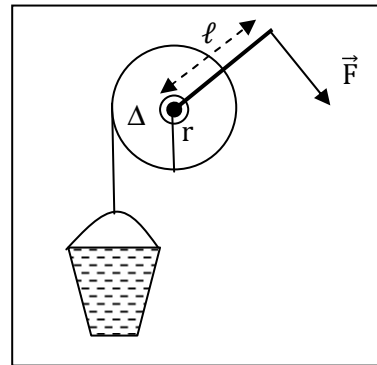
**EXERCICE 9 : Feu vert : 6 p. 26**

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

1. Déterminer l'intensité de la force \vec{F} à appliquer perpendiculairement à la manivelle pour monter d'un mouvement rectiligne uniforme un seau d'eau de masse $m = 20$ kg ? $g = 10$ N/kg.

2. Calculer le travail de cette force quand la manivelle effectue 10 tours.

3. Un moteur remplace la manivelle. Le treuil effectue alors 5 tours par seconde. Calculer la puissance de la force motrice.

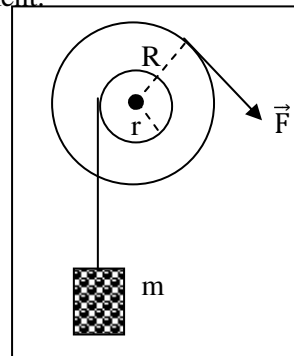
**EXERCICE 10 : Feu vert : 9 p. 27**

On utilise une poulie à deux gorges de rayons $r = 2$ cm et $R = 20$ cm pour monter une charge de masse $m = 20$ kg à une vitesse constante. On donne $g = 10$ N/kg.

1. Déterminer l'intensité minimale F_0 de la force \vec{F} à appliquer à la corde enroulée sur la grande poulie pour provoquer la montée de la charge.

2. En fait, la force appliquée possède une intensité $F = 1,2 F_0$. Calculer le moment du couple de frottement \mathcal{M}_c .

3. La charge monte à la vitesse constante $v = 0,3$ m. s⁻¹. Calculer la puissance de la force motrice ainsi que la puissance perdue par frottement.

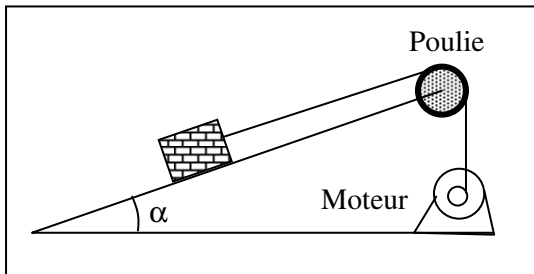


EXERCICE 11: Feu vert : 10 p. 27

Sur un chantier de construction, le câble d'une poulie de rayon $r = 20$ cm, tire une charge de masse $m = 100$ kg, qui glisse avec frottements sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 12^\circ$ avec l'horizontale. Le moteur électrique qui fait tourner la poulie a une puissance $\mathcal{P} = 1800$ W et un rendement $\eta = 60\%$.

1. Sachant que la charge est tirée à vitesse constante $V = 0,5$ m/s, calculer la vitesse angulaire ω du moteur.
2. Calculer l'intensité de la tension du câble.
3. Calculer le moment du couple moteur.
4. Déterminer l'intensité f des forces de frottement exercées par le plan sur la charge.
5. Calculer le moment du couple de frottement présent au sein du moteur.

Donnée : $g = 10$ N/kg.

**EXERCICE 12 :** Eurin gié : 4.23 p. 51

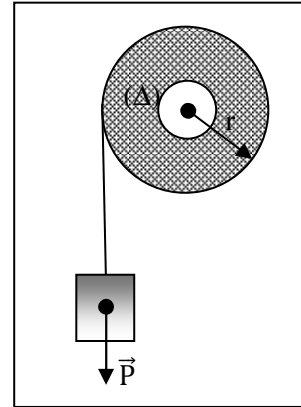
Une automobile de 1500 kg (passagers compris) monte une côte de 6 % à une vitesse de 40 km. h⁻¹. Les forces de frottements sont équivalentes à une force de 1200 N, parallèle et de sens opposé au déplacement.

1. Déterminer la puissance nécessaire développée par le moteur de l'automobile.
2. Calculer le moment du couple-moteur sachant que le régime du moteur est de 4000 tr. min⁻¹.

Donnée : $g = 10$ m. s⁻².

EXERCICE 13 : Eurin gié : 4.16 p. 50:

Un treuil est couplé à un arbre moteur qui exerce sur l'axe un couple de moment \mathcal{M}_A . Sur le tambour de rayon $r = 30$ cm, s'enroule un câble qui soulève, à vitesse constante, une charge de poids 2000 N.



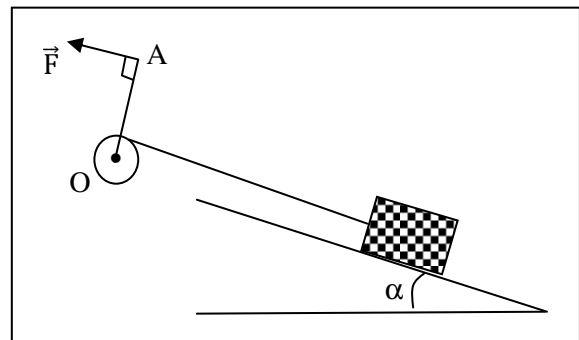
1. Calculer le moment du couple moteur.
2. Calculer le travail du couple moteur pour 25 tours de treuil.
3. De quelle hauteur est élevée la charge pour 25 tours ? Calculer le travail du poids de la charge.
4. Quelle est la puissance du moteur si la vitesse angulaire du treuil est de 1 tr. s⁻¹ ?

EXERCICE 14 : Arex :15 p. 27

Un treuil est constitué d'une poulie de rayon R solidaire d'une manivelle OA de longueur ℓ . Une force \vec{F} d'intensité constante, s'exerçant perpendiculairement en A à OA , permet de faire monter une charge m sur un plan incliné.

On donne :

$\alpha = 20^\circ$; $m = 50$ kg ; $\ell = 0,50$ m ; $R = 10$ cm.



1. Calculer F sachant que m remonte lentement à vitesse constante.
2. Calculer le travail de \vec{F} au bout de 20 tours de manivelle. Quelle est, pendant ce temps, la longueur (x) parcourue par m ?

THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE

(Intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$)

EXERCICE 1: Nathan : 8 p. 75

Une automobile de masse $1\,000 \text{ kg}$, lancée à la vitesse de 90 km.h^{-1} , gravit, moteur coupé, une côte de pente 6% .

Quelle distance parcourt-elle avant de s'arrêter :

1. s'il n'existe aucune résistance à l'avancement causée par l'air ou les frottements ;

2. s'il existe une résistance à l'avancement due à l'air et aux frottements qui se manifeste par une force constante \vec{F} , parallèle au déplacement mais de sens opposé, et d'intensité $F = 200 \text{ N}$?

3. La voiture part désormais, à vitesse nulle, du sommet d'une côte de pente 6% et de longueur

$L = 500 \text{ m}$. A quelle vitesse arrive-t-elle en bas de la descente dans l'hypothèse :

a) où il n'y a pas de résistance à l'avancement ;

b) où cette résistance se manifeste pour une force d'intensité constante $F = 200 \text{ N}$ parallèle à la roue ?

EXERCICE 2: 12 p. 76

Un ascenseur de masse $M = 600 \text{ kg}$ démarre vers le haut et atteint la vitesse $V = 2 \text{ m.s}^{-1}$ après 2 m de montée.

1. Calculer, pendant cette 1^{ère} phase du mouvement, l'intensité T_1 de la force de traction exercée par le câble sur la cabine (T_1 : tension du câble supposée constante).

2. La phase d'accélération terminée, l'ascenseur poursuit sa montée à la vitesse sa montée à la vitesse $V = 2 \text{ m.s}^{-1}$ pendant 10 s .

Quelle est, pendant cette période, la nouvelle valeur T_2 de la tension du câble ?

3. La 3^{ème} partie du mouvement est une phase de décélération au cours de laquelle la vitesse s'annule dans les deux derniers mètres de la montée.

Quelle est la valeur T_3 de la tension du câble pendant cette dernière période ?

4. Calculer, pour chaque phase du mouvement, le travail $W(\vec{P})$ du poids de la cabine et le travail $W(\vec{T})$ de la tension du câble.

Quelle est la variation de l'énergie cinétique de l'ascenseur entre le départ et l'arrivée ?

La comparer à la somme : $W_1(\vec{P}) + W_2(\vec{P}) + W_3(\vec{P}) + W(\vec{T}_1) + W(\vec{T}_2) + W(\vec{T}_3)$.

EXERCICE 3: 13 p. 76

On donne pour la fusée Ariane au décollage : masse totale : $M = 207 \text{ tonnes}$; force propulsive (poussée) : $F = 2,4 \cdot 10^6 \text{ N}$.

On se place au début de la phase de décollage en supposant la masse de la fusée pratiquement constante et l'intensité de la pesanteur constante ($g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$).

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

1. le travail de la force propulsive \vec{F} ;
2. le travail du poids de la fusée \vec{P} ;
3. la vitesse atteinte. L'exprimer en m.s^{-1} et km.h^{-1} ;
4. la puissance développée par les moteurs à l'instant considéré.

EXERCICE 4: 14 p. 76

Les Soviétiques ont expérimenté en 1987 une énorme fusée dénommée « Energie » et destinée à envoyer dans l'espace des masses de l'ordre de 100 tonnes !

Au décollage, la masse de cette fusée serait $M \approx 2\,000 \text{ tonnes}$ et la force propulsive développée par ses moteurs (ou poussée) $F \approx 2,45 \cdot 10^7 \text{ N}$.

1. Le nom « Energie » donné à une fusée vous semble-t-il justifié ? Pourquoi ?

2. On se place au début de la phase de décollage lorsque la masse de la fusée reste voisine de M et lorsque la fusée est dans l'environnement terrestre ($g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$).

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

- 2.1. Le travail de la force propulsive \vec{F} ;
- 2.2. Le travail du poids de la fusée \vec{P} ;
- 2.3. La vitesse atteinte.
- 2.4. La puissance développée par les moteurs à l'instant considéré.

EXERCICE 5: 12 p. 66 (1^{ère} c)

Le moment d'inertie d'un cylindre homogène de masse M et de rayon R par rapport à son axe de révolution vaut : $J_\Delta = \frac{1}{2}MR^2$.

1. Quel est, en unités S.I., le moment d'inertie J_Δ d'un cylindre d'acier de diamètre $d = 50 \text{ mm}$ et de hauteur $h = 50 \text{ cm}$?

• Masse volumique de l'acier : $\rho = 7\,800 \text{ kg.m}^{-3}$.

2. Quelle est l'énergie cinétique E_c du cylindre précédent lorsqu'il tourne autour de son axe de révolution à la fréquence de 1200 tr. min⁻¹?

EXERCICE 6: 13 p. 66 (1^{ère} c)

Deux cylindres identiques homogènes, pleins, de masse $m = 40$ kg, de rayon $r = 5$ cm, d'axes horizontaux et parallèles O et O' , supportent une poutre de masse $M = 100$ kg.

La poutre, poussée à la vitesse $V = 3$ m. s⁻¹, entraîne les rouleaux sans glissement.

Calculer l'énergie cinétique de la poutre, puis de l'ensemble poutre + rouleaux.

- Moment d'inertie d'un rouleau par rapport à son axe : $J_{\Delta} = \frac{1}{2}mr^2$.

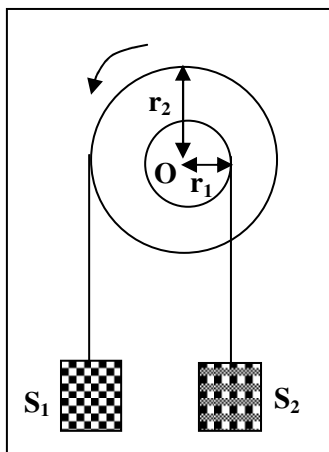
EXERCICE 7: 15 p. 66 (1^{ère} c)

Dans le dispositif suivant, les fils de suspension sont sans masse et ils s'enroulent (ou se déroulent) sans glissement. Les cylindres de rayons r_1 et r_2 ont même axe horizontal O , sont soudés l'un à l'autre et tournent dans le sens indiqué à la fréquence de 5 tr. s⁻¹.

Calculer l'énergie cinétique du système formé par les cylindres et les deux solides S_1 et S_2 .

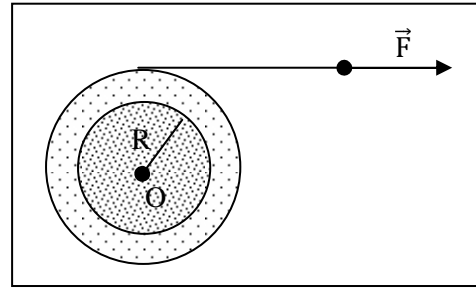
Données :

- Moment d'inertie de la partie tournante par rapport à son axe O : $J_{\Delta} = 2.10^{-2}$ kg. m².
- $r_1 = 20$ cm ; $r_2 = 10$ cm.
- Masses respectives des solides S_1 et S_2 : $M_1 = 10$ kg et $M_2 = 4$ kg.



EXERCICE 8: 16 p. 77 (1^{ère} c)

Un cylindre homogène (masse $M = 10$ kg, rayon $R = 4$ cm, axe horizontal O) est lancé en exerçant à l'extrémité d'un fil enroulé autour de lui une force d'intensité constante $F = 80$ N.



Le cylindre est initialement au repos.

1. Quelle vitesse angulaire ω acquiert-il lorsqu'un mètre de fil a été déroulé ? Quelle est alors sa vitesse de rotation ?
 2. Calculer le moment M des forces de freinage qu'il faudrait alors appliquer au cylindre pour qu'il s'arrête après avoir effectué 1 tour ?
- Moment d'inertie du cylindre par rapport à son axe O : $J_{\Delta} = \frac{1}{2}MR^2$.

EXERCICE 9 : Arex 10 p. 33

Pour chasser les oiseaux dans une rivière, un enfant utilise une fronde constituée d'un fil long de 80 cm au bout duquel est accroché un projectile de masse 60 g. Le mouvement de la fronde est circulaire uniforme avec la vitesse $v = 10$ m. s⁻¹.

1. Calculer le moment d'inertie de la fronde sachant que la masse du projectile est ponctuelle et que la masse du fil est négligeable.
2. Calculer son énergie cinétique.

EXERCICE 10 : Arex 11 p. 33

Une automobile dont le moteur est coupé, de masse $m = 800$ kg, animée d'un mouvement de translation rectiligne, descend une piste dont la pente est de 2 % (dénivellation de 2 m pour une distance parcourue de 100 m).

Les forces de frottement sont équivalentes à une force constante \vec{f} d'intensité 150 N et opposée au vecteur-vitesse. Après un parcours de 200 m, calculer :

1. la somme des travaux des forces appliquées à l'automobile considérée comme point matériel ;
 2. la vitesse de l'automobile après le parcours de 200 m sachant que, à l'instant initial, sa vitesse est de 40 km. h⁻¹.
- On donne : $g = 10$ N.kg⁻¹.

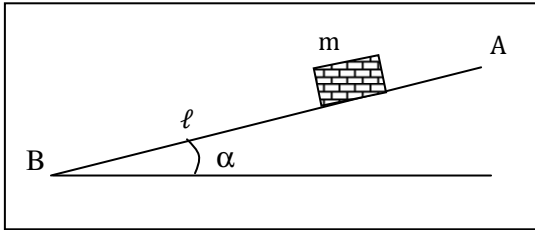
EXERCICE 11 : Arex 12 p. 33

Un projectile, de masse $m = 6 \text{ g}$, est animé d'un mouvement rectiligne uniforme. Lancé avec une vitesse $v = 200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, il pénètre et s'immobilise dans un sac de sable. En supposant que le mouvement se fait sur un plan horizontal, sans frottement :

1. Calculer l'énergie cinétique du projectile avant le choc.
2. Montrer qu'après réception du projectile, le système (sac de sable, projectile), de masse $M = 60 \text{ kg}$, est animé d'un mouvement dont on précisera les caractéristiques.
3. Calculer la nouvelle énergie cinétique E'_c du système. Conclure.

EXERCICE 12 : Arex 14 p. 34

Une masse m (supposée ponctuelle) est lâchée sans vitesse en A, extrémité d'une planche AB de longueur D . L'inclinaison de la planche est α .



- Lorsque $\alpha = 30^\circ$, m arrive en B avec une vitesse $V_B = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Lorsque $\alpha = 60^\circ$, m arrive en B avec une vitesse $= V'$.

Quelle est, parmi les relations suivantes, celle qui existe entre V_B et V' ? :

- a) $V' = V_B \cdot \sin 60^\circ$; b) $V' = V_B \cdot \sqrt{\frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}}$;
 c) $V' = V_B \cdot \frac{\cos 60^\circ}{\cos 30^\circ}$; d) $V' = V_B \cdot \sqrt{\frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ}}$

EXERCICE 13 : Arex 15 p. 34

Un véhicule de masse $m = 800 \text{ kg}$ est lâché sans vitesse d'un point A d'une route AB inclinée de 10° par rapport au plan horizontal (le moteur est arrêté, les freins desserrés). Il arrive en B au bas de la pente avec une vitesse $V_B = 15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Calculer l'intensité des forces de frottement entre la chaussée et les pneus. Ces forces sont supposées équivalentes à une force unique \vec{f} en sens contraire du déplacement.

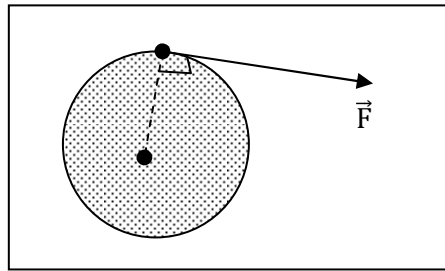
- La résistance de l'air est négligeable.

- L'énergie cinétique de rotation des roues est négligeable devant l'énergie cinétique de translation du véhicule.
- On donne : $AB = 100 \text{ m}$ et $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

EXERCICE 14 : Arex 16 p. 34

Un disque D tourne autour d'un axe Δ passant par son centre à raison de

$N = 30$ tours/s. Il est freiné par une force \vec{F} , tangente au disque, d'intensité constante. Le rayon du disque est $R = 5 \text{ cm}$.



Calculer F sachant que le disque effectue 10 tours entre le début du freinage et l'immobilisation complète.

On donne le moment d'inertie du disque par rapport à l'axe Δ : $J_\Delta = 2.10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

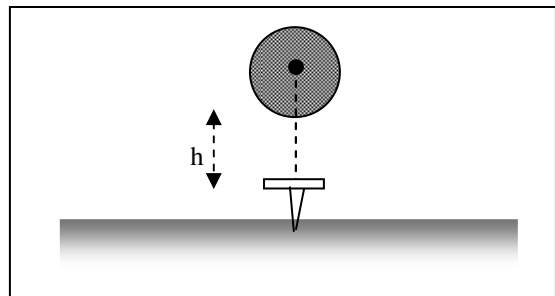
EXERCICE 15 : Arex 17 p. 34

Une masse $m = 200 \text{ g}$ est lâchée sans vitesse à la verticale d'un clou C planté verticalement dans une planche. La masse m est initialement à une hauteur h du clou, arrive sur le clou avec une vitesse \vec{V} et rebondit avec une vitesse \vec{V}' .

On donne : $V' = \frac{V}{3}$; $h = 2 \text{ m}$; $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Calculer V' .
2. L'énergie cinétique perdue par m au cours du choc est communiquée au clou. Après le choc, celui-ci s'enfonce de $\ell = 0,8 \text{ cm}$. La résistance de la planche à l'enfoncement du clou est une force \vec{f} verticale supposée constante.

Calculer f (le poids du clou est négligeable devant f).



ENERGIE POTENTIELLE DE PESANTEUR ENERGIE MECANIQUE

EXERCICE 1: 11 p. 88

Un solide de masse $M = 0,5$ kg aborde un plan incliné avec la vitesse $V_0 = 5$ m. s⁻¹.

1. Quelle est son énergie cinétique au bas de la pente ?

Quelle est alors son énergie mécanique si on choisit comme état de référence pour l'énergie potentielle ($E_p = 0$) la position la plus basse que prendre le solide ?

2. Le plan est incliné de $\alpha = 10^\circ$ sur l'horizontale et la force de frottement \vec{f} qui s'exerce sur le solide en mouvement est parallèle au plan incliné, en sens inverse du mouvement et d'intensité $f = 1,2$ N.

2.1. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la distance ℓ parcourue par le solide le long du plan incliné lorsque sa vitesse devient égale à $\frac{V_0}{2}$.

2.2. Calculer pour le solide et à l'instant où sa vitesse vaut $\frac{V_0}{2}$, son énergie cinétique, son énergie potentielle et son énergie mécanique. Conclure.

EXERCICE 2: 12 p. 88

Un satellite de masse $M = 600$ kg décrit un mouvement circulaire uniforme autour de la Terre, à l'altitude $z = 780$ km. La durée d'une révolution est $T = 100$ minutes et le rayon R de la terre est égal à $6\,400$ km.

1. L'énergie potentielle du satellite a pour valeur $E_p = 4,1 \cdot 10^9$ J (l'énergie potentielle est prise nulle pour tout objet sur le sol terrestre). Le calcul classique de l'énergie potentielle vous permet- t- il de retrouver ce résultat ? Pourquoi ?

2. Calculer l'énergie cinétique du satellite en supposant que ses dimensions sont négligeables. En déduire la valeur de son énergie mécanique.

EXERCICE 3: 2 p. 98

Un enfant est sur une luge au sommet d'une côte de pente constante 12% . Il reçoit une impulsion initiale qui lui communique, au départ, une vitesse de 2 m s⁻¹.

L'origine des altitudes, donc des énergies potentielles, est prise au bas de la côte. Le

mouvement de la luge s'effectue sans frottement. La longueur de la descente est de 100 m. L'enfant et la luge ont une masse de 40 kg.

1. Calculer l'énergie cinétique, l'énergie potentielle et l'énergie mécanique de l'ensemble enfant + luge au départ du mouvement.

2. En appliquant le théorème de la conservation de l'énergie mécanique, calculer l'énergie cinétique du mobile au bas de la descente. En déduire sa vitesse.

EXERCICE 4: 9 p. 99

Un petit cube C, de masse $m = 1$ kg, glisse le long du profil $A_1B_1B_2A_2$. Les plans A_1B_1 et A_2B_2 sont inclinés du même angle $\alpha = 30^\circ$ sur l'horizontale ; les déplacements du cube s'y effectuent sans frottement. Sur la partie horizontale B_1B_2 , de longueur $L = 2$ m, le cube est soumis à une force de frottement constante $f = 3,92$ N, parallèle au déplacement mais de sens opposé.

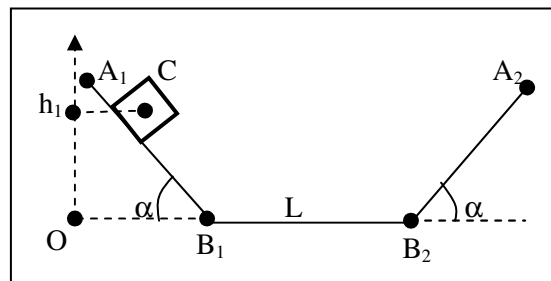
On lâche le cube sans vitesse sur le plan A_1B_1 d'une position où son centre d'inertie est situé à la hauteur $h_1 = 1$ m au-dessus du niveau B_1B_2 .

1. En prenant l'énergie potentielle du cube égale à zéro lorsqu'il est en contact avec la partie B_1B_2 , calculer, au départ du mouvement, son énergie potentielle et son énergie mécanique E_1 .

2. Calculer l'énergie mécanique E_2 du cube lorsqu'il arrive en B_2 . Quelle est alors sa vitesse ?

3. A quelle hauteur h_2 le mobile va-t-il faire demi- tour le long du plan B_2A_2 ?

4. Montrer, qu'au retour, le cube s'arrête. Préciser la position de ce point d'arrêt. Quelle est alors son énergie mécanique E_3 ?



EXERCICE 5: 2 p. 87 (1^{ère} C) :

Une éolienne est montée au sommet d'un pylône de hauteur $H = 15$ m. Elle est assimilable à une roue creuse de masse $M = 40$

kg, de rayon $R = 0,6$ m de moment d'inertie $J_{\Delta} = 10$ kg. m².

1. Quelle est son énergie potentielle :
 - 1.1. Lorsqu'elle ne tourne pas ?
 - 1.2. Lorsqu'elle tourne en effectuant 2 tours par seconde ?
2. Quelle est son énergie mécanique :
 - 2.1. Lorsqu'elle effectue 2 tours par seconde ?
 - 2.2. Lorsque la vitesse d'un point de la périphérie de la roue est de $1,5$ m. s⁻¹ ?

EXERCICE 6: 10 p. 87

La retenue d'eau d'un barrage hydroélectrique a une superficie de $1,8$ km² et une profondeur moyenne de 20 m. La différence d'altitude entre la retenue et l'usine de production d'électricité sera prise égale à 500 m.

1. Calculer l'énergie cinétique mise en réserve dans la retenue en supposant que l'eau quitte l'usine électrique avec une vitesse sensiblement nulle.
2. Sachant que la retenue peut être totalement vidée en un temps égal à 12 heures, quelle est la puissance mécanique disponible ?
3. L'usine électrique transforme l'énergie mécanique de l'eau en énergie électrique avec un rendement de 85% . Quelle est la puissance électrique installée ?

EXERCICE 7: 13p. 88 (1^{ère} C) :

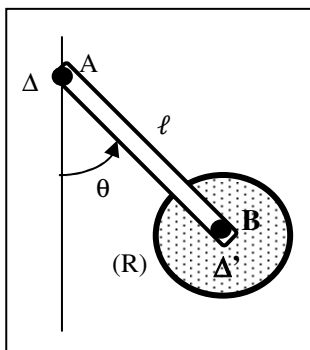
Un train d'atterrissage d'avion est schématisé à la figure ci-contre. Il comprend pour chacune des deux parties du train :

- Une barre AB homogène, de section constante, de longueur $\ell = 4$ m, de masse $M = 200$ kg, mobile autour de l'axe horizontal Δ qui la traverse au voisinage immédiat de son extrémité A ;
- Une roue (R), de masse $m = 40$ kg, dont l'axe Δ' est très voisin de l'extrémité B de la barre.

La barre AB est inclinée d'un angle $\theta = 30^\circ$ par rapport à la verticale.

L'altitude du point A est prise égale à zéro.

Déterminer dans ces conditions, l'énergie potentielle du train d'atterrissage.



EXERCICE 8: 14. 88 (1^{ère} C):

Une girouette métallique tourne à la vitesse angulaire $\omega = 0,6$ rad. s⁻¹ autour de son axe vertical. Elle est faite d'une plaque homogène carrée, de côté $a = 40$ cm, soudée comme l'indique la figure ci-dessous à une tige cylindrique homogène, de section négligeable, de hauteur $h = 1$ m.

On donne :

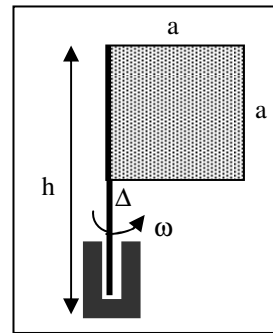
- Masse de la plaque : $m_1 = 2$ kg ;
- Masse de la tige : $m_2 = 1$ kg ;
- Moment d'inertie de la plaque par rapport à l'axe Δ de la girouette :

$J_{\Delta} = \frac{m_1 a^2}{3}$. Le pied de la girouette repère

l'origine des énergies potentielles ($E_p = 0$).

Calculer :

1. L'énergie potentielle de la girouette.
2. Son énergie cinétique, puis son énergie mécanique totale.



EXERCICE 9: 4 p. 98 (1^{ère} C) :

Le système représenté à la figure ci-contre est lâché dans la position indiquée. L'énergie potentielle de la masse m est alors nulle.

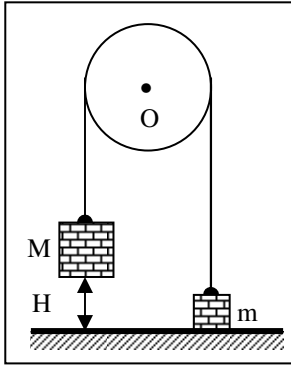
La poulie, dans inertie, est mobile sans frottement autour de son axe.

1. Calculer l'énergie potentielle E_{p1} du système S formé par les deux masses, au départ du mouvement. Quelle est l'énergie mécanique de S ?

2. Calculer l'énergie potentielle E_{p2} du même système à l'instant où la masse M touche le sol.

3. Calculer la vitesse v des deux masses au terme de la chute en admettant la conservation de l'énergie mécanique pour le système S.

On donne : $M = 10$ kg ; $m = 2$ kg ; $H = 2$ m.

**EXERCICE 10** : **Arex** 2 p. 42

Une pierre de masse $m = 70 \text{ g}$ est lancée vers le haut. Elle atteint un point M à l'altitude de 10 m .

1. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de la pierre : par rapport au sol et par rapport au fond d'un puits d'une profondeur de 15 m . ($g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$).
2. Calculer la variation de l'énergie potentielle de pesanteur entre le niveau du sol et M en prenant pour origine le fond du puits.

EXERCICE 11 : **Arex** 4 p. 43

Un pot de fleur de masse $m = 2 \text{ kg}$ tombe d'un balcon, d'une hauteur de 4 m .

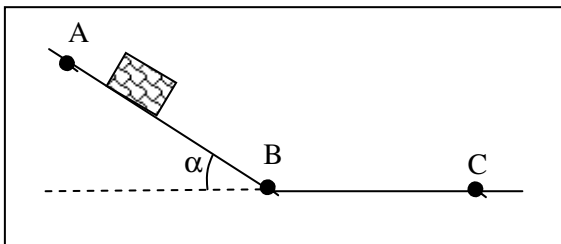
1. Calculer la variation d'énergie potentielle.
2. En déduire la variation d'énergie cinétique, le système étant conservatif.
3. Lâché sans vitesse initiale, quelle est la vitesse du pot de fleur lorsqu'il arrive au sol ?

EXERCICE 12 : **Arex** 5 p. 43

Une piste a pour profil ABC. La partie AB = 10 m est inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal. La partie BC est horizontale. Un solide S de masse $m = 200 \text{ g}$ est lâché en A sans vitesse initiale.

On considère le mouvement du solide entre A et B. Les frottements sont nuls.

On donne : $g = 10 \text{ N/kg}$.

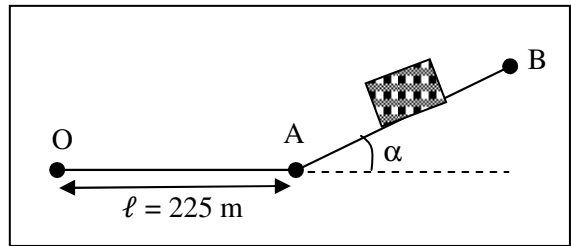


1. Quelle forme d'énergie possède le solide en A ? Calculer sa valeur.

2. Quelle forme d'énergie possède le solide en B ? Calculer sa valeur.
3. Déduire la vitesse de S en B.
4. On considère le mouvement de S entre B et C. Les frottements sont équivalents à une force \vec{f} parallèle au vecteur-vitesse \vec{V} et de sens contraire. S s'arrête en C. $BC = 2 \text{ m}$. Calculer l'intensité de \vec{f} .

EXERCICE 13 : **Arex** 6 p. 43

Lors du démarrage, une voiture initialement au repos, de masse $M = 1000 \text{ kg}$, part de O et arrive en A à la vitesse $V = 54 \text{ km.h}^{-1}$. La partie OA, longue de 225 m , est rectiligne et horizontale.



1. Y- a-t-il eu variation d'énergie durant la période de démarrage ? Si oui, préciser laquelle ?
2. Calculer l'intensité F de la force motrice supposée constante et parallèle au déplacement, les frottements étant négligés.
3. Le trajet étant effectué en 30 secondes, quelle est la puissance moyenne développée par le moteur du véhicule ?
4. Arrivée en A à la vitesse de 54 km.h^{-1} , la voiture aborde en roues libres ($F = 0 \text{ N}$, freins desserrés, frottements négligés), une montée de pente 30% (dénivellation de 3 m pour une distance parcourue de 100 m). La voiture s'arrête au point B (on donne $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$). Calculer la distance AB.
5. Quelle forme d'énergie possède la voiture dans cette position B par rapport à A ?

EXERCICE 14 : **Arex** 7 p. 43

Soit un plan incliné faisant un angle $\alpha = 45^\circ$ par rapport à l'horizontale. On lance vers le haut et suivant la ligne de plus grande pente, à partir d'un point A, un solide de masse m avec la vitesse initiale $v = 20 \text{ m.s}^{-1}$. On néglige les frottements.

1. Calculer la distance parcourue par le solide lorsqu'il atteint l'altitude maximale.

2. En réalité, il existe des frottements dont l'effet est équivalent à une force unique \vec{f} parallèle à la ligne de plus grande pente et d'intensité égale à la moitié de l'intensité du poids \vec{P} du solide.

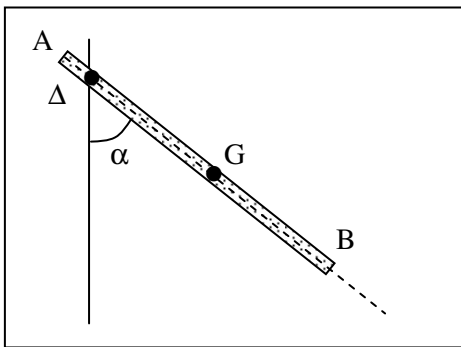
Quelle est alors l'abscisse du point le plus haut atteint par le solide lancé dans les mêmes conditions ($g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$).

EXERCICE 15 : Alex 8 p. 43

Une barre homogène AB, de masse $M = 10 \text{ kg}$, de longueur $\ell = 1 \text{ m}$, a la possibilité d'osciller sans frottement autour d'un axe fixe Δ horizontal proche de l'extrémité A. On lâche la barre sans vitesse initiale dans la position où elle forme un angle de 60° avec la verticale.

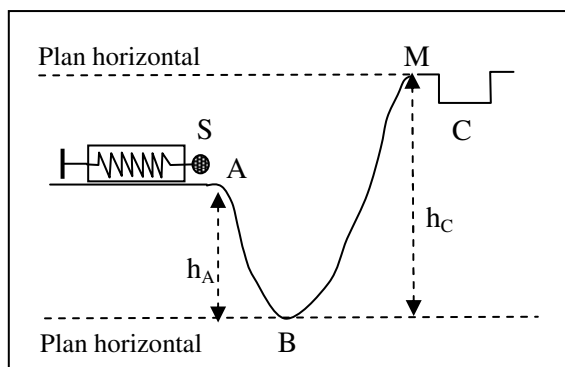
Calculer l'énergie cinétique de la barre et la vitesse de son centre d'inertie G lorsqu'elle passe par la position verticale.

On prendra : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$, $J_\Delta = \frac{1}{3}M \ell^2$ (moment d'inertie de la barre par rapport à l'axe Δ).



EXERCICE 16 : Alex 9 p. 43

Un jeu consiste en un ressort R à spires non jointives, à axe horizontal, que l'on comprime plus ou moins.



Le ressort sert à propulser un petit solide S sur la piste ABM de façon à le loger dans une case C. Le solide de masse $m = 60 \text{ g}$ est guidé sans

frottement sur la trajectoire entièrement située dans un plan vertical. On donne : $h_A = 0,30 \text{ m}$ et $h_C = 0,50 \text{ m}$.

1. Quelle énergie faut-il fournir pour que le solide arrive dans la case C avec une vitesse nulle ?

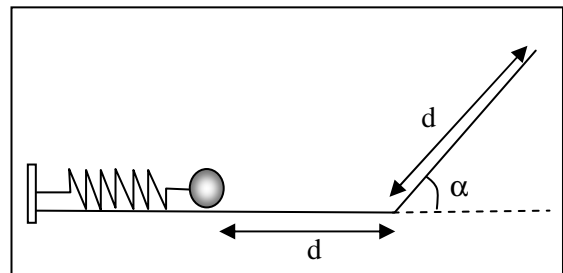
2. Le ressort, de masse négligeable, a une constante de raideur $k = 150 \text{ N.m}^{-1}$. Calculer le raccourcissement de ce ressort ($g = 10 \text{ N/kg}$).

EXERCICE 17 : Alex 10 p. 44

Un ressort élastique de raideur k peut être comprimé. Un dispositif convenable permet de le libérer, et le ressort propulse ainsi une bille parfaitement sphérique de rayon $r = 2 \text{ cm}$, de masse $m = 100 \text{ g}$, qui roule sans glisser sur le support.

La bille, après séparation du ressort, parcourt la distance $d_1 = 20 \text{ cm}$ sur le plan horizontal. Ensuite, elle aborde un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal. Elle parcourt une distance d_2 sur le plan incliné, puis rebrousse chemin.

On suppose les frottements négligeables sur le plan horizontal et sur le plan incliné.



1. Sachant que le raccourcissement x du ressort est proportionnel à la force F exercée par l'opérateur, calculer k si $F = 2 \text{ N}$ et $x = 10 \text{ cm}$. Quel est le travail effectué par l'opérateur pour raccourcir ainsi le ressort ?

2. Le ressort comprimé est libéré. Quelle est, au départ, l'énergie cinétique de la bille ? Quelle est l'énergie cinétique au moment où elle termine son trajet sur le plan horizontal ?

3. Quelle distance d_2 parcourt la bille sur le plan incliné avant de rebrousse chemin ? On prendra $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

4. Quelle était la vitesse angulaire de la bille après un parcours de $d'_2 = 10 \text{ cm}$ sur le plan incliné ? On rappelle que le moment d'inertie d'une sphère par rapport à un axe de rotation passant par son centre a pour expression :

$$J_\Delta = \frac{2}{5}mr^2.$$

CHAMP ELECTROSTATIQUE

EXERCICE 1: 3 p. 173

Soit un carré ABCD et O son centre. La charge $q = 1 \mu\text{C}$ placée en A crée en O un champ électrostatique $E_0 = 2 \cdot 10^3 \text{ V.m}^{-1}$. On admet que, à distance déterminée $OM = r$, le champ électrostatique E est proportionnel à la charge q qui le crée : $E = k \cdot q$.

Déterminer le champ électrostatique créé en O lorsque :

- On place les charges : en A : $1 \mu\text{C}$; en B : $2 \mu\text{C}$; en C : $3 \mu\text{C}$; en D : $4 \mu\text{C}$.
- On place les charges : en A : $-1 \mu\text{C}$; en B : $-2 \mu\text{C}$; en C : $-3 \mu\text{C}$; en D : $2 \mu\text{C}$.

EXERCICE 2: 7p. 174

Soit un losange ABCD dont l'angle \hat{A} est égal à 60° . Une charge électrique $q = 2 \mu\text{C}$, placée en A, crée au point D un champ électrostatique \vec{E}_1 d'intensité $E_1 = 2 \cdot 10^4 \text{ V.m}^{-1}$.

Déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ électrique \vec{E} créé au point D pour les distributions de charges suivantes :

- en A : $q_1 = 2 \mu\text{C}$; en B : $q_2 = 2 \mu\text{C}$; en C : $q_3 = 2 \mu\text{C}$.
- en A : $q_1 = -2 \mu\text{C}$; en B : $q_2 = 2 \mu\text{C}$; en C : $q_3 = -2 \mu\text{C}$.
- en A : $q_1 = -4 \mu\text{C}$; en B : $q_2 = -2 \mu\text{C}$; en C : $q_3 = -4 \mu\text{C}$.

EXERCICE 3 : 8 /174 :

Une petite sphère de centre S est attachée au point O par un fil isolant de masse négligeable et de longueur $\ell = 40 \text{ cm}$. La sphère, de masse $m = 5 \cdot 10^{-2} \text{ g}$, porte la charge électrique q .

1. On la soumet à un champ électrostatique uniforme \vec{E} , horizontal, orienté comme l'indique la figure ci-contre. Le fil s'incline alors d'un angle $\alpha = 10^\circ$ par rapport à la verticale.

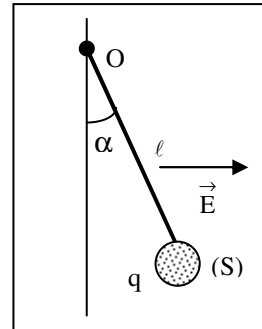
En déduire la valeur de la charge électrique q .

• Intensité du champ électrostatique : $E = 10^3 \text{ V.m}^{-1}$.

2. On superpose au champ électrostatique précédent un autre champ électrique uniforme \vec{E}' , vertical.

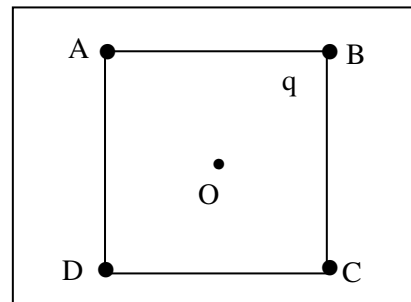
Quels doivent être le sens et l'intensité du champ \vec{E}' pour que le fil s'incline sur la verticale d'un angle $\alpha' = 20^\circ$?

3. Quelle serait l'inclinaison α'' du fil si l'on changeait le sens du champ \vec{E}' sans modifier son intensité ?



EXERCICE 4 : **Arex** 5 p. 50

Soit un carré ABCD de centre O. Représenter le vecteur champ électrostatique créé au centre O si les quatre charges ponctuelles q_A , q_B , q_C et q_D sont identiques (positives).



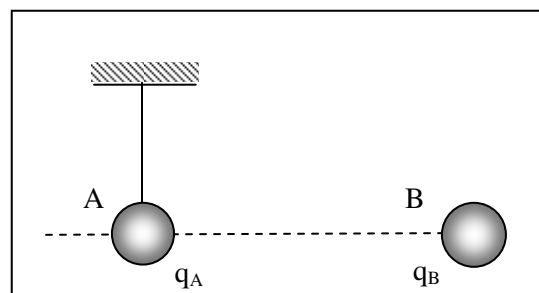
EXERCICE 5 : **Arex** 6 p.50

La boule d'un pendule électrostatique porte une charge $q = 0,5 \mu\text{C}$. Quelle est l'intensité du champ électrostatique \vec{E} horizontale pour que le fil fasse un angle de 30° avec la verticale ?

On donne : masse de la boule : $m = 3 \text{ g}$ et $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

EXERCICE 6 : **Arex** 7 p. 50

Une petite boule A de dimension négligeable, de masse $m = 0,5 \text{ g}$, est suspendue à un fil isolant. Soit q_A la charge de la boule A. On approche de A une boule B portant la charge $q_B = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. la boule A s'éloigne de la boule B. A l'équilibre, A et B sont une même horizontale.

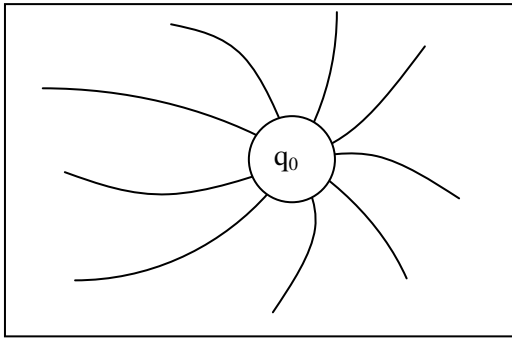


1. Calculer l'intensité de la force $\overrightarrow{F_{B/A}}$ (action de B sur A) si le fil de suspension de A fait un angle de 30° avec la verticale ($g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$).
2. Quel est le signe de la charge q_A portée par la boule A, sachant que $|q_A| = 2.10^{-6} \text{ C}$?
3. Calculer l'intensité du champ électrique produit par la boule B à l'endroit où se trouve la boule A. Dessiner ce vecteur sur l'axe horizontal.

EXERCICE 7 : Arex 8 p. 50

Une charge électrique ponctuelle q , libre de se déplacer, est introduite dans un espace champ électrostatique produit par une charge q_0 distincte de q .

1. La charge q_0 est positive. Dessiner de façon approximative le vecteur champ électrostatique au point M où se trouve la charge q .
2. q_0 est négative. Dessiner le vecteur champ électrostatique au point M.



EXERCICE 8 : Arex 9 p. 50

Deux charges ponctuelles négatives q_1 et q_2 sont placées en deux points A et B. Représenter le vecteur champ électrostatique :

1. au point N milieu de AB ;
2. en un point P quelconque du plan médiateur AB.

EXERCICE 9 : Magnard 13 p.158:

Soient deux champs électrostatiques uniformes $\overrightarrow{E_1} = 10^6 \vec{i}$ et $\overrightarrow{E_2} = 10^6 \vec{j}$ où \vec{i} et \vec{j} sont les vecteurs unitaires des axes $x'x$ et $y'y$.

1. Quel est le champ électrostatique \overrightarrow{E} résultant ? Représenter la ligne de champ passant par l'origine O.
2. Quelle est la force agissant sur une charge ponctuelle $q = - 5.10^{-7} \text{ C}$?

EXERCICE 10: Magnard 14 p. 158:

On considère deux charges ponctuelles identiques $q_1 = q_2 = 10^{-8} \text{ C}$ placées aux points de coordonnées ($x_1 = 2 \text{ cm}$; $y_1 = 0$) et ($x_2 = - 2 \text{ cm}$; $y_2 = 0$). Au point ($x_0 = 0$; $y_0 = 0$) le module du champ électrostatique créé par q_1 (ou q_2) est $E = 2,25.10^5 \text{ V.m}^{-1}$.

1. Quel est le champ résultant en ce point ?
2. Au voisinage de ce point ($x \leq 3 \text{ mm}$ et $y = 0$), on montre que le champ a pour expression $\overrightarrow{E} = - 4,5.10^7 \cdot \vec{i}$ (\vec{i} : vecteur unitaire de l'axe $x'x$).

Quelle est l'expression de la force électrostatique sur une charge ponctuelle de valeur $q = 10^{-9} \text{ C}$ placée en $x = + 3 \text{ mm}$ ou $x = - 3 \text{ mm}$? Conclure.

EXERCICE 11: FASCICULE 2001

Soit un repère orthonormé (Ox, Oy).

1. Une charge électrique $q_1 = 2.10^{-8} \text{ C}$ placée au point O est soumise à une force $\overrightarrow{F_1}$, de même sens que Ox, d'intensité $F_1 = 4.10^{-6} \text{ N}$. Quelles sont les caractéristiques du champ électrostatique $\overrightarrow{E_1}$, au point O ?
2. La source de champ précédente est remplacée par une autre qui crée, sur une nouvelle $q_2 = - 5.10^{-8} \text{ C}$ placée en O, une force électrique $\overrightarrow{F_2}$ de même direction et de même sens que l'axe Oy d'intensité $F_2 = 5.10^{-6} \text{ N}$. Déterminer le champ électrostatique \overrightarrow{E} au point O, résultant de l'existence simultanée des champs $\overrightarrow{E_1}$ et $\overrightarrow{E_2}$.

EXERCICE 12: FASCICULE 2001

Un pendule électrostatique porte une boule de masse $m = 25 \text{ g}$ chargée positivement. Il est placé dans un champ électrostatique uniforme horizontal.

1. Le fil s'écarte d'un angle $\alpha = 30^\circ$ de la verticale.
 - 1.1. Déterminer l'intensité de la force électrique exercée sur la boule.
 - 1.2. En déduire les caractéristiques du vecteur champ électrostatique sachant que la charge de la boule vaut $q = 0,5 \mu\text{C}$.
2. Déterminer la valeur de l'angle α' que fait le fil avec la verticale si le champ électrostatique a une intensité de 10^4 V.m^{-1} . Calculer dans ce cas, la tension du fil.

ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE

EXERCICE 1: 15 p. 175

On se déplace, dans un champ électrostatique uniforme \vec{E} , le long d'une ligne de champ $x'Ox$. Le vecteur unitaire \vec{i} qui oriente l'axe $x'Ox$ a même direction que \vec{E} . Le potentiel au point A ($x_A = -2$ cm) est nul ; le potentiel au point B ($x_B = 8$ cm) est égal à 400 V.

Calculer :

1. l'intensité E du champ électrostatique ;
2. la valeur du potentiel au point O ;
3. l'énergie potentielle électrostatique d'une charge $q = 5 \mu\text{C}$ placée au point M d'abscisse $x_M = 5$ cm.

EXERCICE 2: 17 p. 175

Le plan xOy , rapporté au repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) , est plongé dans un champ électrostatique uniforme \vec{E} , d'intensité $E = 800 \text{ V.m}^{-1}$.

La direction et le sens du champ \vec{E} sont ceux du vecteur $(\vec{i} + \vec{j})$. Le potentiel électrostatique est nul au point O.

1. Calculer les potentiels V_A et V_B aux points A (10, 0) et B (10, 10), l'unité de longueur sur axes étant le cm.
2. On place une charge $q = 3 \mu\text{C}$ dans le champ \vec{E} . Calculer le travail effectué par la force électrostatique agissant sur cette charge lorsque celle-ci se déplace en ligne droite :
 - a) de O à A ;
 - b) de A à B ;
 - c) de O à B.

Donner deux solutions : par le calcul direct du travail et en utilisant la notion différence de potentiel.

EXERCICE 3: 18 p. 175

Un proton se déplace en ligne droite, dans le vide, de A vers B.

1. Il passe en A à la vitesse $V_A = 2000 \text{ km.s}^{-1}$. Quelle est son énergie cinétique E_{CA} , en joules, puis en électrons-volts ?
2. Quelle tension positive U faut-il appliquer entre les points A et B, et dans quel sens, pour que le proton passe au point B à la vitesse $V_B = 10000 \text{ km.s}^{-1}$?

• Données relatives au proton : masse : $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; charge : $+e = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

EXERCICE 4: 22 p. 176

Les particules α sont des noyaux d'atomes d'hélium ${}^4_2\text{He}$.

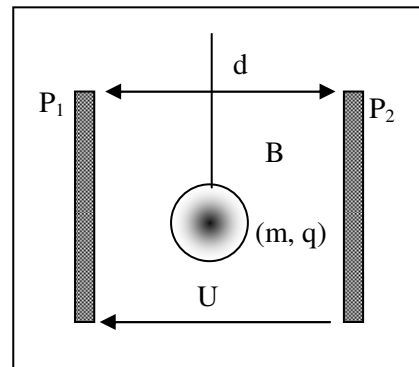
1. Quelle est la charge électrique d'une particule α ?
2. L'énergie cinétique d'une particule α est $E_c = 5,4 \text{ MeV}$. Quelle est sa vitesse ?
3. La particule α précédente a été accélérée par un champ électrostatique \vec{E} : elle y est entrée en un point A avec l'énergie cinétique $E_{CA} = 4,2 \text{ MeV}$ pour en sortir en un point B avec l'énergie cinétique $E_{CB} = 5,4 \text{ MeV}$.

Calculer la valeur de la tension $U_{AB} = U$ nécessaire à cette accélération.

• Masse d'une particule α : $m = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; • Charge élémentaire: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

EXERCICE 5: 23 p. 177

Un pendule électrique, dont la boule B est une petite sphère isolante de masse $m = 0,2 \text{ g}$, portant la charge $q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, est suspendu entre deux plaques métalliques verticales P_1 et P_2 distantes de $d = 20 \text{ cm}$.



1. On établit la tension $U_{P_1 P_2} = U = 4000 \text{ V}$ entre ces plaques de manière à créer entre celles-ci un champ électrostatique uniforme \vec{E} . Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ \vec{E} ?

2. Faire un schéma montrant l'inclinaison subie par le pendule et calculer l'angle α entre le fil et la verticale lorsque l'équilibre est atteint. Cet angle dépend-il de la position initiale du pendule ?

3. Le pendule est déplacé horizontalement, vers la droite, sur une distance $\ell = 2 \text{ cm}$ à partir de la position d'équilibre précédente.

Calculer le travail $W(\vec{f}_e)$ de la force électrostatique \vec{f}_e qui s'exerce sur la boule pendant ce déplacement.

EXERCICE 6: 19 / 176 :

Une particule α (noyau d'atome d'hélium) produite par une source radioactive est émise au voisinage du point O avec une vitesse négligeable.

1. Quelle tension $U_{P_1P_2} = U$ faut-il appliquer entre les plaques P_1 et P_2 , distantes de $d = 20$ cm, pour que la particule traverse la plaque P_2 en R avec la vitesse $V = 10^3$ km. s^{-1} ?

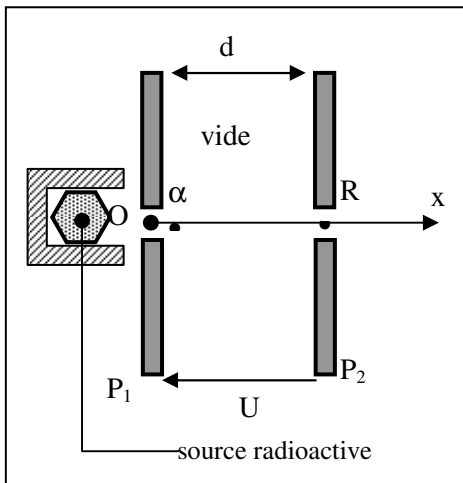
2. Donner les caractéristiques du champ électrostatique \vec{E} (supposé uniforme) entre les plaques.

3. Quelle est, en joule puis en électron- volts, l'énergie cinétique de la particule à son passage en R ?

• Données relatives à la particule α :

Masse : $m = 6,6 \cdot 10^{-27}$ kg ;

Charge électrique : $q = 2e = 3,2 \cdot 10^{-19}$ C

**EXERCICE 7:** 21 p. 176 :

Deux plaques P_1 et P_2 planes et parallèles, entre lesquelles règne un vide poussé, sont distantes de

$d = 10$ cm. Elles sont reliées respectivement aux pôles + et - d'un générateur haute tension qui délivre une tension continue $U = 500$ V.

1. Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique \vec{E} , supposé uniforme, qui règne dans le domaine \mathcal{D} situé 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 à P_2 , on place les points M et N d'abscisses $x_M = 2$ cm et $x_N = 7$ cm.

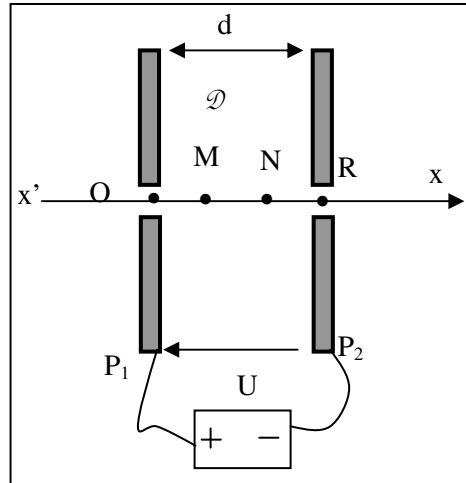
Calculer les différences de potentiels : $V_O - V_M$; $V_O - V_N$; $V_M - V_N$.

3. Un électron pénètre dans le domaine \mathcal{D} , au point R, avec une vitesse négligeable.

3.1. Donner les caractéristiques de la force électrostatique \vec{f}_e qui s'exerce sur lui.

3.2. Quelle est la vitesse de l'électron à son passage en N, en M puis en O ?

4. Calculer le travail $W_{NM}(\vec{f}_e)$ de la force \vec{f}_e lorsque l'électron se déplace de N à M.

**EXERCICE 8:** 24 p. 177 :

Ce problème étudie de façon très simple la déviation d'un faisceau d'électrons par des plaques déflectrices P_1 et P_2 , horizontales, dans un tube cathodique où règne le vide.

Les électrons pénètrent en O entre les plaques P_1 et P_2 à la vitesse horizontale \vec{V}_0 et ressortent en M.

Le point O est à la même distance $\ell = 3$ cm des deux plaques et $V_0 = 10^7$ m/s.

1. On établit entre les plaques la tension $U_{P_2P_1} = U = 600$ V. Déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ électrostatique E , supposé uniforme, qui règne entre les plaques.

2.

2.1. Donner les caractéristiques (direction, sens et intensité) de la force électrostatique \vec{f}_e qui agit sur l'électron.

2.2. La comparer à son poids.

2.3. Justifier le sens de la déviation observée.

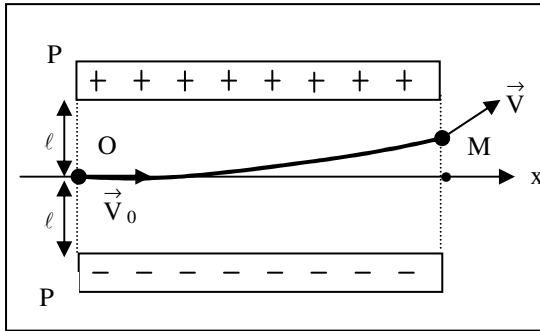
3. L'axe (Ox) pénètre dans le champ électrostatique en O et en ressort en K.

3.1. Montrer que la différence de potentiel entre les points O et K est nulle.

3.2. Calculer la d.d.p $V_M - V_K$ sachant que $M_K = 1,3$ cm. En déduire la valeur de la d.d.p $V_O - V_M$.

4. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à un électron entre ses passages en O

et M, calculer la vitesse V acquise par ce dernier à sa sortie du champ au point M.



- Masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg ; charge de l'électron : $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C

EXERCICE 9 : **Arex** 5 p. 58

Dans un champ électrostatique \vec{E} , des ions Fe^{3+} émis sans vitesse initiale en A atteignent le point B avec une vitesse V_B . Des ions Fe^{2+} sont émis en A sans vitesse initiale.

On donne : $AB = 0,20$ m ; $m(\text{Fe}^{2+}) = m(\text{Fe}^{3+}) = 9,32 \cdot 10^{-26}$ kg ; charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

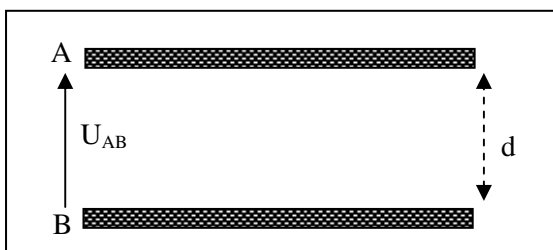
Dire si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses, et justifier les réponses :

1. Le champ électrostatique \vec{E} créé entre A et B est dirigé de A vers B.
2. La valeur du champ électrostatique ne dépend que de la distance entre les plaques A et B.
3. L'énergie cinétique des ions Fe^{3+} et celle des ions Fe^{2+} sont égales en B.
4. L'énergie potentielle électrostatique des ions Fe^{3+} en A est égale à celle des ions Fe^{2+} en A (on prendra le potentiel en B égal à 0).
5. En B, l'énergie totale des ions Fe^{3+} est inférieure à celle des ions Fe^{2+} .

EXERCICE 10 : **Arex** 6 p. 59

Une goutte d'huile électrisée négativement est en équilibre entre deux plaques métalliques planes, parallèles et horizontales A et B lorsqu'on établit une ddp entre A et B ($U_{AB} = 1000$ V).

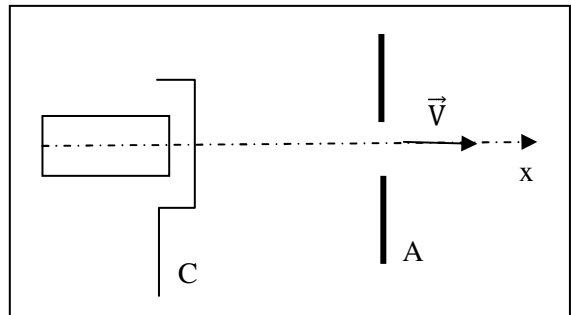
On donne $d = 2,5$ cm (distance entre les plaques). La goutte d'huile est sphérique, le rayon est $r = 1,8 \mu\text{m}$ et la masse volumique $\rho = 900$ kg. m^{-3} ; $g = 10$ N. kg^{-1} .



1. Quel doit être le signe des charges portées par les plaques A et B ?
2. Calculer l'intensité du champ électrostatique uniforme \vec{E} qui règne entre les plaques A et B.
3. Calculer la charge électrique q portée par la goutte d'huile.

EXERCICE 11 : **Arex** 7 p. 59

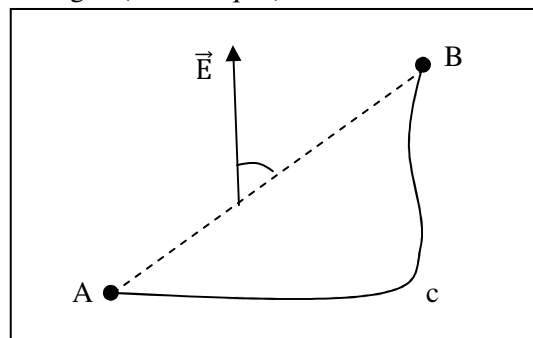
Dans un tube de télévision, la cathode chaude C émet des électrons avec une vitesse initiale nulle. Ces électrons se propagent jusqu'à l'anode A percée d'un trou. La distance entre les deux plaques C et A est égale à 2 cm. On établit entre A et C une différence de potentiel $|U| = 2500$ V, créant un champ électrostatique \vec{E} .



1. Indiquer sur un schéma les branchements à effectuer sur un générateur pour que les électrons soient accélérés de C vers A. Donner le signe de U_{CA} .
2. Donner les caractéristiques du champ électrostatique \vec{E} entre les deux plaques C et A.
3. Comparer les intensités de la force électrostatique et du poids des électrons. Que peut-on en conclure ?
4. Calculer la vitesse des électrons à la sortie du trou fait dans l'anode. On donne : masse de l'électron $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg ; charge de l'électron $q = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $g = 10$ N. kg^{-1} .

EXERCICE 12 : **Arex** 9 p. 59

Dans un champ électrostatique uniforme ascendant, une charge ponctuelle q est déplacée de A à B suivant un chemin curviligne (voie croquis).



Exprimer le travail de la force électrique durant ce déplacement.

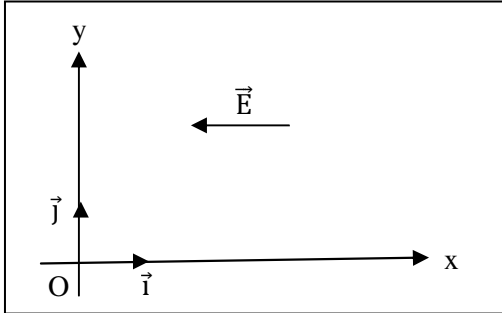
On envisagera le cas où $q < 0$.

On donne : $E = 100 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$; $AB = 10 \text{ cm}$;

$(\overrightarrow{AB}, \vec{E}) = \alpha = 30^\circ$; $|q| = 10^{-5} \text{ C}$.

EXERCICE 13 : Arex 10 p. 59

Dans un certain domaine de l'espace muni d'un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) règne un champ électrique uniforme $\vec{E} = -200 \vec{i}$, E est en $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$.



1. Préciser les lignes équipotentielles du champ.

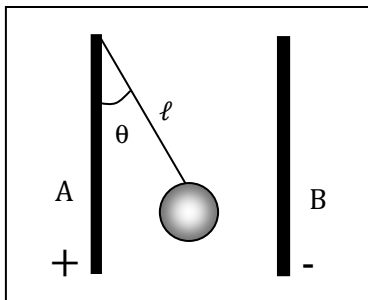
2. Trouver le travail effectué par la force électrique \vec{F} s'exerçant sur une charge ponctuelle q lorsque celle-ci est déplacée de A vers B, puis de B à C, puis de C à D.

On donne $q = -10^{-6} \text{ C}$ et les coordonnées des points en cm : A (2 ; 5) ; B (2 ; -5) ; C (0, 10) ; D (-5 ; 5).

EXERCICE 14 : Arex 11 p 60

Deux plaques métalliques planes A et B, verticales parallèles présentent entre elles un écartement $d = 10 \text{ cm}$, faible par rapport à leurs dimensions. Le long de A pend un fil nylon de longueur $\ell = 5 \text{ cm}$, portant à son extrémité inférieure une boule métallisée ponctuelle de masse m et de poids $P = mg$.

On relie A au pôle (+) et B au pôle (-) d'une machine électrostatique que l'on actionne. Il s'établit ainsi entre A et B une ddp (U_{AB}), et le fil s'écarte de A d'un angle θ .



1. Exprimer la charge q portée par la boule en fonction de m , θ , d , U_{AB} et g .

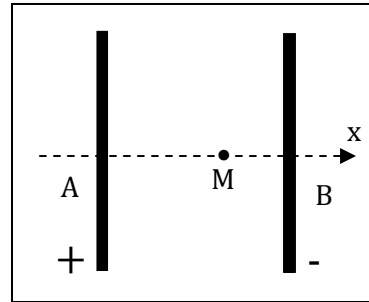
2. Exprimer le travail de la force électrique lors de ce déplacement en fonction de q , θ , d , ℓ , U_{AB} .

3. Calculer numériquement q et le travail W .

On donne : $U_{AB} = 10\,000 \text{ V}$; $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$;

$\theta = 30^\circ$; $m = 0,50 \text{ g}$.

4. On enlève le fil de nylon et la boule. La ddp entre A et B demeure inchangée, il en est de même de l'écartement et de leur disposition.

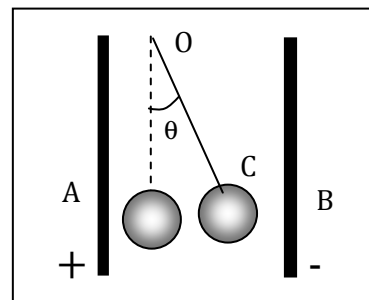


Ox est un axe perpendiculaire aux plaques. On connecte B au sol par l'intermédiaire d'une prise de terre. Exprimer en fonction de (x) le potentiel V_M en tout point M de Ox situé entre A et B. On pose $OM = x$.

EXERCICE 15 : Arex 12 p 60

On considère un pendule simple constitué par un fil inélastique OC de longueur $\ell = 0,40 \text{ m}$ et de masse négligeable. L'extrémité O est fixée. L'extrémité A supporte une petite bille en cuivre assimilable à un point matériel de masse $m = 1 \text{ g}$. L'intensité de pesanteur du lieu est $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Le pendule est placé entre deux plaques métalliques planes verticales parallèles A et B séparées par une distance d . La bille porte une charge q . La plaque est reliée à la borne (+) d'un générateur de haute tension continue, et B est reliée à la borne (-). La tension entre A et B est U . Le pendule s'écarte d'un angle θ vers la plaque B (on donne $U = 25\,000 \text{ V}$; $d = 20 \text{ cm}$; $\theta = 14^\circ$).



1. Quelle est la nature du champ électrique entre ces plaques ? Calculer son intensité, préciser sa direction et son sens.
2. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la bille.
3. Exprimer l'intensité de la force électrique \vec{F} qui s'exerce sur la bille en fonction de m , g et θ . En déduire la valeur de la charge q , préciser son signe.
4. Calculer le travail effectué par la force électrique lorsque le pendule passe de sa position initiale à la position d'équilibre. En déduire la ddp entre le point G, position initiale de la bille, et le point G' position finale de cette même bille.

EXERCICE 16: *Arex* 13 p 60

Un pendule simple, constitué d'une petite sphère métallique suspendue à un fil de soie très léger, est placé entre deux plaques verticales A et C distantes de $d = 5$ cm. On crée une tension $U_{AC} = 1,8 \cdot 10^2$ V entre ces plaques. Le pendule s'écarte de sa position d'équilibre et adopte une nouvelle position dans laquelle le fil de soie fait un angle $\alpha = 10^\circ$ avec la verticale.

1. Sur un schéma, représenter toutes les forces extérieures appliquées à la sphère (la sphère est attirée par la plaque négative).
 2. Calculer la valeur de la charge portée par la sphère.
- On donne :** longueur du fil : $\ell = 20$ cm ;
masse de la sphère : $m = 30$ g ; $g = 9,8$ N.kg⁻¹.
3. Calculer la variation de l'énergie potentielle de pesanteur du système sphère dans le champ de pesanteur.
 4. Calculer la variation de l'énergie potentielle électrostatique du système chargé dans le champ électrostatique.

ENERGIE ET PUISSANCE ELECTRIQUES

EXERCICE 1 : 4/ 204 :

Une rame de métro roule à la vitesse de 40 km. h⁻¹ sur une route rectiligne et horizontale. Les forces qui s'opposent à l'avancement de la rame équivalent à une force unique F , dirigée vers l'arrière du convoi, d'intensité $F = 3 \cdot 10^4$ N.

Les motrices transforment 90 % de la puissance utile développée par leurs moteurs en puissance mécanique.

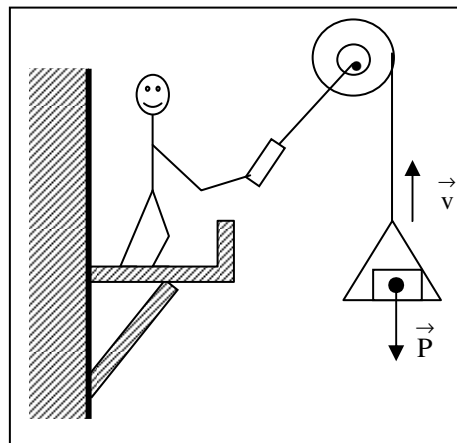
1. Calculer la puissance utile \mathcal{P}_u produite par tous les moteurs de la rame.
2. Ces derniers sont alimentés sous la tension continue $U = 1\,500$ V et ont une résistance négligeable. En déduire la valeur de l'intensité I du courant qui les traverse.

EXERCICE 2: 5/ 204 :

Un treuil utilisé dans les travaux publics monte une charge de poids $P = 2\,000$ N à la vitesse $v = 1,2$ m. s⁻¹. Il est actionné par un moteur électrique de f.c.é.m E' et de résistance $r = 1\,\Omega$. Le moteur lui-même est alimenté en courant continu par un générateur de résistance interne nulle, délivrant à ses bornes la tension $U = 220$ V. Le système moteur électrique + treuil transforme l'énergie électrique fournie au moteur en énergie mécanique servant au levage avec un rendement de 80 %.

En déduire :

1. La valeur de l'intensité I du courant débité par le générateur.
2. La valeur de la f.c.é.m E' du moteur.
3. La quantité de chaleur Q apparue dans le moteur au cours d'une heure de fonctionnement.



EXERCICE 3: 10 p. 205

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.c.é.m E' du moteur (en V) et sa résistance r' (en Ω).

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 E_1 fournie par la pile au reste du circuit,
- 4.2. L'énergie E_2 consommée dans le conducteur ohmique,
- 4.3. L'énergie utile E_3 produite par le moteur.

EXERCICE 4: 12 p. 205

Un appareil de levage fonctionne grâce à un moteur électrique de résistance négligeable alimenté par un groupe d'accumulateurs constituant un générateur de f.é.m $E = 72 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 5 \cdot 10^{-2} \Omega$. L'appareil est utilisé pour soulever, à vitesse constante, un conteneur de masse $M = 400 \text{ kg}$, d'une hauteur $h = 2 \text{ m}$, en 5 s .

1. Calculer la puissance mécanique \mathcal{P}_m développée par l'engin pendant cette opération.

• Intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

2. Pendant toute la manœuvre, l'intensité I du courant débité par les batteries est égale à 25 A . En déduire :

- 2.1. La f.c.é.m E' du moteur dans les conditions de fonctionnement étudiées ;
- 2.2. La puissance électrique P consommée par le moteur ;
- 2.3. Le rendement ρ de la conversion de l'énergie électrique reçue par le moteur en énergie mécanique fournie au conteneur ;
- 2.4. Le rendement ρ' de la conversion de l'énergie chimique stockée dans l'accumulateur en énergie fournie mécanique au conteneur.

EXERCICE 5: 18 p. 207

Aux bornes d'un générateur continu industriel (f.é.m : $E = 220 \text{ V}$; résistance interne : $r = 0,40 \Omega$), on branche, en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$ et un moteur (f.c.é.m E' ; résistance interne : r').

1. Quand on bloque le moteur, l'intensité dans le circuit prend la valeur $I_1 = 4,3 \text{ A}$.

1.1. En déduire la résistance interne r' du moteur (donner deux chiffres significatifs).

1.2. Quelle est la tension U_1 à ses bornes ?

2. Lorsque le moteur tourne à son régime normal, l'intensité devient $I_2 = 1,5 \text{ A}$.

Calculer :

- 2.1. La tension U_2 aux bornes du moteur ;
- 2.2. La f.c.é.m E' du moteur ;
- 2.3. La puissance fournie par le générateur ;
- 2.4. La puissance thermique dissipée dans le circuit ;
- 2.5. La puissance utile du moteur ;
- 2.6. Le rendement de l'installation.

EXERCICE 6: 20 p.207

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 \mathcal{P}_u .

3.1. Etablir l'équation qui permet de calculer l'intensité I dans le circuit en fonction de la puissance \mathcal{P}_u .

3.2. Montrer que si la puissance \mathcal{P}_u est inférieure à une valeur \mathcal{P}_0 que l'on déterminera, il existe deux régimes de fonctionnement du moteur.

3.3. Pour $\mathcal{P}_u = 52,5 \text{ W}$, calculer :

- Les intensités du courant ;
- Les f.c.é.m E' du moteur ;
- Les rendements de l'installation dans les deux cas possibles.

4. A partir de l'équation établie au 3.1), écrire l'équation donnant la puissance fournie \mathcal{P}_u en fonction de l'intensité I et représenter les variations de la fonction $\mathcal{P}_u = f(I)$.

- **Echelles** : en abscisses : 1 cm pour 1 A ; en ordonnées : 4 cm pour 100 W .

Retrouver grâce à la courbe, les résultats des questions 3.2) et 3.3.).

EXERCICE 7 : Alex 3 p. 68

La caractéristique d'un dipôle a pour équation $U_{PN} = -0,01 I + 2$.

1. Donner la nature du dipôle (générateur ou récepteur).
2. Donner la tension à vide et la résistance interne r .
3. Représenter le schéma équivalent du dipôle.

EXERCICE 8 : Alex 4 p. 68

Un électrolyseur reçoit une puissance $\mathcal{P} = 120$ W lorsqu'il est alimenté par un courant d'intensité $I = 10$ A. Calculer la f.c.é.m E' et la résistance interne r' de cet électrolyseur, sachant que la puissance dissipée par effet Joule est de 100 W.

EXERCICE 9 : Alex 6 p. 69

Pour préparer de l'aluminium par électrolyse, on applique aux électrodes une tension de 5 V. La f.c.é.m de l'électrolyseur vaut 2,8 V, l'intensité du courant qui circule dans la cuve est de 12 062 A. Calculer :

1. La puissance transférée sous forme chimique.
2. La puissance transférée sous forme thermique.
3. le rendement énergétique du récepteur.

EXERCICE 10 : Alex 7 p. 69

Un petit moteur de jouet, de résistance interne $r' = 0,1\Omega$, est soumis à une tension continue $U_{AB} = 19$ V. Il est parcouru par un courant d'intensité $I = 140$ A et tourne à raison de 720 tours par minute. 1. Calculer la f.c.é.m E' pour ce régime de fonctionnement.

2. Calculer :
 - a) la puissance électrique transformée sous forme mécanique.
 - b) le moment du couple moteur, supposé constant, disponible sur l'arbre.
 - c) la puissance totale fournie au moteur.
 - d) le rendement du moteur.

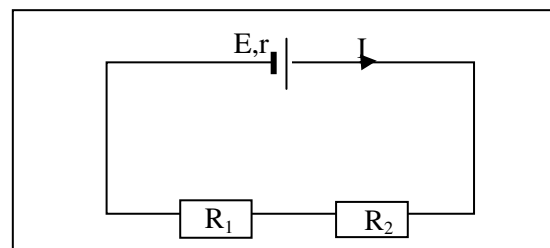
EXERCICE 11 : Alex 8 p. 69

Une lampe de poche comporte : une pile marquée 4,5 V, une ampoule marquée 3,5 V ; 0,2 A, un interrupteur. Lorsque la lampe est allumée, les mesures donnent : $U_{AB} = 3,6$ V ; $I = 0,2$ A.

1. Que signifient les indications portées sur la pile et l'ampoule ?
2. Calculer la résistance R de l'ampoule et la résistance interne de la pile.
3. Calculer :
 - a) la puissance totale fournie par la pile.
 - b) la puissance consommée par l'ampoule.
 - c) la puissance consommée par la pile.

EXERCICE 12 : Alex 9 p. 69

Deux conducteurs ohmiques de résistance R_1 et R_2 sont montés en série entre les bornes d'un générateur de f.é.m $E = 12$ V et de résistance $r = 2\Omega$.



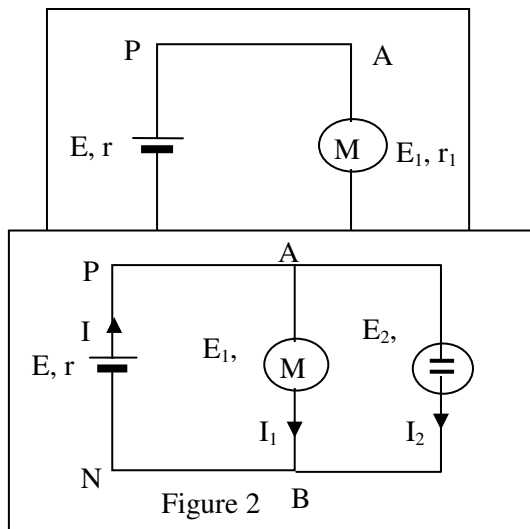
1. Calculer R_2 . On donne : $R_1 = 6\Omega$ et $I = 1$ A.
2. Calculer l'énergie dissipée par effet joule pendant 1 à secondes dans le générateur.
3. Calculer les puissances consommées dans R_1 et R_2 .
4. Montrer que la somme des deux puissances précédentes est égale (en valeur absolue) à la puissance disponible aux bornes du générateur.
5. On remplace les résistances R_1 et R_2 par les résistances R'_1 et R'_2 avec $R'_1 = 10\Omega$ et $R'_2 = 6\Omega$. R'_1 et R'_2 sont montées en parallèle entre les bornes du même générateur. Calculer :
 - a) la résistance équivalente de R'_1 et R'_2 montées en parallèle.
 - b) l'intensité du courant dans le circuit.

EXERCICE 13 : Alex 10 p. 69

Un générateur de f.é.m $E = 12$ V et de résistance interne $r = 1\Omega$ alimente un moteur de f.c.é.m $E_1 = 8$ V et de résistance interne $r_1 = 2\Omega$ (figure 1).

1. Calculer l'intensité du courant qui traverse ce circuit.
2. Calculer la puissance fournie au circuit extérieur par le générateur et le rendement mécanique maximal du moteur.
3. Une cuve à électrolyse ($E_2 = 2$ V et $r_2 = 6\Omega$) est placée en dérivation aux bornes du moteur (figure 2).

- a) Déterminer les intensités des courants dans chaque récepteur et dans le générateur.
 b) Calculer la puissance fournie au circuit extérieur par le générateur.



EXERCICE 14 : Arx 11 p 70

Soit un circuit électrique comprenant en série les appareils suivants :

- un conducteur ohmique de résistance

$$R_1 = 5\Omega,$$

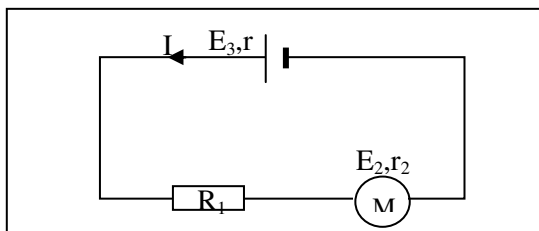
- un moteur de f.c.é.m E_2 et de résistance interne r_2 ,

- un générateur de f.é.m E_3 et de résistance interne r_3 .

1. En cinq minutes de fonctionnement en régime permanent, l'énergie électrique consommée par le conducteur ohmique est $W_1 = 6 \text{ kJ}$.

Calculer :

- l'intensité I du courant électrique.
 - la tension U_1 aux bornes du résistor.
2. Le moteur consomme une puissance électrique $\mathcal{P}_2 = 36 \text{ W}$, son rendement est de 0,9. Calculer :
- la tension U_2 appliquée aux bornes du moteur.
 - sa f.c.é.m E_2 et sa résistance interne r_2 .
3. Déduire des réponses aux questions 1.b et 2.a. la tension U_3 aux bornes du générateur.



EXERCICE 15: FASCICULE 2001

Une pile de f.é.m 4,5 V, de résistance interne $1,2\Omega$, débite un courant d'intensité 0,2 A.

1. Calculer la tension aux bornes de la pile.

2. Calculer :

- La puissance engendrée par la pile ;
- La puissance calorifique apparaissant par effet Joule à l'intérieur de la pile.

2.3) En déduire la puissance électrique fournie par la pile au reste du circuit et retrouver la valeur de la tension.

3. Calculer le rendement de cette pile.

EXERCICE 16: FASCICULE 2001

Une pile de f.é.m 4,5 V de résistance interne $0,5 \Omega$ fournit au reste du circuit une puissance égale à 1,26 W.

1. Quelles sont les valeurs I_1 et I_2 possibles pour l'intensité ?

2. Calculer les rendements. Conclure.

EXERCICE 17: FASCICULE 2001

Un électrolyseur de f.c.é.m 1,8 V et de résistance interne $4,3 \Omega$ est traversé par un courant d'intensité 43 mA.

1. Calculer la tension à ses bornes.

2. Calculer:

2.1) la puissance électrique consommée par l'électrolyseur ;

2.2) sa puissance utile ;

2.3) la puissance perdue par effet Joule.

3. En déduire le rendement de cet électrolyseur.

4. Calculer l'énergie électrique consommée en 30 min de fonctionnement.

EXERCICE 18: FASCICULE 2001

Un moteur soumis à une tension de 12 V, fournit une puissance mécanique de 30 W, avec un rendement de 90 %. Calculer :

1. La puissance électrique consommée.

2. L'intensité du courant qui le traverse.

3. La f.c.é.m.

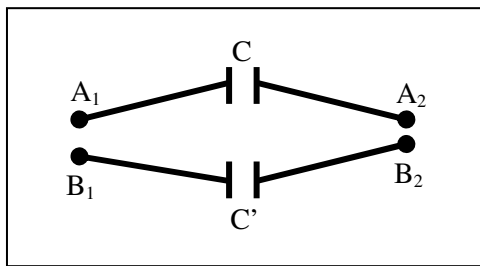
4. La résistance interne.

LES CONDENSATEURS

EXERCICE 1: 7 p. 230

Deux condensateurs sont soumis, respectivement, aux tensions $U_1 = V_{A_1} - V_{A_2} = 100 \text{ V}$ et $U_2 = V_{B_1} - V_{B_2} = 80 \text{ V}$. Lorsque leur charge est terminée, on procède aux opérations suivantes :

- (1) : les générateurs sont débranchés ;
- (2) : on relie par un cavalier conducteur les armatures A_1 et B_1 d'une part, A_2 et B_2 d'autre part.



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. 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 $U = V_{A_1} - V_{A_2}$.
3. Quelle est l'énergie électrostatique totale emmagasinée dans les deux condensateurs :

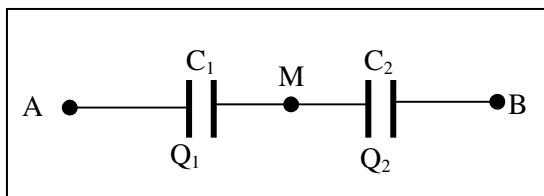
- 3.1. Avant la mise en place des cavaliers ;
- 3.2. Après leur mise en place ?

Commenter et interpréter.

4. Reprendre les questions 2) et 3) en supposant désormais que les cavaliers sont mis en place entre A_1 et B_2 d'une part, entre A_2 et B_1 d'autre part.

EXERCICE 2: 8 p. 230

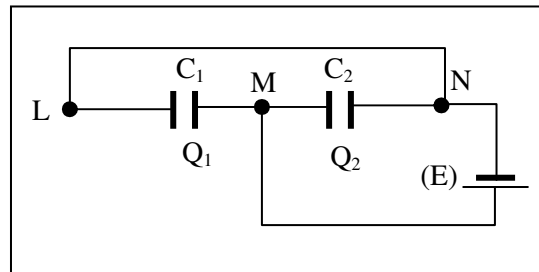
Deux condensateurs de capacités $C_1 = 40 \text{ nF}$ et $C_2 = 60 \text{ nF}$, initialement déchargés, sont montés en série. On établit entre A et B la tension continue $U = V_A - V_B = 500 \text{ V}$.



1. Montrer que les charges Q_1 et Q_2 des condensateurs sont égales : Q_1 est la charge de l'armature reliée à A, Q_2 celle de l'armature reliée à M.
2. Exprimer de façon littérale, en fonction de U , C_1 et C_2 , les tensions $U_1 = U_{AM}$ et $U_2 = U_{MB}$, puis faire l'application numérique.
3. En déduire les valeurs de la charge et de l'énergie électrostatique de chaque condensateur.

EXERCICE 3: 9 p. 230

On donne, pour le montage ci-dessous, $C_1 = 20 \text{ nF}$ et $C_2 = 80 \text{ nF}$. La f.é.m E du générateur est égale à 200 V . Q_1 et Q_2 désignent respectivement les charges des armatures de gauche des condensateurs C_1 et C_2 .



1. Calculer les tensions $U_1 = V_L - V_M$ et $U_2 = V_M - V_N$ entre les armatures des deux condensateurs.
2. Quelles sont les valeurs des charges Q_1 et Q_2 ?
3. Calculer l'énergie électrostatique totale ε emmagasinée dans l'ensemble des deux condensateurs.

EXERCICE 4: 15 p. 232

Deux condensateurs plans, dont les armatures sont séparées par de l'air, ont pour caractéristiques :

- **Condensateur n°1** : armatures rectangulaires : longueur $L = 1 \text{ m}$, largeur $\ell = 4 \text{ cm}$; épaisseur $d_1 = 0,1 \text{ mm}$.
- **Condensateur n°2** : armatures circulaires dont le rayon vaut $r = 20 \text{ cm}$; épaisseur $d_2 = 0,2 \text{ mm}$.

1. Calculer les capacités C_1 et C_2 des deux condensateurs.
2. On associe les deux condensateurs en série et on soumet l'association à la tension $U = 100 \text{ V}$.

- 2.1. Faire un schéma du montage et montrer que les deux condensateurs portent la même charge Q . Calculer Q .

- 2.2. Calculer les tensions U_1 et U_2 appliquées aux bornes de chaque condensateur.
 2.3. Calculer l'énergie électrostatique totale ϵ emmagasinée dans les deux condensateurs.

Permittivité de l'air : $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} \text{ S.I.}$

3. Les condensateurs sont maintenant associés en parallèle et soumis à la tension $U' = 50 \text{ V}$.
 3.1. Faire un schéma du montage et calculer leurs charges Q'_1 et Q'_2 .
 3.2. Calculer l'énergie électrostatique totale ϵ' emmagasinée dans l'association.

EXERCICE 5 : 11/ 231

Deux condensateurs de capacités $C_1 = 2 \mu\text{F}$ et $C_2 = 3 \mu\text{F}$ sont reliés à travers une résistance R par deux cavaliers conducteurs K_1 et K_2 . Ils ne sont pas chargés.

1. On retire les cavaliers K_1 et K_2 et on relie les bornes A_1 et A_2 respectivement aux pôles + et - d'un générateur délivrant une tension connue $U = 150 \text{ V}$.

Quelle est la charge Q_1 portée par l'armature de gauche du condensateur C_1 ?

2. On débranche le générateur et on remet en place les cavaliers K_1 et K_2 à l'aide de pinces isolantes.

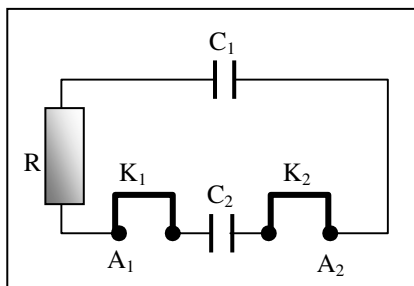
2.1. Calculer les charges Q'_1 et Q'_2 portées, respectivement, par les armatures de gauche des condensateurs C_1 et C_2 .

2.2. Déterminer la tension $U' = V_{A_1} - V_{A_2}$, lorsque l'équilibre électrostatique des condensateurs est atteint (cela signifie qu'il ne passe plus aucun courant dans la résistance R).

3. Evaluer l'énergie électrostatique E_1 du condensateur C_1 à la fin de l'opération 1) et les énergies électrostatiques E'_1 et E'_2 des deux condensateurs à la fin de l'opération 2).

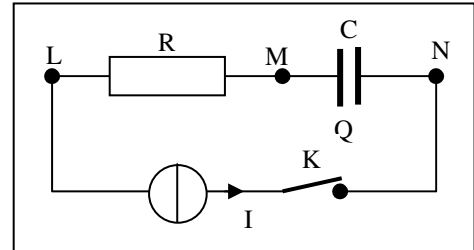
4. Comparer E_1 et $E'_1 + E'_2$. Donner une interprétation physique de la différence $E_1 - (E'_1 + E'_2)$. Cette différence dépend-elle de la valeur de la résistance R ?

Envisager le cas particulier où R tend vers zéro. Interpréter.



EXERCICE 6 : 12/ 231

Un circuit comprend : une source de courant qui débite une intensité constante $I = 10 \mu\text{A}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 100 \text{ k}\Omega$, un condensateur de capacité $C = 5 \mu\text{F}$, un interrupteur K . Le condensateur est déchargé. A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K ; à l'instant $t = 20 \text{ s}$, on l'ouvre à nouveau.



1. On étudie d'abord le circuit à l'instant $t = 10 \text{ s}$ et on note Q la charge de l'armature de gauche du condensateur. Calculer à cet instant :

1.1. La valeur de la charge Q .

1.2. Les valeurs des tensions U_{ML} et U_{MN} .

1.3. La puissance fournie par le générateur au reste du circuit.

2. On fait maintenant un bilan énergétique de la charge du condensateur pendant la période $t = 0, t = 20 \text{ s}$. Quelle est, pendant cette période :

2.1. L'énergie électrostatique E_1 emmagasinée dans le condensateur ?

2.2. L'énergie thermique E_2 dissipée par effet Joule dans la résistance ?

2.3. L'énergie électrique E_3 fournie par le générateur au reste du circuit ?

EXERCICE 7 : 14/ 231

Les armatures d'un condensateur plan ont pour surface $S = 50 \text{ cm}^2$ et sont distantes de $d = 5 \text{ mm}$. L'espace entre les armatures est constitué par de l'air.

1. Calculer sa capacité C .

2. On glisse entre les armatures, parallèlement à celles-ci, une plaque de métal d'épaisseur constante $d' = 3 \text{ mm}$, de même surface S et qui vient en regard des armatures. La plaque de métal ne porte aucune charge.

Calculer la capacité C' du condensateur équivalent à ce dispositif.

• Permittivité de l'air : $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9}$.

EXERCICE 8: FASCICULE 2001

1. Un condensateur chargé sous une tension constante $U = 50 \text{ V}$ porte une charge $Q = 10 \mu\text{C}$. Calculer sa capacité et l'énergie emmagasinée.

2. Un condensateur de capacité $C = 100 \mu\text{F}$ est chargé avec un générateur de courant qui délivre une intensité constante $I = 150 \mu\text{A}$.

2.1. Calculer la charge prise par le condensateur au bout de 10 s.

2.2. Calculer la tension entre ses armatures.

EXERCICE 9: FASCICULE 2001

Un générateur de f.é.m $E = 100 \text{ V}$ est relié aux bornes d'un ensemble de deux condensateurs montés en série de capacité $2 \mu\text{F}$ et $3 \mu\text{F}$.

1. Calculer la tension finale aux bornes de chaque condensateur.

2. Calculer l'énergie électrostatique totale emmagasinée dans les deux condensateurs.

EXERCICE 10: FASCICULE 2001

1. Quelle est l'énergie électrostatique stockée dans un condensateur de capacité $C_1 = 10 \mu\text{F}$ quand la tension entre ses bornes est $U = 300 \text{ V}$.

2. On le déconnecte de la source de tension et on relie ses armatures à celles d'un autre condensateur initialement déchargé et de capacité $C_2 = 20 \mu\text{F}$.

Calculer l'énergie finale stockée dans les deux condensateurs.

EXERCICE 11: FASCICULE 2001

Les armatures d'un condensateur plan sont des plaques rectangulaires de longueur $L = 20 \text{ cm}$. Elles sont séparées par un diélectrique d'épaisseur $d = 0,1 \text{ mm}$, de permittivité relative $\epsilon_r = 7$, et sont soumises à la tension $U = 100 \text{ V}$. Calculer :

1. La capacité du condensateur.
2. Sa charge.
3. Son énergie.

EXERCICE 12: FASCICULE 2001

On considère le montage ci-contre.

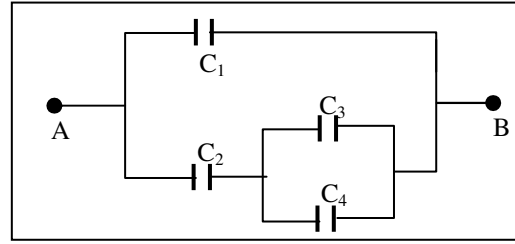
On donne:

$$C_1 = C_2 = 2 \mu\text{F}; \quad C_3 = C_4 = 1 \mu\text{F}.$$

1. Calculer la capacité équivalente entre A et B.

2. On applique entre A et B une tension $U = 1000 \text{ V}$.

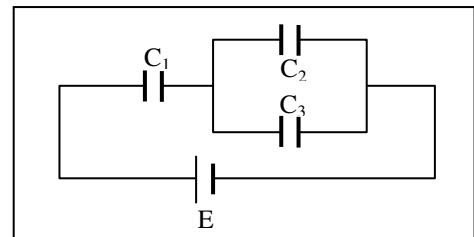
Calculer la charge finale de chacun des condensateurs.

**EXERCICE 13: FASCICULE 2001**

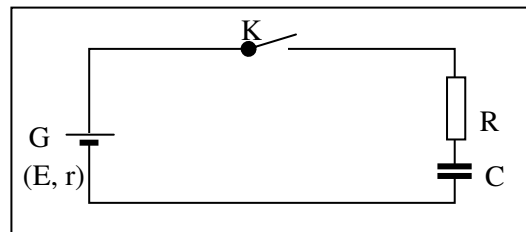
Soit le montage ci-dessous.

On donne : $C_1 = 3 \mu\text{F}$; $C_2 = 2 \mu\text{F}$; $C_3 = 4 \mu\text{F}$ et $E = 120 \text{ V}$.

Déterminer la charge finale de chacun des condensateurs ainsi que la tension à ses bornes.

**EXERCICE 14 : AREX 6 p 80.**

On décide de charger un condensateur de capacité $C = 1\,000 \mu\text{F}$ à l'aide d'un générateur G de f.é.m $E = 15 \text{ V}$.



1. Calculer, immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K du circuit ;

- a) la tension aux bornes du condensateur ;
- b) l'intensité du courant dans le circuit ;
- c) la tension aux bornes du conducteur ohmique de résistance $R = 15 \text{ k}\Omega$, et la tension aux bornes du générateur.

2. Déterminer, en fin de charge :

- a) la tension aux bornes du conducteur ohmique.
- b) la tension aux bornes du condensateur.
- c) la charge du condensateur.
- d) l'énergie emmagasinée dans le condensateur.

AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

EXERCICE 1:

Un A.O alimenté en (+ 15 V ; 0V ; - 15V) est inséré dans un montage amplificateur inverseur. Un élève relève des mesures de tensions U_s et U_e . Il se propose d'étudier le fonctionnement de ce montage.

U_e (mV)	2	4	6	8	15
U_s (mV)	-39	-81	-119	-160	-300

1. Représenter le graphique $U_s = f(U_e)$.
2. En déduire le coefficient d'amplification du montage.
3. La plus petite des résistances utilisées vaut 1 k Ω . Quelle est la valeur de l'autre résistance ?

EXERCICE 2:

1. Représenter un montage amplificateur inverseur avec $R_1 = 1$ k Ω et $R_2 = 10$ k Ω . Soit I_1 l'intensité du courant qui traverse R_1 et I_2 l'intensité du courant qui traverse R_2 . Représenter les intensités des courants qui circulent dans le montage.
2. L'A.O est supposé parfait. Comparer les intensités I_1 et I_2 .
3. Exprimer la tension U_e , en fonction de R_1 et I_1 en régime linéaire.
4. Exprimer la tension U_s , en fonction de R_2 et I_2 en régime linéaire.
5. Exprimer U_s en fonction de U_e en régime linéaire.

EXERCICE 3:

Un A.O est inséré dans un montage amplificateur tel que $U_s = 50. U_e$.

1. S'agit-il d'un montage amplificateur inverseur ? Justifier.
2. Pour ce montage, on démontre que

$$U_s = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right).U_e.$$

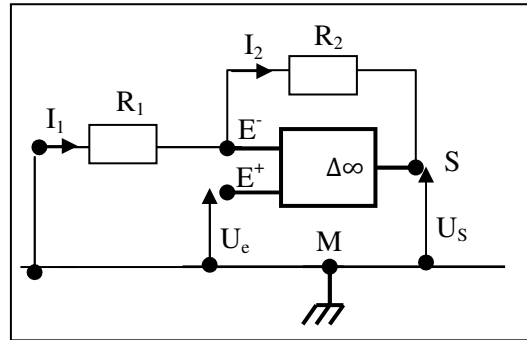
Calculer la valeur de R_2 sachant que

$$R_1 = 2 \text{ k}\Omega.$$

3. L'A.O est alimenté en (-15V ; 0V ; + 15V). Quelle valeur maximale de U_e peut-on amplifier sans saturation ?

EXERCICE 4:

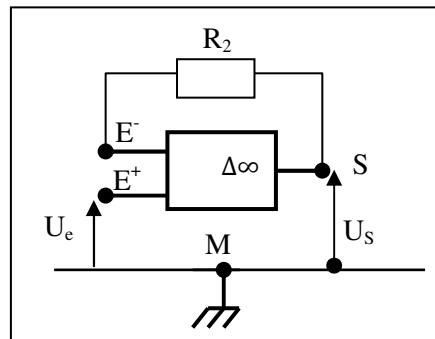
On considère le montage suivant :



1. On désigne par I_1 l'intensité du courant qui traverse R_1 et I_2 celle du courant qui traverse R_2 . Y a-t-il un lien entre ces deux intensités pour un A.O parfait ?
2. L'A.O parfait fonctionne en régime linéaire. Exprimer U_e en fonction de R_1 et I_1 .
3. Exprimer U_s en fonction de R_1 , R_2 et I_2 .
4. En déduire la relation entre U_s et U_e . S'agit-il d'un montage amplificateur inverseur ou non inverseur ?

EXERCICE 5:

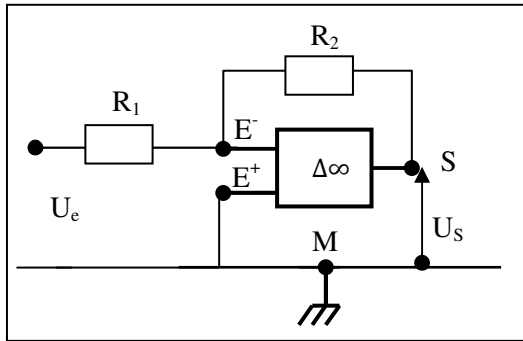
On réalise le montage ci-dessous avec un A.O idéal fonctionnant en régime linéaire.



1. Exprimer U_s en fonction de U_e .
2. Pourquoi ce montage est-il appelé montage suiveur ?
3. La tension U_e est délivrée par une pile de f.é.m $E = 4,5$ V et de résistance interne $r = 10$ Ω . Entre S et M, on place un conducteur ohmique de résistance $R = 200$ Ω . Déterminer l'intensité du courant dans ce résistor.

EXERCICE 6:

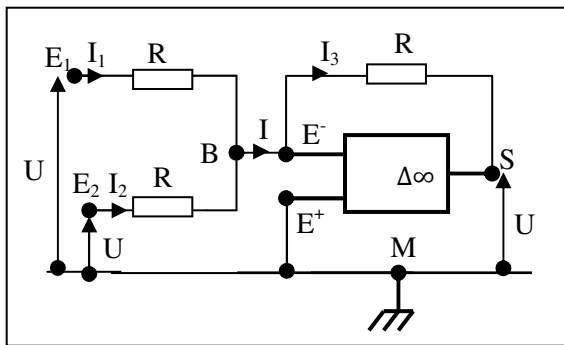
On réalise le montage ci-dessous avec un A.O idéal fonctionnant en régime linéaire. On donne : $R_1 = 1$ k Ω et $R_2 = 10$ k Ω .



1. Exprimer U_s en fonction de U_e , R_1 et R_2 .
2. En déduire le gain en tension de ce montage.
3. Pourquoi ce montage est-il appelé montage amplificateur inverseur ?

EXERCICE 7:

On réalise le montage ci-dessous avec un A.O idéal fonctionnant en régime linéaire.



Exprimer U_s en fonction de U_e et U_2 . Justifier le nom du montage sommateur- inverseur.

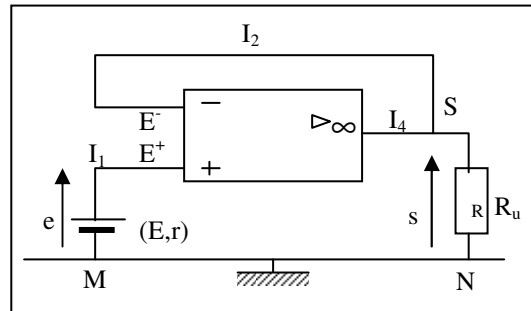
EXERCICE 8: Fascicule 2001

Soit le montage ci-dessous.

On donne : $E = 8 \text{ V}$, $r = 10 \Omega$ et $R_u = 5 \text{ k}\Omega$.

1.
 - 1.1. Calculer les intensités I_1 et I_2 des courants qui circulent, respectivement entre M et E^+ , puis entre E^- et S.
 - 1.2. En déduire la valeur numérique de la tension d'entrée $e = U_{E+M}$.
2.
 - 2.1. Montrer sans calcul, que la tension de sortie $s = U_{SN}$ est égale à la tension d'entrée e .
 - 2.2. Quel est le nom de ce montage ? Justifier la réponse.
3. Calculer l'intensité I_3 du courant qui circule dans la charge R_u . Dans quel sens circule-t-il ?

4. Quelle est l'intensité I_4 du courant qui sort de l'A.O ? Quelle serait la nouvelle valeur de I_4 si la résistance R_u était égale à 500Ω .



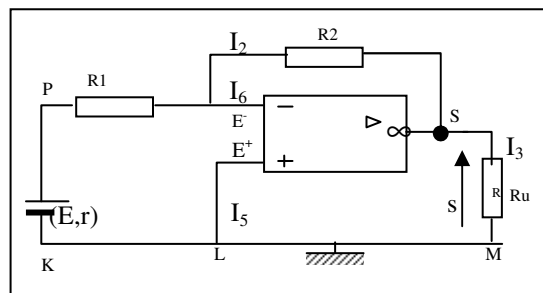
EXERCICE 9: Fascicule 2001

On réalise le montage ci-dessous.

On donne : $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 5.R_1$, $R_u = 2 \text{ k}\Omega$; $E = 2 \text{ V}$, $r = 20\Omega$.

On note : $e = U_{PK}$, $s = U_{SM}$, $u = U_{E-L}$.

1. Quelles sont les valeurs numériques des intensités I_5 et I_6 ainsi que celle de la tension u ?
2. Exprimer l'intensité I_1 du courant débité par le générateur en fonction de la f.é.m E et des résistances r et R_1 . Application numérique.
3. Calculer l'intensité I_2 du courant dans R_2 . Quel est son sens ?
4. Trouver une relation entre les grandeurs s , u , R_2 et I_2 , puis une 2^{ème} relation entre les grandeurs e , u , R_1 et I_1 . En tenant compte du résultat de la question 3, en déduire une relation entre s et e .
5. Calculer et puis s . Donner un nom en le justifiant à ce montage.
6. Calculer I_3 et I_4 .



EXERCICE 10: Fascicule 2001

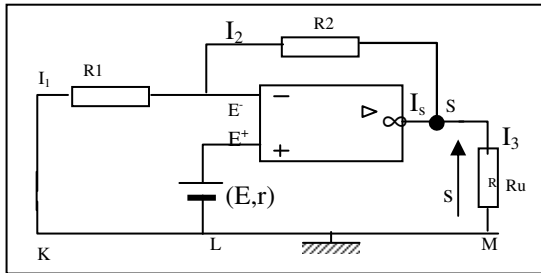
Soit le montage ci-dessous.

On donne : $R_1 = 200 \Omega$; $R_2 = 4.R_1$; $E = 1,8 \text{ V}$;

$r = 2\Omega$. **On note :** $e = U_{E+L}$; $u = U_{E+M}$ et $s = U_{SM}$.

1. Calculer e . Dépend-t- elle de r ?
2. Déterminer u .

3. Calculer I_1 et I_2 . Indiquer leur sens.
- 4.
- 4.1. Trouver une relation entre s , u , R_1 et R_2 .
- 4.2. En déduire la valeur de l'amplification en tension du montage $A = \frac{s}{e}$.
- 4.3. Exprimer A en fonction de R_1 et R_2 . Calculer A .
5. Calculer s .
6. Calculer R_u si $I_s = 20$ mA.



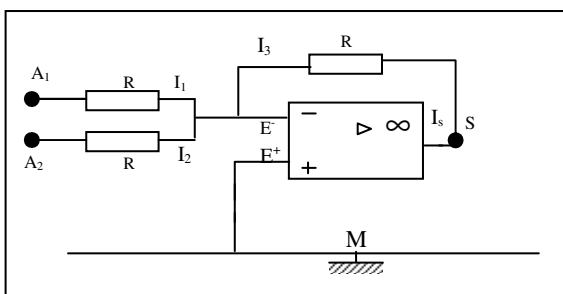
EXERCICE 11: Fascicule 2001

Dans le montage ci-dessous, on donne :

$R = 500 \Omega$; $e_1 = U_{A1M} = 6$ V ; $e_2 = U_{A2M} = 2$ V.

On note : $u = U_{E-M}$ et $s = U_{SM}$.

1. Calculer la tension u .
2. Exprimer I_1 et I_2 en fonction de e_1 et e_2 et R . Calculer I_1 et I_2 . Indiquer leur sens.
3. Donner l'expression littérale de I_3 en fonction de s et de R .
- 4.
- 4.1. Trouver une relation entre I_1 , I_2 et I_3 .
- 4.2. Exprimer s en fonction de e_1 et e_2 . Calculer s .
- 4.3. Donner un nom à ce montage.

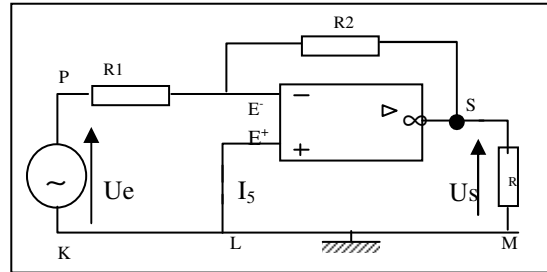


EXERCICE 12: Fascicule 2001

Dans le montage ci-dessous, on donne :

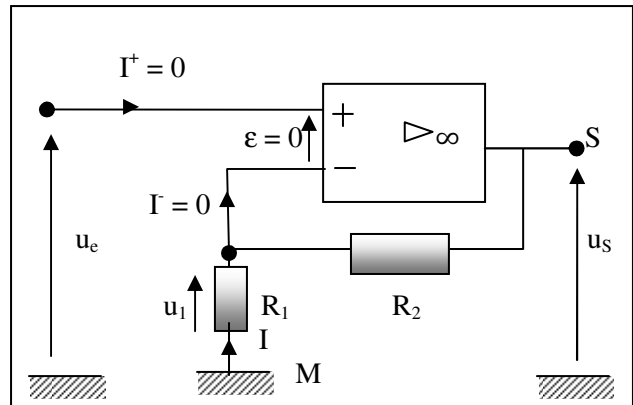
$R_2 = 2R_1 = 22$ k Ω . La tension d'entrée U_e est une sinusoïde de valeur maximale $U_{e_{max}} = 2$ V et de fréquence 250 Hz.

1. Indiquer le type de montage.
 2. Déterminer la valeur maximale de la tension de sortie U_s .
 3. Représenter sur le même graphique les tensions d'entrée U_e et de sortie U_s .
- Echelle :** 1 cm \leftrightarrow 2 V et 1 cm \leftrightarrow 1 ms.



EXERCICE 13: Hachette Prof : 3 p.37

On considère le montage ci-dessous.



1. Donner l'expression de u_1 en fonction de u_e .
2. Appliquer la loi d'Ohm aux bornes de R_1 .
3. Quelle est l'intensité du courant qui traverse R_2 ?
4. Appliquer la loi d'Ohm aux bornes de l'association série des deux résistances R_1 et R_2 .
5. En déduire le rapport $\frac{u_s}{u_e}$ en fonction de R_1 et R_2 .
6. Ce montage amplificateur est-il inverseur ? Quel est le facteur d'amplification ?

PROPAGATION DE LA LUMIERE

EXERCICE 1: 1 p. 301

Lors d'un orage, l'éclair et le tonnerre sont produits simultanément.

1. Quelle est la nature de ces deux phénomènes ?
2. Combien de temps après son émission, l'éclair sera-t-il perçu par un observateur situé à 10 km de l'orage. Ce dernier entendra-t-il le tonnerre à l'instant où il verra l'éclair ? Que vous suggère ce résultat ?

- Célérité de la lumière : $C_1 = 3.10^8 \text{ m. s}^{-1}$;
- célérité du son dans l'air : $C_2 = 340 \text{ m. s}^{-1}$.

EXERCICE 2: 2 p. 301

Vous assistez à un feu d'artifice. Une fusée éclate en un point situé sur la verticale passant par votre position. Le son de l'explosion vous parvient avec un retard de 0,2 s sur l'observation de la gerbe.

1. Expliquer l'origine de ce phénomène.
2. A quelle attitude la fusée a-t-elle éclaté ?

- Célérité du son dans l'air : $C = 340 \text{ m. s}^{-1}$.

EXERCICE 3: 3 p. 301

Les lampes « halogène » sont de plus en plus utilisées comme moyen d'éclairage dans les pièces d'habitation. L'ampoule de ces lampes est dirigée vers le plafond : quel est le but de cette orientation ? Un tel moyen d'éclairage est-il possible dans une pièce au plafond noir ?

EXERCICE 4: 5 p. 301

Un lustre éclaire de rayons quasi parallèles un bibelot de hauteur $h = 50 \text{ cm}$ posé sur une table. Les rayons sont inclinés de 30° par rapport à l'horizontale.

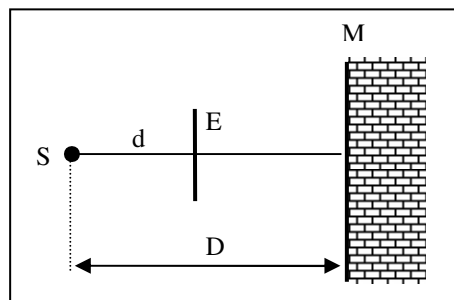
Déterminer la longueur de la zone d'obscurité (ombre) due au bibelot le long de la table.

EXERCICE 5: 6 p. 301

On considère :

- Une source ponctuelle S située à la distance $D = 2,0 \text{ m}$ d'un mur M ;
- Un écran circulaire opaque E de rayon $r = 10 \text{ cm}$ situé à la distance $d = 0,50 \text{ m}$ de S et disposé parallèlement au mur.

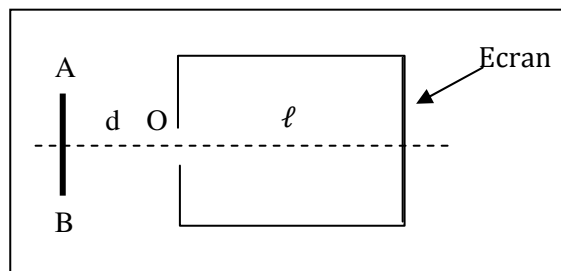
Les centres de E et S sont sur la même droite horizontale.



1. Montrer qu'il apparaît une zone d'obscurité (ombre) sur M .
2. Déterminer sa forme et ses dimensions.

EXERCICE 6: 7 p. 301

La chambre noire est l'ancêtre de l'appareil photographique ; elle est constituée d'une boîte parallélépipédique peinte en noir ; une de ses faces est percée d'un petit trou O ; la face opposée est remplacée par un écran translucide destiné à recevoir la pellicule. La distance séparant les deux faces est $\ell = 30 \text{ cm}$. Face à O , à une distance $d = 15 \text{ cm}$, on place un objet plan AB de hauteur $h = 2,0 \text{ cm}$, fortement éclairé.



1. Qu'observe-t-on sur l'écran de la chambre noire ? Calculer la hauteur de la tache lumineuse observée.
2. On soulève l'objet AB verticalement de $2,0 \text{ cm}$ vers le haut. Dans quel sens et de combien se déplace la tache lumineuse sur l'écran ?

EXERCICE 7: 11 p. 302

Deux pylônes P_1 et P_2 , de hauteur $h = 50 \text{ cm}$, sont distants de $d = 10 \text{ km}$. Au sommet de P_1 se trouve une source de lumière ; au sommet de P_2 , on a placé un récepteur de lumière.

1. Quel est le temps mis par la lumière, émise de P_1 , pour atteindre P_2 ?
2. En fait, lorsqu'on éloigne davantage les deux pylônes, il faut tenir compte de la surface courbe de la Terre. Quelle est la distance maximale D entre les deux pylônes pour que la réception de lumière reste possible ?

On admet, dans les deux questions, que la lumière suit un trajet rectiligne de P_1 à P_2 .

• **Données** : Célérité de la lumière : $C = 3 \cdot 10^8$ m. s^{-1} ; rayon de la Terre : $R = 6\,400$ km.

Indication : faites un dessin soigné dans le cas limite où le rayon est tangent à la surface terrestre entre les deux pylônes.

EXERCICE 8 : AREX 12 P. 98

La lumière du Soleil met environ 8 minutes pour atteindre la Terre. Quelle est la distance Soleil- Terre exprimée en kilomètre, puis en année-lumière ?

EXERCICE 9 : AREX 13 P. 98

Au cours d'un orage, la foudre tombe à 8 km d'un observateur.

1. Au bout de combien de temps voit-il la lumière de l'éclair ?
2. Au bout de combien de temps entend-il le tonnerre ?

On admettra que la célérité du son est de 345 m. s^{-1} .

EXERCICE 10 : 14P. 98

Un mat vertical a une hauteur $h = 8$ m ; il est planté dans un terrain plat et horizontal. A un moment de la journée, l'ombre du poteau sur le sol a une longueur de 2,4 m.

1. Quelle est l'inclinaison des rayons solaires (supposés parallèles entre eux) avec l'horizontale ?
2. Au même instant, un manguier a une ombre sur le sol de longueur 3,6 m. Quelle est la hauteur de l'arbre ?

EXERCICE 11 : AREX 15 P. 98

La vitesse de la lumière dans le cristal de diamant est de $1,23 \cdot 10^8$ m. s^{-1} . En déduire l'indice de réfraction de la lumière.

EXERCICE 12 : AREX 17 P. 98

Orion, nébuleuse de la galaxie la plus proche du Soleil est située à $1,6 \cdot 10^{18}$ km de notre système solaire.

1. Que vaut cette distance en année-lumière ?
2. Combien de temps met la lumière émise par la nébuleuse d'Orion pour atteindre notre système solaire ?

EXERCICE 13 : AREX 18 P. 98

Une lumière bleue monochromatique a pour longueur d'onde 460 nm dans le vide.

1. Calculer sa fréquence.

2. Cette lumière se propage dans de l'alcool d'indice 1,36.

- a) Quelle est la longueur d'onde dans l'alcool ?
- b) La couleur change-t-elle dans l'alcool ?

EXERCICE 14 : AREX 19 P. 98

Une radiation émise par une lampe à vapeur de sodium a une longueur d'onde dans le vide $\lambda = 589$ nm.

1. Cette radiation est-elle visible ? Si oui, quelle est sa couleur ?
2. Calculer sa fréquence.
3. Quelle est la période de la vibration correspondante ?

EXERCICE 15 : AREX 20 P. 98

Dans un milieu transparent, la longueur d'onde de la radiation jaune de sodium vaut $\lambda = 587,5$ nm.

1. Quel est l'indice de réfraction du milieu, sachant que dans le vide $\lambda_0 = 589$ nm ?
2. Quelle serait la longueur d'onde de cette même radiation dans le diamant d'indice $n = 2,42$? Quelle en serait alors la couleur ?

EXERCICE 16 : AREX 21 P. 98

Etude d'une éclipse de Soleil.

1. Donner deux conditions pour qu'une éclipse de Soleil ait lieu. Faire un schéma.
2. Préciser ce que sont : une éclipse totale, une éclipse annulaire, une éclipse partielle.
3. Une éclipse totale peut durer : 1 heure, 4 minutes ou 10 secondes ?
4. Quel est l'intérêt pour des scientifiques d'observer une éclipse, à part le plaisir de voir le Soleil « sortir une fois de plus vainqueur de son combat avec la Lune » ?

EXERCICE 17 :

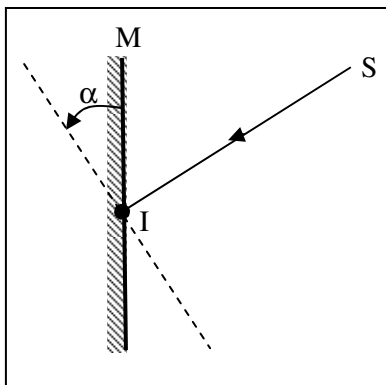
A un moment de la journée, un poteau vertical de hauteur $h = 1$ m, donne sur le sol horizontal une ombre de longueur 40 cm. Au même moment, l'ombre d'un arbre mesure 2 m sur le sol horizontal.

Déterminer la hauteur de l'arbre.

REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE

EXERCICE 1: 11 P. 314

Un rayon lumineux frappe en un point I un miroir plan M avec un angle d'incidence i .



1. Tracer le rayon réfléchi IR.
2. Sans changer le rayon incident, on fait tourner le miroir d'un angle α autour d'un axe horizontal passant par I et colinéaire au plan du miroir.

Déterminer, en fonction de α , la valeur de l'angle β dont a tourné le rayon réfléchi IR.

Application numérique : calculer β pour $\alpha = 10^\circ$. Quel peut être l'intérêt pratique de ce résultat ?

EXERCICE 2: 12 p. 314

Un rayon incident SI tombe en un point I d'un miroir plan avec un angle d'incidence $i = 30^\circ$. On fait tourner le rayon SI dans le plan d'incidence d'un angle $\alpha = 20^\circ$, le point I restant fixe.

De quel angle β et dans quel sens dévie le rayon réfléchi ?

EXERCICE 3: 4 p. 328

Un rayon lumineux tombe de l'air sur du benzène en faisant un angle de 60° avec sa surface libre. Déterminer l'angle que fait le rayon réfracté avec cette surface.

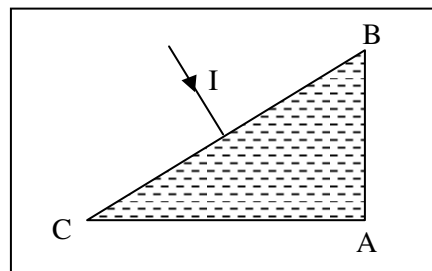
- Indice : $n_{\text{benzène}} = 1,5$.

EXERCICE 4: 5 P.328

Soit un prisme de verre, de section principale ABC ($\hat{A} = 90^\circ$; $\hat{B} = \hat{C} = 45^\circ$) dont l'indice de réfraction est $n = 1,5$.

1. Montrer qu'un rayon lumineux frappant normalement la face BC du prisme, en ressort

parallèlement à lui-même mais en sens contraire.



2. Que se passe-t-il lorsque le rayon lumineux entre dans le prisme par la face AC perpendiculairement à cette dernière ?

EXERCICE 5: 6 p. 328

1. Un rayon lumineux passe de l'air dans l'eau avec un angle d'incidence $i = 60^\circ$; l'angle de réfraction t est de 40° . Déterminer l'indice de l'eau.

2. On immerge une source lumineuse de façon que la lumière se propage d'abord dans l'eau et arrive sur la surface de séparation avec un angle d'incidence $i' = 60^\circ$. Obtiendra-t-on un rayon réfracté dans l'air ? Pourquoi ?

EXERCICE 6: 8 p.329

Un aquarium contient de l'eau sur une hauteur $h = 50$ cm. Son fond repose sur un miroir plan dont la face argentée est dirigée vers l'eau. Un rayon incident frappe la surface de l'eau en un point I avec un angle d'incidence $i = 30^\circ$.

- Indice de l'eau: $n_e = \frac{4}{3}$.

1. Tracer la marche de ce rayon à travers l'aquarium.

(Le rayon ne rencontre jamais les parois verticales du récipient).

2. Le rayon émerge de l'eau en I'. Déterminer l'angle que fait sa direction avec la normale en I'.

3. Calculer la distance II'.

EXERCICE 7: 9 p. 329

Un rayon lumineux tombe, en I, sur la surface plane de séparation d'une vitre en verre d'indice

$n = 1,5$, d'épaisseur $e = 5,0$ cm. L'angle d'incidence i est égal à 45° .

1. Tracer la marche de ce rayon à travers la vitre (on néglige toute réflexion interne).

2. Le rayon émerge du verre en I'. Déterminer l'angle que fait sa direction avec la normale en I'.

3. Déterminer la longueur du déplacement latéral que subit le rayon lumineux : cela revient à calculer la longueur du segment IK, K étant le pied de la perpendiculaire abaissée de I sur le prolongement du rayon émergent.

EXERCICE 8 : 14 p. 330

Quelle déviation subit un rayon lumineux lorsqu'il traverse une surface plane séparant l'air et un verre d'indice $n = 1,52$?

1. Le rayon passe de l'air au verre, l'angle d'incidence valant $i_1 = 50^\circ$.
2. Le rayon passe du verre à l'air, l'angle d'incidence valant $i_2 = 30^\circ$.

EXERCICE 9 : 15 p.330

Un rayon lumineux passe de l'air dans du verre d'indice $n = 1,5$. Le rayon réfracté fait un angle de 5° avec le rayon incident.

Calculer :

1. La valeur de l'angle d'incidence i .
2. La valeur de la déviation subie par le rayon incident lorsque ce dernier pénètre dans le verre sous l'incidence $3i$.

Indication:

$$\sin(a-b) = \sin a \cdot \cos b - \sin b \cdot \cos a$$

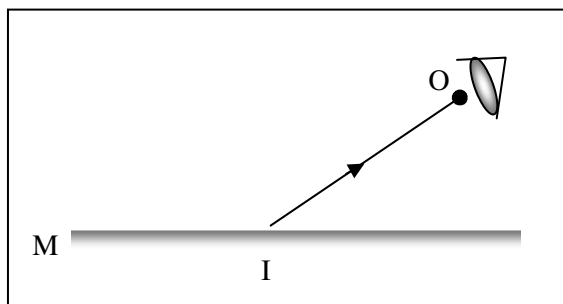
EXERCICE 10 : ARES 9 p. 108

Une personne d'une taille de 1,60 m, dont les yeux se trouvent à 1,50 m du sol, se tient debout devant un miroir plan vertical.

1. Quelle est la hauteur minimale du miroir permettant à cette personne de se voir en entier.
2. Quelle est la hauteur du miroir par rapport au sol ?
3. Le résultat dépend-il de la distance

EXERCICE 11 : ARES 10p. 108

Un œil O reçoit le rayon lumineux IO qui s'est réfléchi sur le miroir plan M.



1. Tracer le rayon incident SI correspondant (expliquer la construction géométrique).

2. Où doit-on placer une source lumineuse ponctuelle S pour être sûr que la lumière émise puisse, après réflexion sur le miroir M, atteindre l'œil ?

EXERCICE 12 : ARES 11p. 108

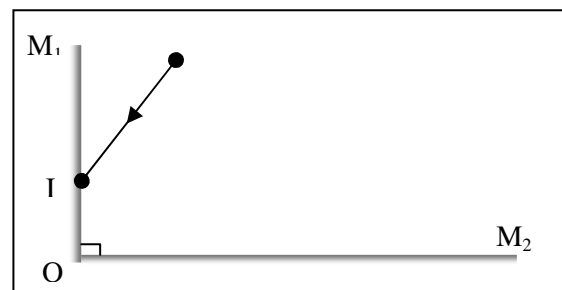
Un rayon lumineux tombe en I sur la surface plane de séparation d'une vitre en verre d'incidence

$n = 1,5$, d'épaisseur $e = 5$ cm. L'angle d'incidence i est égal à 45° .

1. Tracer la marche de ce rayon à travers la vitre (on néglige toute réflexion interne).
2. Le rayon immergé du verre en I'. Déterminer l'angle que fait sa direction avec la normale en I.
3. Déterminer la longueur du déplacement latéral que subit le rayon lumineux (cela revient à calculer la longueur du segment IK, K étant le pied de la perpendiculaire abaissée de I sur le prolongement du rayon émergent).

EXERCICE 13 : ARES 12p. 108

On accole deux miroirs plans M_1 et M_2 de sorte que leurs surfaces réfléchissantes fassent un angle de 90° (voir figure ci-dessous). Un rayon lumineux issu d'une source S frappe M_1 en I.



1. Tracer le rayon réfléchi sur M_1 puis sur M_2 .
2. Montrer que le rayon incident et le second rayon réfléchi sont parallèles et de sens contraire quelle que soit la valeur de l'angle d'incidence de SI sur M_1 .

EXERCICE 14 : ARES 13 p. 108

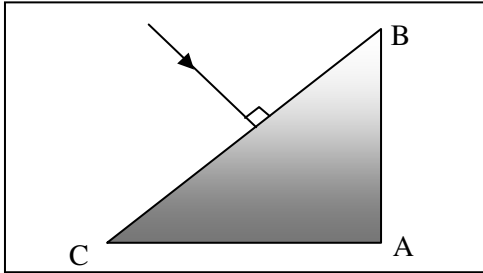
Un rayon lumineux passe de l'air dans l'eau avec un angle d'incidence $i = 60^\circ$, l'angle de réfraction t est de 40° .

1. Déterminer l'indice de l'eau.
2. On immerge une source lumineuse de sorte que la lumière se propage d'abord dans l'eau et arrive sur la surface de séparation eau-air sous un angle d'incidence $i' = 60^\circ$. Obtiendra-t-on un rayon réfracté dans l'air ? Pourquoi ?

EXERCICE 15 : AREX 14p. 108

Soit un prisme de verre de section principale ABC ($\hat{A} = 90^\circ$; $\hat{B} = \hat{C} = 45^\circ$) dont l'indice de réfraction est $n = 1,5$.

1. Montrer qu'un rayon lumineux frappant normalement la face BC du prisme en ressort parallèlement à lui-même, mais en sens contraire (voir figure ci-dessous).



2. Que se passe-t-il lorsque le rayon lumineux entre dans le prisme par la face AC, perpendiculairement à cette dernière ?

EXERCICE 16 : AREX 15p. 109

Un pinceau de lumière blanche frappe, sous une incidence de 80° , la surface plane de séparation entre l'air et un verre. Dans le verre, les indices de réfraction sont :

- $n_R = 1,618$ (radiation rouge)
- $n_J = 1,629$ (radiation jaune)
- $n_V = 1,652$ (radiation violette).

1. Mettre en évidence le phénomène de réfraction à l'aide d'un schéma.
2. Donner les valeurs respectives des angles de réfraction.
3. Calculer l'indice du verre pour la radiation orange sachant que le pinceau réfracté correspondant forme avec la surface de séparation un angle de $40^\circ 33'$.
4. Calculer l'écart angulaire entre le pinceau rouge et le pinceau violet.

EXERCICE 17 : AREX 16 p. 109

Un rayon incident SI frappant une surface plane donne un rayon réfléchi IR et un rayon réfracté IT.

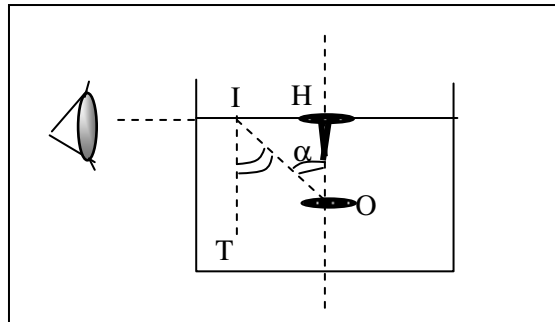
Calculer l'angle d'incidence i de sorte que le rayon réfléchi IR et le rayon réfracté IT soient perpendiculaires. On désignera par n_2 l'indice du second milieu.

Application : $n_1 = 1$ (air) ; $n_2 = 1,52$ (verre).

EXERCICE 18 : AREX 17p. 109

On fait flotter sur un liquide contenu dans un verre une rondelle de liège circulaire de 3,6 cm de rayon = IH. On plante une épingle de

longueur $h = 5$ cm au centre de la rondelle et on l'immerge dans le liquide. Un observateur qui regarde au ras de la surface liquide voit la tête de l'épingle.



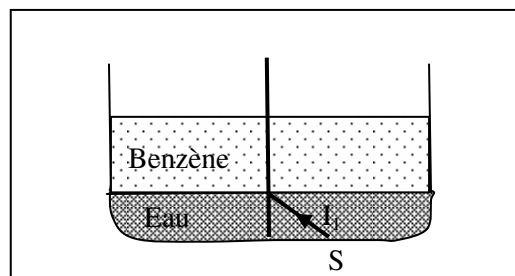
1. Comment expliquer cette observation ?
2. Montrer que l'indice n de réfraction du liquide peut se calculer à l'aide de l'expression $\sin \alpha = \frac{1}{n} = \frac{HI}{OI}$.
3. De quel liquide s'agit-il ?

Liquide	Eau	Alcool	Benzine
Indice de réfraction	1,33	1,36	1,50

EXERCICE 19 : AREX 18p. 109

Une cuve transparente contient une couche d'eau d'indice $n = 1,33$ et une couche de benzène d'indice $n = 1,66$, toutes superposées. Un rayon lumineux, issu d'un point D du fond de la cuve, se propage dans l'eau puis dans le benzène et enfin dans l'air. En fixant à 45° la valeur de l'angle i_1 (angle d'incidence sur la surface de séparation eau-benzène).

1. Calculer les valeurs des angles d'incidence et de réfraction pour les dioptries eau-benzène et benzène-air.
2. On supprime la couche de benzène. Quelles sont alors les valeurs respectives des angles d'incidence et de réfraction à travers le dioptré eau-air ?



LES LENTILLES MINCES

EXERCICE 1: Physique BORDAS 1^{ère} S

Un appareil photographique a pour objectif une lentille convergente de vergence $C = 20 \delta$.

1. A quelle distance du centre optique de l'objectif doit se trouver la pellicule si on veut photographier des objets très éloignés ?
2. De combien et dans quel sens doit-on, en tournant l'objectif, le déplacer par rapport à la pellicule pour photographier un objet situé à une distance de 2,00 m avec une mise au point correcte ?
3. Le déplacement maximal de l'objectif par rapport à la pellicule est de 7,0 mm. Calculer la distance minimale entre l'objet et l'objectif permettant une mise au point correcte.

EXERCICE 2: MICROMEGA : 13 p. 253

Un appareil photographique est constitué d'une lentille convergente de distance focale $f = 4,50$ cm.

1. A quelle distance de la lentille doit être située la pellicule pour que l'image soit nette quand on photographie un objet très éloigné ?
2. On photographie un immeuble de hauteur $h = 100$ m situé à 1 km. Quelle sera la hauteur h' de l'image sur la pellicule ?
3. Dans quel sens et de quelle distance faudrait-il faire varier la position de la pellicule par rapport à la lentille si l'on souhaite photographier un objet situé à 2,00 m de la lentille ?

EXERCICE 3: 1^{ère} S MICROMEGA : 14 p.

Soit une lentille de distance focale 20 cm et un objet éclairé AB de grandeur 1 cm placé à 30 cm devant la lentille, perpendiculairement à l'axe optique.

1. Construire l'image A'B' après avoir représenté l'objet par un segment vertical dont le point A appartient à l'axe optique. Préciser l'échelle utilisée.
2. Retrouver par le calcul la position et la grandeur de l'image.
3. Tracer la marche du faisceau qui, issu d'un point C quelconque du segment [AB] et s'appuyant sur les contours de la lentille, arrive en C' image de C.

EXERCICE 4: CONTROLE CONTINU 1.

Une lentille convergente a une distance focale de 4,0 cm. Quelle est sa vergence ?

2. Une lentille convergente a une vergence $C = 5,0 \delta$. Quelle est sa distance focale ?
3. Quand on accole deux lentilles, l'ensemble est équivalent à une lentille unique de vergence égale à la somme des vergences. On dispose de deux lentilles de distances focales $f_1 = 50$ cm et $f_2 = 12,5$ cm. Quelle est la distance focale de la lentille équivalente ?

EXERCICE 5: CONTROLE CONTINU

On dispose d'une lentille convergente de 4 cm de diamètre et de 4,0 cm de distance focale. On place devant cette lentille, à 3,0 cm du centre optique, un objet AB de 1,0 cm de hauteur. Le point A est sur l'axe principal.

1. Construire l'image A'B' et mesurer la hauteur.
2. Peut-on recevoir cette image sur un écran ?
3. Retrouver la position et la taille de l'image par le calcul.
4. Griser le faisceau issu de B et traversant la lentille.

EXERCICE 6: CONTROLE CONTINU

L'objectif d'un appareil photo "24 × 36" peut être modélisé par une lentille convergente de 50 mm de distance focale et 3 cm de diamètre.

1. A quelle distance de l'objectif doit se trouver la pellicule pour que l'image d'un paysage lointain soit nette ?
2. Pourquoi faut-il effectuer une mise au point pour photographier un objet proche ?
3. Pour effectuer cette mise au point, on déplace l'objectif par rapport à la pellicule dont la position est fixe au fond du boîtier. Dans quel sens se déplace l'objectif quand on fait la mise au point d'un objet lointain vers un objet proche ?
4. On désire photographier une affiche placée à 5,0 m de l'appareil. On admet que dans ces conditions, l'image se forme dans le plan focal de l'objectif.
 - 4.1. Calculer le grandissement de l'objectif.
 - 4.2. En déduire les dimensions maximales de l'affiche pour que l'image tienne sur la pellicule (dans le format "24 × 36", l'image sur la pellicule mesure 24 mm de hauteur sur 36 mm de largeur).

EXERCICE 7: CONTROLE CONTINU

L'objectif d'un projecteur de diapositives peut être modélisé par une lentille convergente de 100 mm de distance focale. On veut projeter les diapositives sur un écran placé à 2,0 m de l'objectif.

1. A quelle distance de l'objectif doit se trouver la diapositive pour que l'image soit nette ?
2. Comment faut-il placer la diapo pour que l'image soit à l'endroit sur l'écran ?
3. Calculer le grandissement de l'appareil.
4. En déduire les dimensions de l'image sur l'écran.

Dimensions de la diapositive : largeur : 36 mm ; hauteur : 24 mm.

EXERCICE 8: CONTROLE CONTINU

Une lentille convergente de 2,5 cm de distance focale est utilisée pour former l'image d'un objet AB de 1,0 cm de hauteur. L'objet est placé 5,0 cm devant la lentille, le point A étant sur l'axe optique.

1. Construire l'image sur un schéma.
2. Calculer le grandissement de la lentille. Conclusion.
3. Comment évoluent la taille et la position de l'image quand l'objet se déplace :
 - 3.1. De l'infini jusqu'à la position précédente ?
 - 3.2. De la position précédente jusqu'au foyer objet ?

EXERCICE 9: CONTROLE CONTINU

L'œil est un système complexe qui peut être modélisé par une lentille jouant le rôle de cristallin et un écran simulant la rétine. La distance séparant le cristallin de la rétine est fixe et mesure 16 mm.

Lorsque l'œil est au repos, il voit nettement les objets placés à l'infini.

1. Quelle est la distance focale du cristallin dans ces conditions ?
2. Pour observer des objets proches, l'œil doit accommoder. Montrer que cela signifie que la distance focale du cristallin diminue.
3. Une personne jeune peut voir nettement des objets à 8,0 cm de son œil. Quelle est la distance focale minimale de l'œil ?

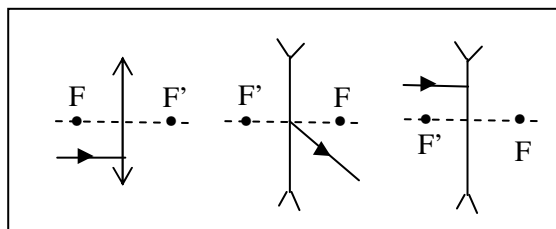
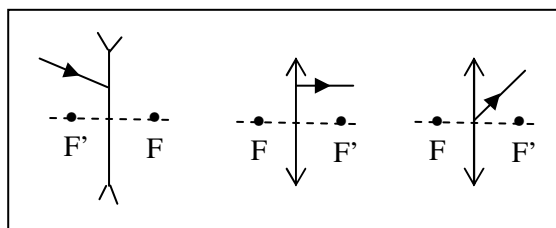
EXERCICE 10 : AREX 10p. 118

A 8 cm d'une lentille convergente de distance focale $f = 5$ cm, on place un objet AB de 2 cm de long, perpendiculairement à l'axe.

1. Calculer la vergence de la lentille.
2. Sur une figure, construire l'image A'B' de AB en utilisant un rayon passant par chaque foyer.
3. Déterminer la grandeur de l'image.
4. Vérifier les résultats de la construction par le calcul.

EXERCICE 11 : AREX 11p. 119

Compléter le tracé des rayons dans les figures suivantes :

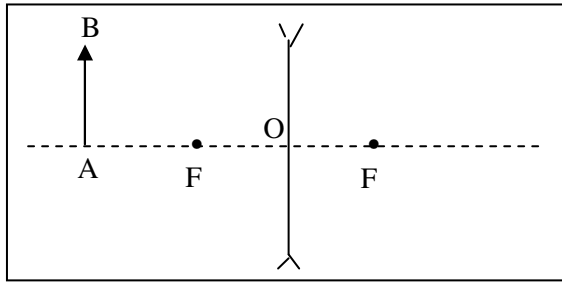
**EXERCICE 12 : AREX 12p. 119**

La distance focale d'une lentille convergente L est de 6 cm, un petit objet plan AB est représenté par une flèche lumineuse AB de 4 cm de haut, posé sur l'axe principal, à 9 cm du centre optique O de la lentille.

1. Schématiser le dispositif expérimental.
2. Quelle est la vergence C de la lentille ?
3. Effectuer la construction graphique à l'échelle 1/2 de l'image A'B' de l'objet AB à travers la lentille.
4. A quelle distance doit-on placer un écran B pour recueillir l'image ? Quel est le grandissement de la lentille ?

EXERCICE 5 : AREX 13 p. 119

Une lentille divergente a une vergence $C = 14,28\delta$. Un petit objet AB est constitué par une flèche lumineuse AB de 5 cm de haut, placée sur l'axe principal, à 15 cm du centre optique O de la lentille (voir schéma).



1. Schématiser cette lentille en utilisant une échelle 1/2.
2. Quelle est sa distance focale ?
3. Tracer le trajet de deux rayons lumineux issus de la pointe B de la flèche.
4. Où doit-on placer l'œil pour observer l'image A'B' de la flèche ?

EXERCICE 13 : AREX 14 p. 119

On dispose de quatre lentilles L_1 , L_2 , L_3 et L_x ayant respectivement pour distances focales $f_1 = 10$ cm, $f_2 = 40$ cm, $f_3 = 20$ cm et $f_x = x$ cm. La lentille L_x a pour vergence $C_x = -4\delta$.

1. Calculer la distance focale f_x .
 2. Calculer les vergences des lentilles L_1 , L_2 , L_3 .
- On accole la lentille L_1 à la lentille L_x .
3. Calculer la vergence C et la distance focale f de la lentille équivalente L ainsi obtenue.
 4. Déterminer par construction graphique, à l'échelle 1/4, la taille et la nature de l'image A'B' d'un objet AB de 4 cm de haut, placé à 30 cm de la lentille L'' (en avant de la lentille).

EXERCICE 14 : AREX 15 p. 119

Un système optique est constitué de deux lentilles convergentes L_1 et L_2 de même axe optique. Leurs distances focales sont respectivement de 2 cm et de 5 cm. La distance O_1O_2 entre les centres optiques est égale à 9 cm.

Un objet lumineux AB de 1 cm de haut est placé 3 cm devant L_1 , perpendiculairement à l'axe, le point A étant situé sur cet axe.

1. Faire un schéma du dispositif en construisant l'image A_1B_1 donnée par la lentille L_1 .
2. Déterminer graphiquement $\overline{OA_1}$ $\overline{A_1B_1}$ puis retrouver ces résultats par le calcul. L'image A_1B_1 est un objet réel par la lentille L_2 .
3. Construire son image A_2B_2 donnée par cette lentille.

4. L'image obtenue est-elle réelle ou virtuelle ? droite ou inversée ? plus petite ou plus grande ?
5. A l'aide de la formule de conjugaison, calculer $\overline{O_2A_2}$ et $\overline{A_2B_2}$.

EXERCICE 15 : AREX 16 p. 119

Un œil, assimilé à une lentille convergente, ne peut voir nettement les objets situés à plus de 75 cm ; le cristallin est trop convergent, l'image se forme en avant de la rétine.

Quelle est la vergence de la lentille à utiliser pour observer nettement un objet situé à 1,2 m (on considère que la lentille est accolée au cristallin).

EXERCICE 16 : AREX 17 p. 119

L'accommodation est le mécanisme par lequel l'œil effectue automatiquement la mise au point du système optique de sorte que l'image de l'objet observé se forme sur la rétine. Quand les muscles du cristallin vieillissent, ils perdent leur souplesse et l'œil voit de moins en moins bien. C'est la presbytie ; elle survient en général au-delà de quarante ans.

Quelles sont les vergences des lentilles à doubles foyers utilisées pour corriger un œil qui n'accomode plus du tout, qui ne voit que les objets situés à 1 m ?

1. pour observer les objets éloignés,
2. pour lire le journal à 30 cm.

Chimie



GENERALITES

Données : Masses molaires atomiques en g. mol^{-1} :
H : 1 ; C : 12 ; O : 16 ; N : 14 ; Mg : 24,3.

EXERCICE 1:

Le glucose a pour formule brute $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

1. Calculer sa masse molaire moléculaire.
2. Calculer son pourcentage, en masse de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.

EXERCICE 2:

Déterminer la composition centésimale massique du saccharose de formule $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ et de la quinine de formule $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}_2\text{N}_2$.

EXERCICE 3:

La densité d'un composé organique gazeux contenant 82,8 % de carbone vaut 2. Quelle est sa formule brute s'il est formé uniquement de carbone et d'hydrogène ?

EXERCICE 4:

Un liquide a pour composition centésimale massique : C : 37,3 % ; O : 50 % ; H : 12,5 %. Sa vapeur a une densité par rapport à l'air de 1,1. Déterminer sa formule brute.

EXERCICE 5:

Un liquide a pour composition centésimale massique : C : 53,3 % ; N : 31,1 %. Sa masse molaire moléculaire est 45 g. mol^{-1} . Déterminer sa formule brute.

EXERCICE 6:

La combustion de 0,512 g de naphthaline fournit 1,76 g de dioxyde de carbone et 0,286 g d'eau.

1. Montrer que la naphthaline ne contient pas l'élément oxygène et calculer le pourcentage massique des autres éléments.
2. Déterminer la formule brute de la naphthaline sachant que sa masse molaire est 126 g. mol^{-1} .

EXERCICE 7:

1,56 g d'un hydrocarbure A brûle dans un excès de dioxygène en donnant 5,28 g de dioxyde de carbone et 1,08 g d'eau.

1. Calculer la composition centésimale massique de A.
2. La densité de A par rapport à l'air est 0,9. Déterminer la formule brute de A.

EXERCICE 8:

Le sucre alimentaire est le saccharose de formule $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. La pyrolyse d'un morceau de sucre de 5,5 g ne donne que du carbone et de l'eau.

1. Ecrire l'équation-bilan de cette pyrolyse.
2. Déterminer la masse molaire du saccharose.
3. En déduire la quantité puis la masse du carbone obtenu lors de cette pyrolyse.

EXERCICE 9:

La formule de la chlorophylle est $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{N}_4\text{O}_5\text{Mg}$.

- 1) Calculer sa masse molaire et sa composition centésimale.
- 2) 500 g de feuilles contiennent en moyenne 1 g de chlorophylle. Quelle masse de magnésium absorbe-t-on quand on mange 200 g de salade ?

EXERCICE 10:

Un composé organique a la composition centésimale suivante : C : 64,2 % ; H : 13,6 % ; O : 22,2 %.

Sa masse molaire est 74 g. mol^{-1} .

1. Déterminer les masses de carbone, d'hydrogène et d'oxygène dans une mole de composé.
2. En déduire la formule brute de ce dernier.

EXERCICE 11:

Une substance, renfermant 44,4 % de carbone, possède, entre autres, les éléments hydrogène et azote. On traite 0,25 g de la substance de façon à en libérer l'azote sous forme de diazote qui occupe 104 mL mesurés dans les conditions normales.

1. Déterminer la masse molaire de la substance sachant qu'elle ne renferme qu'un seul atome d'azote.
2. En déduire la formule brute de la substance.

EXERCICE 12 :

L'essence de térébenthine a pour principal constituant le pinène de formule $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$.

1. Ecrire l'équation bilan de sa combustion complète dans le dioxygène en excès.
2. Calculer le volume de dioxygène nécessaire à la combustion complète de 1 g d'essence de térébenthine ($V_m = 24 \text{ L. mol}^{-1}$).
3. Quel est le volume d'air correspondant ?

EXERCICE 13 :

L'acide acétylsalicylique est l'aspirine. On soumet 9 g de ce produit à l'analyse élémentaire quantitative et on recueille 19,8 g de dioxyde de carbone et 3,6 g d'eau. Sa masse molaire vaut $180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et il ne contient que les éléments C, H et O.

Déterminer sa formule brute.

EXERCICE 14 : p. 9

La nitroglycérine est un composé organique ne contenant que du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. L'analyse quantitative montre que cette substance comporte en masse : 15,9 % de carbone ; 2,20 % d'hydrogène ; 18,5 % d'azote.

1. Déterminer la formule de la nitroglycérine, sachant que sa masse molaire moléculaire vaut $227 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

2. Ce composé, liquide à température ordinaire, se décompose au moindre choc. La réaction très exothermique produit du dioxyde de carbone, de l'eau, du diazote et du dioxygène.

a) Ecrire l'équation bilan de la décomposition.

b) Calculer le volume gazeux total libéré par la décomposition de 10 g de nitroglycérine, sachant qu'il est mesuré à 20°C , sous la pression normale.

(Volume molaire gazeux dans ces conditions : $V = 24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$)

EXERCICE 15 : 2 p. 10

Quel est le volume d'air, mesuré dans les conditions normales, nécessaire à la combustion de 5 cm^3 d'éthanol de formule $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$?

Masse molaire de l'éthanol : $\mu = 0,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

L'air contient 20 % de dioxygène en volume.

EXERCICE 16 : 9 p. 10

La combustion complète de 10 cm^3 d'un composé gazeux A ne contenant que du carbone et de l'hydrogène, nécessite 65 cm^3 de dioxygène et produit 40 cm^3 de dioxyde de carbone et de l'eau.

Quelle est sa formule brute.

EXERCICE 17 : 10 p. 10

Dans un eudiomètre, on réalise la combustion complète d'un composé organique A gazeux ne contenant que du carbone et de l'hydrogène. On met 10 cm^3 de composé A, et 30 cm^3 de dioxygène. Après l'étincelle, il ne reste que 20

cm^3 d'un gaz qui trouble l'eau de chaux et un peu d'eau.

Quelle est la formule brute du composé A ?

EXERCICE 18: 14 p. 11

La combustion complète d'une masse $m = 1,50 \text{ g}$ d'une substance organique contenant carbone, hydrogène et oxygène donne 2,18 g de dioxyde de carbone et 0,92 g d'eau.

Calculer la composition centésimale de cette substance.

EXERCICE 19 : 15 p. 11

Un composé organique est soumis à l'analyse élémentaire quantitative : pour 1,00 g de matière analysée, on obtient 1,98 g de dioxyde de carbone et 0,81 g de vapeur d'eau.

Quelle est la composition centésimale en masse du composé étudié ?

EXERCICE 20 : 18 p. 11

L'analyse de la quinine montre que 154 g de ce composé contiennent :

114 g de carbone ; 10,0 g d'hydrogène ; 16,0 g d'oxygène ; 14,0 g d'azote.

Sa masse molaire est $308 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Quelle est sa formule brute ?

EXERCICE 21 : 21 p. 11

La combustion complète de 1,50 g d'un composé organique dans le dioxygène donne 3,53 g de dioxyde de carbone et 1,84 g d'eau.

D'autre part, cette substance vaporisée a une densité voisine de 2,55.

Déterminer la composition centésimale en masse de ce composé et trouver sa formule brute.

EXERCICE 22 : 20 p. 11

L'acide salicylique, qui sert à préparer l'aspirine, a pour composition centésimale massique :

60,9 % de carbone ; 4,3 % d'hydrogène ; 34,8 % d'oxygène.

Sachant que la molécule comporte trois atomes d'oxygène, trouver la formule brute de l'acide salicylique.

ALCANES

EXERCICE 1 : 5 p. 80

Ecrire les formules semi-développées des composés suivants :

1. dibromométhane,
2. 1,2-dibromoéthane,
3. 1,2-dichloro-3éthylhexane,
4. 1,1,2,2-tétrafluoroéthane.

EXERCICE 2 : 6p. 80

Donner la formule brute des alcanes de masse molaire 100 g. mol^{-1} .

EXERCICE 3 : 7p. 80

La combustion complète d'un alcane gazeux utilise un volume de dioxygène double de celui de l'alcane. Quel est cet alcane ? Ecrire l'équation bilan de la combustion.

EXERCICE 4 : 8p. 80

On fait brûler 7,2 g de pentane dans un excès de dioxygène. Ecrire l'équation bilan de la réaction. Calculer le volume de dioxyde de carbone obtenu.

EXERCICE 4:

Un alcane a pour masse molaire 72 g. mol^{-1} .

1. Quelle est sa formule brute ?
2. Quelle est sa formule développée sachant que cet alcane a une molécule symétrique, avec une chaîne carbonée ramifiée ?
3. Quels sont les isomères de cette molécule ?

EXERCICE 5:

Le pourcentage de carbone dans un alcane est 84 %.

1. Quelle est sa formule brute ?
2. Possède-t-il des isomères ? Si oui, lesquels ?

EXERCICE 6:

Une bouteille de butagaz contient 13 kg de butane.

1. Ecrire l'équation bilan de la combustion complète du butane.
2. Quel est le volume de dioxygène nécessaire pour brûler tout le gaz ?
3. En déduire le volume d'air nécessaire, sachant que l'air contient, en volumes, 20 % de dioxygène.

EXERCICE 7:

On mélange 20 mL de propane avec 120 mL de dioxygène. La combustion complète du propane fournit 60 mL de dioxyde de carbone.

1. Ecrire l'équation bilan de la combustion complète du propane.
2. Le dioxygène se trouve-t-il en excès ? Si oui, quel est le volume restant ?
3. Quelle est la masse d'eau formée ?

EXERCICE 8:

La combustion complète de 18 g d'un alcane donne 27 g d'eau.

1. Ecrire l'équation bilan générale de la combustion d'un alcane.
2. Déterminer la formule brute de l'alcane étudié.
3. Quels sont les isomères de cet alcane ?

EXERCICE 9:

Un mélange de 30 mL d'éthane et de propane fournit, après combustion complète, 80 mL de dioxyde de carbone.

1. Ecrire les équations- bilan correspondant à la combustion de chaque alcane.
2. Quelle est la composition du mélange gazeux ?
3. Quel est le volume de dioxygène nécessaire à cette combustion ?

EXERCICE 10:

Le butane brûle dans le dichlore en donnant du carbone et du chlorure d'hydrogène.

1. Quel volume de butane faut-il utiliser pour obtenir 4,8 g de carbone ?
2. Quel volume de dichlore est-il nécessaire ?

EXERCICE 11:

La combustion complète d'un alcane gazeux utilise un volume de dioxygène double de celui de l'alcane. Quel est cet alcane ?

EXERCICE 12:

On fait brûler 7,2 g de pentane dans un excès de dioxygène.

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction.
2. Calculer le volume de dioxyde de carbone obtenu.

EXERCICE 13:

Donner la formule des alcanes de masse molaire 100 g. mol^{-1} .

EXERCICE 14:

Certains briquets en plastique sont remplis d'un mélange d'alcane isomères. Le pourcentage massique en carbone de ces alcanes est 82,75 %.

1. Donner l'expression générale de la masse molaire d'un alcane à n atomes de carbone en fonction de n .
2. Exprimer, en fonction de n , le pourcentage massique en carbone d'un alcane. En déduire la formule brute des alcanes considérés.
3. Donner leurs noms et leurs formules semi-développées.

EXERCICE 15:

20 mL d'un alcane sont mélangés à du dioxygène en excès, soit 160 mL. Après combustion complète, il reste 110 mL de gaz dont 80 mL sont absorbables par l'hydroxyde de potassium.

1. Ecrire l'équation bilan générale de la combustion d'un alcane.
2. Quel volume de dioxygène a-t-il été utilisé ?
3. Quelle est la formule brute de l'alcane ?

EXERCICE 16 : 6 p. 24

Un alcane est composé, en masse, de 83,3 % de carbone et de 16,7 % d'hydrogène.

1. Donner sa formule brute.
2. Sachant que l'action du dichlore sur cet hydrocarbure donne quatre dérivés monochlorés différents, déterminer sa formule semi-développée. Donner son nom.

EXERCICE 17 : 9 p. 24

A partir des formules brutes ou des indications fournies, déterminer si les composés organiques suivants, désignés par leurs noms commerciaux, sont, ou non, des alcanes ou des dérivés halogénés des alcanes :

essence de térébenthine : $C_{10}H_{16}$; naphtalène : hydrocarbure en C_{10} de masse molaire 128 g. mol^{-1} ;

iso-octane : hydrocarbure, de masse molaire 114 g. mol^{-1} ; lindane ou H.C.H (insecticide) : $C_6H_6Cl_6$;

D.D.T (insecticide) : $C_{14}H_9Cl_5$; iodoforme : CHI_3 ; trichloroéthylène : C_2HCl_3 .

EXERCICE 18 : 10 p. 25

Deux hydrocarbures saturés A et B ont même masse molaire $M = 72 \text{ g. mol}^{-1}$. Traité par le dichlore, A ne donne qu'un seul dérivé monochloré alors que B en donne trois.

Quelles sont les formules développées de A et de B ? Nommer ces composés.

EXERCICE 19 : 12 p. 25

Un alcane monosubstitué par du brome est composé en masse de 53 % de brome et de 40 % de carbone. De plus, il n'existe qu'un seul dérivé monobromé.

1. Déterminer la formule brute de cet alcane et les formules semi-développées de ses différents isomères.
2. Ecrire la formule développée de l'alcane étudié et le nommer.

EXERCICE 20 : 14 p.25

Les fréons sont désignés par trois nombres entiers (n_1, n_2, n_3) tels que :

$n_1 + 1$ est le nombre d'atomes C

$n_2 - 1$ est le nombre d'atomes H

n_3 est le nombre d'atomes F.

Exemple : F041 représente CH_3F .

1. Nommer avec cette convention les composés CH_2ClF ; $CHCl_2F$; CCl_3F ; C_2HClF_4 et $C_3H_4Cl_2F_2$

2. Donne les formules brutes des fréons désignés par F011 ; F013 ; F114.

EXERCICE 21 : 16 p.25

La combustion complète de 10 cm^3 d'un mélange de méthane et de butane fournit 20 cm^3 de dioxyde de carbone. Les volumes sont mesurés dans les mêmes conditions de température et de pression.

1. Ecrire les équations chimiques des deux combustions et déterminer les pourcentages en moles de chacun des constituants du mélange.
2. Calculer le volume de chacun des alcanes du mélange ainsi que le volume d'air nécessaire à la combustion.

ALCENES ET ALCYNES

EXERCICE 1:

Un hydrocarbure non cyclique a une masse molaire de 70 g. mol^{-1} .

1. A quelle famille appartient-il ?
2. Déterminer sa formule brute.
3. Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de tous les isomères possibles.

EXERCICE 2:

Un alcène a pour masse molaire 56 g. mol^{-1} .

1. Quelle est sa formule brute ?
2. Ecrire la formule des différents isomères et les nommer.
3. L'isomère Z/E intervient-elle ? pourquoi ?

EXERCICE 3:

Un alcyne admet comme proportion en masse 12 fois plus de carbone que d'hydrogène. On réalise l'hydrogénation complète de 20 mL de cet alcyne.

1. Déterminer la formule brute de l'alcyne.
2. Calculer la masse du composé obtenu après hydrogénation.

EXERCICE 4:

On effectue la combustion complète de 56 g d'acétylène.

1. Calculer le volume, mesuré dans les C.N.T.P, de dioxygène nécessaire
2. Calculer la masse d'eau formée.

EXERCICE 5:

1. Un alcène A donne, après addition de dichlore, un dérivé chloré B de masse molaire 99 g. mol^{-1} . Déterminer les formules brutes de A et B.

2. Une masse de 5,6 g de A réagissent avec l'eau en présence d'acide sulfurique.
 - 2.1. Quel est le produit de la réaction ?
 - 2.2. Quelle est la masse d'alcool obtenu ?

EXERCICE 6:

On fait réagir du dibrome avec 4,2 g d'un alcène. On obtient 20,2 g d'un dérivé bromé.

1. Ecrire l'équation bilan générale de la bromation d'un alcène.
2. Déterminer la formule brute de l'alcène.
3. Quel volume de dihydrogène serait-il nécessaire pour réaliser l'hydrogénation de 12,6 g de cet alcène dans les C.N.T.P ?

EXERCICE 7:

Un hydrocarbure A réagit très rapidement mole à mole avec du dibrome. Le produit B obtenu contient 74 % en masse de brome.

1. Quelle est la masse molaire de B ?
2. En déduire la masse molaire et la formule brute de A.
3. Représenter toutes les formules possibles pour A.
4. L'hydratation de A conduit préférentiellement à l'alcool C, alors que l'hydratation des isomères de A conduit préférentiellement au même alcool D, isomère de C.

En déduire les formules de A, B, C et D.

EXERCICE 8:

Le polyisobutylène, obtenu par polyaddition du méthylpropène a pour masse molaire moyenne 10^5 g. mol^{-1} .

1. Ecrire les formules du monomère et du polymère.
2. Calculer le degré de polymérisation du polymère.

EXERCICE 9:

Un polymère contient 56,8 % de chlore, 38,4 % de carbone et le reste d'hydrogène. Sa masse molaire moyenne est de $75\,000 \text{ g. mol}^{-1}$ et son degré de polymérisation est de 1 200.

1. Quelle est la masse molaire du monomère ?
 2. Quelle est la formule développée du monomère ?
 3. Ecrire la formule du polymère.
- Cl : $35,5 \text{ g. mol}^{-1}$.

EXERCICE 10:

Un hydrocarbure non cyclique a une masse molaire de 70 g. mol^{-1} .

1. A quelle famille appartient-il ?
2. Déterminer sa formule brute.
3. Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de tous les isomères possibles. Lesquels présentent la stéréoisomérisation Z/E ?
4. Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de tous les isomères obtenus par hydrogénation des précédents.

EXERCICE 11:

Ecrire la formule développée des alcynes isomères du cyclopentène. Donner leurs noms.

EXERCICE 12:

Ecrire la formule de tous les hydrocarbures de formule C_5H_{10} . Donner leurs noms. Les classer en deux familles.

EXERCICE 13 : 5p.93

Au cours d'une réaction de combustion complète de l'éthylène, on a obtenu 1,6 g d'eau.

1. Comment peut-on identifier le gaz formé ? Quel est son volume dans les conditions normales de température et de pression ?
2. Quel a été, dans ces conditions, le volume de dioxygène nécessaire ?

EXERCICE 14 : 6p.93

Calculer le volume, mesuré dans les conditions normales de température et de pression, de dioxygène nécessaire à la combustion complète de 65 g d'acétylène. Quelle est alors la masse d'eau formée ?

EXERCICE 15 : 7p.93

On fait réagir 0,2 mol de dichlore avec 0,2 mol d'éthylène. On constate la formation de gouttelettes huileuses.

1. Donner le nom et la formule semi-développée du produit formé. Calculer sa masse.
2. Quel volume occupe chacun des réactifs dans les conditions où le volume molaire vaut 25 L ?

EXERCICE 16 : 8p.93

On réalise l'hydrolyse de $0,1 \text{ m}^3$ d'acétylène en présence de nickel comme catalyseur. La quantité de dihydrogène étant insuffisante, on obtient un mélange d'éthylène et d'éthane.

1. Ecrire les équations-bilan des réactions qui ont eu lieu.
2. Sachant que l'éthylène occupe un volume de $0,05 \text{ m}^3$, quel est le volume de l'éthane ?
3. Quel volume de dihydrogène a-t-on utilisé ?
4. Quel volume de dihydrogène aurait été nécessaire pour transformer tout l'acétylène en éthane ?

N.B. : Les volumes gazeux sont tous pris dans les mêmes conditions de température et de pression.

EXERCICE 17 : 9p.93

On veut additionner du dichlore sur l'éthylène.

1. Rappeler les conditions expérimentales.
2. Quel volume de dichlore peut-on fixer sur $11,2 \text{ L}$ d'éthylène ?

Les volumes gazeux sont pris dans les mêmes conditions de température et de pression.

EXERCICE 18 : 10p.93

On réalise l'addition du dibrome sur l'éthylène. Après l'expérience, on constate que la masse de l'éprouvette contenant la solution de dibrome a augmenté de 5,6 g. Calculer le volume (conditions normales de température et de pression) d'éthylène utilisé et la masse du corps formé.

EXERCICE 19 : 11p.93

On chauffe, en présence de nickel, 120 cm^3 d'un mélange constitué de dihydrogène, d'un alcane A_1 et d'un alcène A_2 . A_1 et A_2 ont le même nombre d'atomes de carbone. En fin de réaction, il reste 80 cm^3 d'un mélange gazeux composé de 20 cm^3 de dihydrogène et d'un seul autre produit.

1. Quel est ce produit ?
2. Quelle est la composition du mélange initial ?
3. On réalise la combustion du mélange obtenu. On obtient 120 cm^3 de dioxyde de carbone. En déduire les formules de A_1 et de A_2 . Tous les volumes sont mesurés dans les mêmes conditions de température et de pression.

EXERCICE 20 : 12p.93

Quel volume de dichlore est nécessaire pour transformer 1 m^3 d'acétylène en 1,1,2,2-tétrachloréthane ?

EXERCICE 21 : 13p.93

Le 1,1-dichloroéthylène peut être polymérisé.

1. Donner le motif du polymère.
2. Déterminer le degré de polymérisation, sachant que la masse molaire du polymère vaut $85 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$.

EXERCICE 22 : 14p.93

On désire préparer de l'acétylène à partir du carbure de calcium.

1. Rappeler les conditions expérimentales et écrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu.
2. Partant de 35 g de carbure de calcium, on obtient 9,5 g d'acétylène. Montrer que le carbure de calcium employé contenait des impuretés.
3. Déterminer le degré de pureté de ce carbure.

COMPOSES AROMATIQUES

EXERCICE 1:

A la formule C_9H_{12} , correspondent 8 composés aromatiques isomères ; les représenter et les nommer.

EXERCICE 2:

Un composé de formule C_8H_{10} possède un noyau benzénique.

1. Ecrire les formules semi- développées des isomères correspondant à cette formule et les nommer.
2. Quelle est la structure du benzène ?

EXERCICE 3:

On peut obtenir le même composé par action du dichlore sur le cyclohexane et sur le benzène en présence d'une lumière vive.

1. Donner la formule de ce composé.
2. Ecrire les équations- bilans des réactions.
3. Quelle différence existe-t-il entre ces deux réactions ?

EXERCICE 4:

En présence de chlorure d'aluminium, le dichlore réagit sur le benzène pour donner le chlorobenzène.

Quel volume de chlorure d'hydrogène obtient-on par action du dichlore sur 11,7 g de benzène ?

EXERCICE 5:

Le trinitrotoluène (T.N.T), explosif puissant, est préparé à partir de de l'acide nitrique.

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction.
2. Quelle masse de T.N.T peut-on obtenir à partir de 23 kg de toluène ?

EXERCICE 6:

Les boules antimites sont constituées de paradichlorobenzène (1,4-dichlorobenzène).

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui conduit à ce produit.
2. Quelle masse de benzène est nécessaire à la fabrication d'un sachet de 100 g de boules, sachant que la réaction a un rendement de 60 % ?

EXERCICE 7:

Un flacon de volume 0,5 L contient du dichlore. On introduit quelques gouttes de benzène et on expose le flacon à la lumière.

1. Quel volume minimum de benzène faut-il introduire pour qu'il ne reste plus de chlore ?
2. Calculer la masse du produit obtenu.

Donnée : la densité du benzène par rapport à l'eau est 0,9.

EXERCICE 8:

La combustion complète de 10 g d'un hydrocarbure de masse molaire 106 g. mol^{-1} donne 33,2 g de dioxyde de carbone.

1. Déterminer la formule brute de cet hydrocarbure.
2. Donner les formules semi- développées et les noms de tous les isomères de ce composé.

EXERCICE 9:

On verse 5 cm^3 de benzène dans un flacon en verre contenant du dichlore. L'ensemble est ensuite exposé à la lumière.

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu. Préciser la nature de cette réaction.
2. Donner la formule semi- développée et le nom du produit.
3. Quelle masse de produit obtient-on ?
4. Quel est le volume de dichlore nécessaire ?

Donnée : Masse volumique du benzène :

$$\rho = 0,88 \text{ g.cm}^{-3}.$$

EXERCICE 10:

On veut préparer, au laboratoire, le 1, 2, 3, 4, 5, 6-hexachlorocyclohexane et l'hexachlorobenzène.

1. Comment faut-il procéder ?
2. Quelle différence y a-t-il entre ces deux composés ?

EXERCICE 11:

Un composé de formule brute C_8H_{10} possède un noyau benzénique. Ecrire les formules développées des isomères correspondant à cette formule et les nommer.

EXERCICE 12:

On veut réaliser un mélange de benzène et de dibrome dans les proportions soechiométriques de la réaction de monobromation.

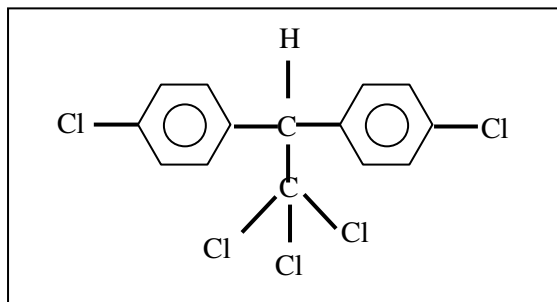
Dans quel rapport de volume faut-il prendre les deux réactifs ?

Données : Masses volumiques : benzène :

$$\rho = 880 \text{ k.g.m}^{-3}; \text{ dibrome : } \rho' = 3 \text{ 250 kg.m}^{-3}.$$

EXERCICE 13 : 11p. 102

Le dichlorodiphényltrichloroéthane (D.D.T), insecticide puissant, a pour formule :



1. Déterminer sa masse molaire ainsi que son pourcentage en masse de chlore.
2. Le D.D.T est interdit dans de nombreux pays car c'est un composé très toxique. Une dose de 0,5 g par kg est mortelle pour l'homme. Quelle masse de D.D.T peut entraîner la mort d'un homme pesant 75 kg ?

EXERCICE 14 : 13p. 102

L'analyse de 12,3 mg d'un composé organique contenant les éléments carbone, hydrogène et chlore, de masse molaire $112,5 \text{ g. mol}^{-1}$, donne 28,9 mg de dioxyde de carbone et 4,9 mg d'eau. Par une méthode appropriée, on transforme le chlore qu'il contient en chlorure d'argent. 8,7 mg du composé donnent 11,1 mg de chlorure d'argent.

1. Déterminer la formule brute et la formule développée du composé étudié.
2. Quelle masse de dichlore faut-il pour préparer 8,7 mg de ce composé à partir du benzène ?

EXERCICE 15 : 14p. 102

Le naphthalène réagit avec l'acide nitrique concentré, en présence d'acide sulfurique concentré en donnant un dérivé monosubstitué.

1. Donner la formule brute du produit obtenu.
2. Quelle masse de ce composé nitré peut-on obtenir si on fait réagir de l'acide nitrique en excès sur 15 g de naphthalène, en admettant un rendement de 90% dans les conditions de l'expérience ?

COMPOSES OXYGENES

EXERCICE 1:

1. Donner les isomères des alcools de formules brutes $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ et $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ (formule semi-développée et nom).
2. Donner la formule semi-développée et le nom des esters contenant 3 atomes de carbone.

EXERCICE 2:

1. Un alcool saturé a pour masse molaire 32 g. mol^{-1} . Donner la formule brute et la composition centésimale de corps.
2. La vapeur d'un acide carboxylique a pour densité $d = 2,55$. Donner sa composition centésimale.

EXERCICE 3:

La masse molaire d'un ester vaut 74 g. mol^{-1} ;

1. Ecrire la formule générale de l'ester.
2. Déterminer sa formule brute.
3. Déterminer les formules semi-développées possibles.
4. Nommer les isomères.

EXERCICE 4:

La composition centésimale d'un ester est ; C : 54,5 % ; H : 9,1 % et O : 36,4 %.

1. Ecrire la formule générale de l'ester.
2. Déterminer sa formule brute.
3. Déterminer les formules semi-développées possibles.
4. Nommer les isomères.

EXERCICE 5:

1. Trouver les formules semi-développées des corps de formule $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. Préciser leur fonction et leur nom.
2. Même question pour les corps de formule brute $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.
3. Même question pour les corps de formule brute $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.

EXERCICE 6:

Un composé A dont la masse molaire est 74 g. mol^{-1} a été obtenu par addition d'eau sur un alcène linéaire présentant deux stéréoisomères B et C.

- Ecrire la formule des trois corps A, B et C et les nommer.

EXERCICE 7:

Un composé A de 1 g d'un acide organique nécessite 11,35 cm³ d'une solution molaire de soude.

1. Déterminer la formule brute de cet acide.
2. Ecrire les formules développées envisageables pour cet acide.

EXERCICE 8:

1. Ecrire sous la forme C_xH_yO_z la formule brute d'un ester.
2. Quelle est la formule brute d'un ester de densité égale à 4 par rapport à l'air ?
3. Ecrire toutes les formules développées possibles pour l'ester étudié et donner pour chaque cas, le nom correspondant.

EXERCICE 9:

Un acide organique A, a pour composition centésimale massique : C : 26,1 % ; O : 69,5 % ; H : 4,4 %.

On dissout 11,5 g de A dans 1 L d'eau et on dose la solution obtenue avec de la soude de concentration 1 mol.L⁻¹. 20 mL de solution acide sont dosés par 5 mL de soude.

1. Calculer la masse molaire de A.
2. En déduire sa formule brute.
3. Proposer une formule développée pour A.

EXERCICE 10:

Par hydratation d'un composé A de formule C₄H₈, on obtient un seul produit B.

1. Ecrire l'équation de la réaction.
2. Ecrire la formule semi-développée de A et donner son nom.
3. Ecrire la formule semi-développée de B et donner son nom.

EXERCICE 11 : Ex. corrigé 2 p. 73

Un composé organique a pour formule C_xH_yO_z. Il contient en masse 54,5 % de carbone ; 9,1 % d'hydrogène.

1. Quelles sont les formules brutes possibles ?
2. Quel est le composé A (formule semi-développée et nom) de plus faible masse molaire ?
3. Quelle est la formule brute des composés ayant une masse molaire deux fois plus grande que celle de A ? Donner les formules semi-développées de ces composés de classes fonctionnelles connues.

ETHANOL**EXERCICE 1:**

La combustion de 6 g d'alcool saturé exige 14,4 g d'oxygène.

1. Ecrire l'équation de la réaction de combustion.
2. Déterminer la formule brute de cet alcool.
3. Donner les isomères de cet alcool.

EXERCICE 2:

On fait agir du dioxygène sur l'éthène en présence de catalyseurs. On obtient 11 g d'un composé A qui rosit le réactif de Schiff.

1. Le rendement de la réaction étant de 80 %, quel volume d'éthène a réagi ?
2. On réalise l'oxydation ménagée de A.
 - 2.1. Quel volume de dioxygène faut-il pour oxyder 11 g de A ?
 - 2.2. Quelle est la masse d'acide obtenu ?

EXERCICE 3:

Une masse de 0,3 g d'un alcool saturé sont brûlés et on obtient du dioxyde de carbone et de l'eau. La densité de la vapeur de cet alcool par rapport à l'air est 2,07.

1. Quelle est la formule brute de cet alcool ?
2. Quelles sont les formules semi-développées des isomères et leurs noms ?
3. Calculer la masse d'eau formée.
4. Donner les résultats de son oxydation ménagée.

EXERCICE 4:

Une masse de 9,2 g d'un alcool sont oxydés et on obtient 17,6 g de dioxyde de carbone et 10,8 g d'eau. Sa masse molaire est 46 g. mol⁻¹.

1. Quelle est la formule développée de corps ?
2. A quels produits conduit son oxydation ménagée ?

EXERCICE 5:

Un composé oxygéné comportant un radical R alkyle a une masse molaire de 72 g. mol⁻¹. Il peut s'oxyder en acide carboxylique.

1. Donner les formules possibles de ce composé.
2. En déduire la formule de l'acide carboxylique formé.

EXERCICE 6:

La masse volumique du vin est $\rho = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$.

1. Quelle réaction chimique a lieu lors de la fermentation du jus de raisins ?
2. Quelle est la masse d'éthanol contenu dans un vin à 11° ?
3. On peut parfois déceler l'odeur de l'éthanal dans le vin. Comment ce corps peut-il se former ?

Donnée : un alcool de degré n est un mélange contenant $n \text{ cm}^3$ d'alcool pur dans 100 cm^3 de mélange.

EXERCICE 7:

On dispose d'une solution décimolaire d'éthanol dans l'eau. L'alcool de cette solution s'est partiellement oxydé en acide acétique. On prélève 10 mL de la solution que l'on dose par la solution décimolaire. L'équivalence est obtenue pour un volume de 8,5 mL de soude. Calculer les concentrations molaires de la solution en alcool et acide acétique.

EXERCICE 8:

On a oxydé 37 g de butan-1-ol par le dioxygène de l'air et obtenu un mélange de deux produits organiques.

1. Quels sont ces deux produits ?
2. Ecrire les deux équations –bilans correspondantes.
3. Quelles masses d'aldéhyde et d'acide obtient-on si l'on admet que 80 % de l'alcool (en mol) est oxydé au stade d'acide ?

EXERCICE 9:**EXERCICE 10:**

Dans une lampe sans flamme, on verse 10 mL d'éthanol.

1. Expliquer l'expérience de la lampe sans flamme.
2. Quels sont les produits formés ?
3. Préciser comment les produits formés sont caractérisés.
4. Pourquoi le cuivre se maintient-il au rouge ?

EXERCICE 11:

1. Citer deux ions oxydants permettant d'oxyder l'éthanol.
2. Quels changements de couleurs observe-t-on lors de l'oxydation de l'éthanol par l'ion permanganate ?
3. Ecrire les équations- bilans des réactions d'oxydation dans ce cas.

**ESTERIFICATION
HYDROLYSE****EXERCICE 1:**

1. Déterminer les formules semi- développées et les noms de tous les acides carboxyliques et les esters de formule brute $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.
2. Un ester a pour formule $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. Quelles sont les formules semi- développées possibles de cet ester et quels sont leurs noms ?

EXERCICE 2:

Un ester a pour masse molaire $M = 88 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Déterminer sa formule brute.
2. Ecrire les formules semi- développées possibles et leur nom.
3. Par hydrolyse de cet ester, on obtient du propan-1-ol. Quel est l'isomère qui correspond à cet ester ?

EXERCICE 3:

1. Ecrire la formule générale d'un ester.
2. Quelle est la formule brute d'un ester de masse molaire $102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$?
3. Ecrire toutes les formules semi- développées possibles de cet ester et leurs noms.

EXERCICE 4:

On réalise l'hydrolyse d'un ester A. On obtient un acide B et un alcool C. B peut être obtenu par oxydation de l'éthanal. C, par oxydation, conduit à l'acide méthanoïque.

1. Préciser la nature de A, B et C.
2. Ecrire la réaction d'hydrolyse.

EXERCICE 5 : Ex. corrigé 2 p. 97

L'hydrolyse d'un corps A donne deux corps B et C. L'oxydation ménagée de B donne le composé D qui rosit le réactif de Schiff et le composé C qui a des propriétés acides.

Pour doser 0,6 g du composé C, il faut 25 mL de soude de concentration $0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

De toutes ces constatations, déduire les formules semi- développées de tous les composés évoqués. Donner leur nom.

EXERCICE 6 : 9 p. 98

La combustion complète de 0,32 g d'une substance organique (A) contenant C, H, O fournit 0,36 g d'eau et 0,44 g de dioxyde de carbone.

1. Quelle formule semi- développée peut-on attribuer au corps (A) ?

2. Le composé (A) réagit avec un acide carboxylique (B) en donnant un produit (C) de masse molaire égale à $88 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

a) Quelle est la formule semi-développée du produit (C) ?

b) Donner la formule semi-développée et le nom de l'acide (B) ?

EXERCICE 7 : 10 p. 98

1. On hydrate avec un excès d'eau, en présence d'un catalyseur, $1,3 \text{ g}$ d'éthyne. On obtient un composé (A). L'oxydation ménagée du composé (A) avec un excès d'oxydant, conduit au composé (B).

a) Donner les formules semi-développées des composés (A) et (B).

b) Préciser les masses des composés (A) et (B) obtenues.

2. On fait agir la totalité du composé (B) sur du butan-2-ol en mélange équimolaire et on obtient un composé (C) de masse molaire $116 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

a) Donner la formule semi-développée du composé (C).

b) Préciser les masses des composés (B) et (C) quand la limite est atteinte.

c) Comment peut-on mettre en évidence les composés (A) et (B) ?

EXERCICE 8 :

1. Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de tous les esters isomères de formule $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$.

2. L'un de ces isomères est noté A. Son hydrolyse fourbit de l'acide éthanoïque et un alcool B. Les vapeurs de B, chauffées sur du cuivre à l'abri de l'air, conduisent au propanal. Ecrire le nom et la formule semi-développée de l'ester A.

EXERCICE 9 :

On veut préparer du 2-méthylpropanoate d'éthyle.

1. Ecrire la formule semi-développée de cet ester.

2. Ecrire l'équation bilan de la réaction.

3. La réaction a lieu dans une ampoule scellée, en présence d'un peu d'acide sulfurique à 100°C .

3.1. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?

3.2. Pourquoi l'expérience est-elle réalisée à 100°C ?

4. Au départ, on a mis dans l'ampoule $0,15 \text{ mol}$ d'acide et $0,45 \text{ mol}$ d'alcool. Calculer la

masse d'ester à l'équilibre, sachant que la limite d'estérification est 90% .

EXERCICE 10 :

La combustion complète de $0,32 \text{ g}$ d'un corps A contenant C, H et O fournit $0,36 \text{ g}$ d'eau et $0,44 \text{ g}$ de dioxyde de carbone.

1. Quelle est la formule semi-développée de A ?

2. A réagit avec un acide carboxylique B en donnant un produit C de masse molaire $88 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

2.1. Quelle est la formule semi-développée de C ?

2.2. Donner la formule semi-développée et le nom de B.

EXERCICE 11 :

On désire préparer du 2-méthylpropanoate d'éthyle. On utilise $0,15 \text{ mol}$ d'acide et $0,47 \text{ mol}$ d'alcool. La limite d'estérification est 90% .

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction.

2. Calculer la masse d'ester à l'équilibre.

REACTION D'OXYDOREDUCTION

EXERCICE 1 : 4 p. 146

Ecrire les équations des réactions possibles faisant intervenir les couples :

- 1) $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$ et Ag^+ / Ag
- 2) $\text{Hg}^{2+} / \text{Hg}$ et $\text{Al}^{3+} / \text{Al}$.

EXERCICE 2 : 5 p. 146

Une lame de cuivre plongée dans une solution de chlorure de mercure II ($\text{Hg}^{2+} + 2\text{Cl}^-$) se recouvre d'un dépôt gris.

1. Quelle réaction se produit-il ?
2. Quelle couleur prend la solution au bout d'un temps

EXERCICE 3 : 6 p. 146

Les réactions suivantes sont-elles possibles ? Si oui, équilibrez leur équation- bilan :

1. $\text{Cu} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}$
2. $\text{Ni}^{2+} + \text{Ag} \rightarrow \text{Ni} + \text{Ag}^+$
3. $\text{Sn}^{2+} + \text{Al} \rightarrow \text{Sn} + \text{Al}^{3+}$
4. $\text{Cu}^{2+} + \text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Cu}$
5. $\text{Au}^{3+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Au} + \text{Zn}^{2+}$

EXERCICE 3 : 8 p. 146

1. Calculer la masse de zinc qui peut être oxydée par 50 mL d'une solution de sulfate de cuivre de concentration $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

2. Quelle est la masse du dépôt de cuivre sachant que la réaction est totale ?

- Masses molaires en g.mol^{-1} : Cu : 63,5 ; Zn : 65,4.

EXERCICE 4 : 9p. 146

Une lame de cuivre est plongée dans 100 mL d'une solution de nitrate d'argent de concentration $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Au bout d'une heure, il s'est formé 65 mg d'argent métal.

1. Quelle est l'équation- bilan de la réaction ?
2. Calculer les concentrations de la solution en ions Ag^+ et Cu^{2+} à cette date.

- Masse molaire de l'argent : $M(\text{Ag}) = 108 \text{ g.mol}^{-1}$.

EXERCICE 5: 10 p.146

Dans une solution de nitrate de plomb ($\text{Pb}^{2+} + 2 \text{NO}_3^-$), on plonge successivement et pendant plusieurs heures : une lame de cuivre, puis une lame de fer, enfin une lame de zinc.

1. Décrire les phénomènes observés ; donner les équations- bilan des réactions correspondantes.

2. S'il y a réaction, on la supposera toujours totale. La solution initiale est à $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ de nitrate de plomb. Son volume est de 150 mL.

Calculer la concentration de l'ion métallique présent dans la solution en fin d'expérience, ainsi que la masse du dépôt de fer.

- Masse molaire du fer : $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g.mol}^{-1}$.

EXERCICE 6 : 11 p. 146

On dissout m g de nitrate d'argent AgNO_3 pur et sec dans 1 L d'eau. On effectue un prélèvement de 50 mL de la solution obtenue, dans lequel on ajoute de la poudre de zinc en excès.

1. Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue.

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

- Masses molaires en g.mol^{-1} : N : 14 ; O : 16 ; Zn : 65,4 ; Ag : 108.

3. On ajoute ensuite, dans le prélèvement et après réaction et filtration, de l'hydroxyde de sodium NaOH goutte à goutte.

3.1. Qu'observe-t-on ?

3.2. Quelle masse maximale de précipité peut-on théoriquement obtenir ?

3.3. Quand on a versé une grande quantité d'hydroxyde de sodium, sous quelle forme se trouve le zinc dans la solution ?

EXERCICE 7 : 12 p. 146

Dans 100 mL d'une solution d'acide chlorhydrique et de sulfate de fer II, où les concentrations des diverses espèces chimiques sont : $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-] = [\text{Fe}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, on plonge du zinc en poudre.

1. Quelles sont les réactions qui se produisent ? Ecrire les demi- équations électroniques et les équations- bilan des réactions.

2. En supposant que les réactions sont totales, calculer :

2.1. La concentration en ions Zn^{2+} dans la solution ;

2.2. La masse du dépôt de fer ;

2.3. Le volume de dihydrogène dégagé (mesuré dans les conditions normales).

- Masse molaire du fer : $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g.mol}^{-1}$.

EXERCICE 8 : 13 p. 147

On prépare une solution de sulfate de cuivre CuSO_4 en dissolvant 16 g de ce composé pur et

anhydre dans de l'eau et en complétant le volume à 1 litre.

1. Calculer la masse du dépôt métallique obtenu si on fait réagir du zinc en poudre et en grande quantité sur 200 mL de la solution. On suppose que la réaction est totale.

2. Même question si on fait réagir, dans les mêmes conditions, du fer en poudre sur un prélèvement de même volume.

• Masses molaires en g. mol^{-1} : O : 16 ; S : 32 ; Fe : 56 ; Cu : 63,5 ; Zn : 65,4.

EXERCICE 9 : 14 p. 147

Dans une solution d'acide sulfurique H_2SO_4 de concentration $0,1 \text{ mol. L}^{-1}$ et de volume 250 cm^3 , on dissout $6,238 \text{ g}$ de sulfate de cuivre hydraté $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

1. Calculer les concentrations des ions H_3O^+ , Cu^{2+} et SO_4^{2-} dans la solution. On rappelle que l'acide sulfurique est un diacide : $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_3\text{O}^+$.

2. On plonge, dans cette solution, de la poudre de fer en excès.

2.1. Quelles réactions vont-elles se produire ?
Ecrire les demi-équations électroniques et les équations-bilan des réactions.

2.2. Calculer la concentration en ions Fe^{2+} de la solution en supposant que les réactions soient totales.

2.3. Quelle est la masse du dépôt de cuivre et le volume de dihydrogène dégagé (mesuré dans les conditions normales) ?

• Masses molaires en g. mol^{-1} : H : 1 ; O : 16 ; S : 32 ; Fe : 56 ; Cu : 63,5.

EXERCICE 10 : 15 p. 147

Le manganèse est Mn un métal plus réducteur que le zinc, mais moins réducteur que l'aluminium. Par oxydation, le manganèse donne l'ion Mn^{2+} .

1. Décrire deux expériences mettant en évidence les propriétés précitées.

2. Que se passe-t-il lorsqu'on plonge une lame de manganèse dans :

2.1. Une solution de sulfate de cuivre ;

2.2. Une solution de sulfate de fer II ;

2.3. Une solution de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique dilué.

Dans chaque cas, décrire les phénomènes, écrire les demi-équations électroniques et les équations-bilan des réactions.

EXERCICE 11: 16 p. 147

Un fil de magnésium de masse 2 g est oxydé par une solution d'acide chlorhydrique de

concentration $0,5 \text{ mol. L}^{-1}$ et de volume 150 mL . Le magnésium donne l'ion Mg^{2+} .

1. Ecrire les demi-équations électroniques et l'équation-bilan de la réaction.

2. Quelle est la concentration de la solution en ion Mg^{2+} et quel est le volume de dihydrogène dégagé (mesuré dans les conditions normales) ?

3. Il n'est pas possible de réduire les ions Mg^{2+} par la plupart des métaux. Situer le couple Mg^{2+}/Mg dans la classification qualitative des métaux.

EXERCICE 12: 17 p. 147

1. Le cuivre, au contact d'une solution de chlorure de mercure II contenant les ions mercure Hg^{2+} , se recouvre d'un dépôt gris de mercure Hg qui s'amalgame avec le cuivre.

Ecrire l'équation de la réaction et situer les couples Cu^{2+}/Cu et Hg^{2+}/Hg l'un par rapport à l'autre dans la classification.

2. Sachant que le mercure est plus réducteur que l'or, écrire l'équation de la réaction qui se produit entre les couples Au^{3+}/Au et Hg^{2+}/Hg .

Indication : un amalgame est un alliage du mercure et un autre métal.

EXERCICE 13: 18 p. 147

L'étain Sn réduit les ions Cu^{2+} par une réaction totale. $2,00 \text{ g}$ de poudre d'étain sont mis en présence de 50 cm^3 d'une solution de sulfate de cuivre à $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. L'étain donne l'ion Sn^{2+} .

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

2. Calculer la concentration de la solution en ions Sn^{2+} en fin de réaction.

3. On filtre la solution. Quelle est la masse du solide recueilli ?

4. Ce solide est mis en présence d'acide chlorhydrique.

4.1. Ecrire les équations des réactions qui ont lieu.

4.2. Calculer le volume de dihydrogène dégagé (mesuré dans les conditions normales) en supposant que la quantité d'acide est suffisante pour que les réactions soient totales.

• Masses molaires en g. mol^{-1} : Sn : 118,7 ; Cu : 63,5.

POTENTIELS D'OXYDOREDUCTION

EXERCICE 1 : 4 p. 162

1. Le potentiel normal du couple Fe^{2+}/Fe vaut : $E_1^0 = -0,44 \text{ V}$. Faire le schéma du montage utilisant l'électrode normale à hydrogène qui permet de le mesurer (préciser les concentrations).

2. Le potentiel normal du couple Ag^+/Ag est égal à : $E_2^0 = +0,80 \text{ V}$.

2.1. Dire si on observe une réaction chimique quand on met en présence :

- de l'argent métal et des ions Fe^{2+} ;
- du fer métal et des ions Ag^+ ?

2.2. Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue. La réaction est-elle totale ?

3. Dans 100 mL d'une solution de nitrate d'argent AgNO_3 de concentration $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$, on ajoute du fer en poudre et en excès. Calculer, lorsque la réaction est terminée :

3.1. La concentration des ions Fe^{2+} dans la solution ;

3.2. La masse d'argent déposée.

- Masse molaire de l'argent : $M(\text{Ag}) = 108 \text{ g.mol}^{-1}$.

EXERCICE 2 : 5 p. 162

On donne les potentiels normaux :

$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$.

1. On réalise la pile théorique : $\text{Fe}|\text{Fe}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) :: \text{Cu}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1})|\text{Cu}$.

1.1. Quel est son pôle positif ?

1.2. Faire son schéma et indiquer le sens du courant dans le circuit extérieur à la pile.

1.3. En déduire les réactions aux électrodes et l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue dans la pile lorsqu'elle débite.

1.4. Calculer la f.é.m de la pile.

2. Y a-t-il réaction chimique quand on met en présence :

- du cuivre métal et des ions Fe^{2+} ;
- du fer métal et des ions Cu^{2+} ?

Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue et conclure.

EXERCICE 3 : 6 p. 162

On donne les potentiels normaux :

$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,23 \text{ V}$.

1. On réalise la pile suivante A :

• **demi- pile n°1** : lame de cuivre plongeant dans une solution de sulfate de cuivre CuSO_4 à 1 mol.L^{-1} ;

• **demi- pile n°2** : l'électrode normale à hydrogène (E.N.H).

1.1. Faire le schéma de cette pile. Quel est son pôle positif ?

1.2. Quelle est sa f.é.m ?

1.3. Quelle est l'équation de la réaction qui s'effectue lorsque la pile débite ?

2. Mêmes questions pour la pile B :

• **demi- pile n°1** : lame de nickel dans une solution de nitrate de nickel $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ à 1 mol.L^{-1} ;

• **demi- pile n°2** : l'électrode normale à hydrogène (E.N.H).

EXERCICE 4 : 7 p. 162

1. Calculer le potentiel normal E° du couple : Mg^{2+}/Mg sachant que la force électromotrice de la pile théorique :

$\text{Cu}|\text{Cu}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) :: \text{Mg}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1})|\text{Mg}$ est égale à $2,68 \text{ V}$ (le cuivre étant le pôle positif) et que le potentiel normal du couple $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}$ a pour valeur : $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$.

2.

2.1. Calculer la f.é.m de la pile :

$\text{Zn}|\text{Zn}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) :: \text{Mg}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1})|\text{Mg}$ connaissant le potentiel normal : $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.

2.2. Faire le schéma de cette pile. Indiquer sa polarité.

2.3. Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui s'y effectue lorsqu'elle débite.

EXERCICE 5 : 8 p. 163

On donne les potentiels normaux :

$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$.

1. Que se passe-t-il quand on met :

1.1. Du fer en poudre dans une solution de sulfate de cadmium CdSO_4 ?

1.2. Du cadmium métal en présence d'une solution de sulfate de fer II FeSO_4 ?

Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue. Est-elle totale ? Décrire qualitativement la solution obtenue lorsque la réaction est terminée.

2. Soit la pile théorique :

$\text{Cd}|\text{Cd}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) :: \text{Fe}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1})|\text{Fe}$. Faire son schéma et indiquer :

2.1. Sa polarité.

2.2. Sa f.é.m.

2.3. Les réactions aux électrodes et l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue dans la pile lorsqu'elle débite.

EXERCICE 6 : 9 p. 163

Calculer le potentiel normal du couple Al^{3+}/Al sachant que :

• la f.é.m de la pile :

$\text{Cu}|\text{Cu}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) :: \text{Al}^{3+} (1 \text{ mol.L}^{-1})|\text{Al}$ est voisine de 2,00 V (le cuivre étant le pôle positif) ;

• le potentiel du couple Cu^{2+}/Cu par rapport à l'électrode au calomel saturée (E.C.S ; potentiel par rapport à l'E.N.H : 0,24 V) est égal à 0,10 V.

EXERCICE 7 : 10 p. 163

Le thallium Tl est un métal ; l'ion métallique qui lui correspond est l'ion thallium Tl^+ .

1. Calculer le potentiel normal du couple Tl^+/Tl sachant que :

• la f.é.m de la pile

$\text{Tl}|\text{Tl}^+ (1 \text{ mol.L}^{-1}) :: \text{Ag}^+ (1 \text{ mol.L}^{-1})|\text{Ag}$ vaut $E = 1,14 \text{ V}$

• le potentiel du couple Ag^+/Ag par rapport à une électrode de référence à sulfate de mercure (potentiel de cette électrode par rapport à l'E.N.H : 0,61 V) est égal à 0,19 V.

2. On réalise la pile :

$\text{Cu}|\text{Cu}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) :: \text{Tl}^+ (1 \text{ mol.L}^{-1})|\text{Tl}$.
Connaissant $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = + 0,34 \text{ V}$, déterminer :

2.1. Sa polarité ;

2.2. Sa f.é.m ;

2.3. Les réactions aux électrodes et l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue dans la pile lorsqu'elle débite.

EXERCICE 8 : 11 p. 163

1. Le chrome Cr peut être oxydé par les acides comme l'acide chlorhydrique en ions Cr^{3+} . Placer le couple Cr^{3+}/Cr par rapport au couple $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$.

2. Quelles seraient les polarités d'une pile associant les couples Cr^{3+}/Cr et Cu^{2+}/Cu ? Ecrire les équations des réactions aux électrodes et l'équation- bilan.

3. La f.é.m de cette pile est de 1,08 V. Quel est le potentiel normal du couple Cr^{3+}/Cr ?

4. Peut-on « chromer » un objet en fer en le plongeant dans une solution contenant des ions Cr^{3+} ?

EXERCICE 9 : 12 p. 163

On plonge, dans une solution de sulfate de cadmium ($\text{Cd}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) une lame de cadmium métal (Cd) et une électrode à calomel saturée.

1. On mesure, à l'aide d'un voltmètre électronique, la tension : $E = V_{\text{calomel}} - V_{\text{Cd}}$.

On trouve : $E = 160 \text{ mV}$. En déduire la valeur du potentiel normal du couple Cd^{2+}/Cd .

• Potentiel de l'électrode au calomel par rapport à l'E.N.H : 0,24 V.

2. On réalise une pile en associant les couples Sn^{2+}/Sn et Cd^{2+}/Cd .

2.1. Quelle est la f.é.m, sachant que : $E^\circ (\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = - 0,14 \text{ V}$?

2.2. Quel est le pôle (+) ?

2.3. Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui accompagne le fonctionnement de la pile.

3. Le cadmium est-il susceptible d'être attaqué par l'acide chlorhydrique ? Si oui, écrire l'équation- bilan de la réaction.

EXERCICE 10 : 13 p. 163

On réalise la pile:

$\text{Cr}|\text{Cr}^{3+} + 3 \text{NO}_3^- :: \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-|\text{Ag}$.

$E^\circ (\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = - 0,74 \text{ V}$;

$E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

1. Préciser :

1.1. Le sens de circulation des électrons, le sens du courant et la polarité des électrodes.

1.2. Les équations de réaction aux électrodes lorsque la pile débite.

2. Ecrire l'équation- bilan de la réaction qui s'effectue alors dans la pile.

3. les deux solutions de nitrate de chrome III et de nitrate d'argent ont une concentration de $10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$; leur volume est le même. Calculer la concentration des ions Cr^{3+} dans le compartiment de gauche lorsque la réaction écrite ci- dessus, supposée totale, s'arrête.

GENERALISATION DE LA NOTION DE COUPLE OXYDANT/REDUCTEUR

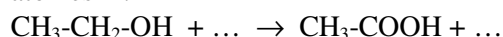
EXERCICE 1 : 3 p. 179

Le diiode I_2 peut être oxydé, en milieu acide, en acide iodique HIO_3 .

1. Equilibrer la demi- équation électronique correspondant à cette oxydation.
2. La réaction précédente peut être réalisée en ajoutant un excès d'eau de chlore à une solution aqueuse de diiode : Cl_2 est alors réduit en ions Cl^- . Ecrire l'équation- bilan de la réaction.

EXERCICE 2 : 4 p. 180

1. Complète la demi- équation électronique d'oxydation de l'éthanol en acide éthanoïque en ne faisant intervenir, si nécessaire, que les espèces H_2O et H^+ pour équilibrer « en atomes » :



2. Cette oxydation est facile à réaliser en chauffant modérément des ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ avec de l'éthanol en milieu acide ; en fin de réaction, l'élément chrome est à l'état d'ions Cr^{3+} .

- 2.1. Ecrire la demi- équation électronique du couple $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ en milieu acide.
- 2.2. Ecrire l'équation- bilan de la réaction entre l'éthanol et les ions $Cr_2O_7^{2-}$. Pourquoi a-t-on opéré en milieu acide ?

EXERCICE 3 : 6 p. 180

On dissout 10 g de sulfate de fer III $Fe_2(SO_4)_3$ dans 100 mL d'eau.

1. Calculer la concentration en ions Fe^{2+} et SO_4^{2-} de la solution.
2. On introduit de la limaille de fer en excès. Montrer que le fer est oxydé. Ecrire l'équation- bilan de la réaction.
3. Déterminer la variation de la masse de fer métallique lorsque tous les ions Fe^{3+} ont été réduits.
4. Calculer la concentration en ions Fe^{2+} .
• Masses molaires en $g \cdot mol^{-1}$:
O : 16 ; S : 32 ; Fe : 56.

EXERCICE 4 : 7 p. 180

1. Ecrire les demi- équations des réactions d'oxydation des ions Fe^{2+} et de réduction MnO_4^- en milieu acide. En déduire l'équation- bilan de la réaction entre les ions MnO_4^- et Fe^{2+} .
2. Quel volume d'une solution de $KMnO_4$ à $10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ faut-il ajouter à 200 mL d'une solution acide de sulfate de fer II ($FeSO_4$) à $10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ pour que la teinte violette persiste ?

EXERCICE 5 : 8 p. 180

Le dichromate de potassium oxyde les ions iodeure en diiode. On verse 10 mL d'une solution de dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ à $10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ dans 20 mL de solution diiode de potassium KI à $0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ en milieu acide.

1. Ecrire les demi- équations électroniques et l'équation- bilan.
2. Calculer la concentration en diiode I_2 et en ions Cr^{3+} en fin de réaction.

EXERCICE 6 : 10 p. 180

1. Ecrire les demi- équations électroniques et l'équation- bilan de la réaction d'oxydation des ions chlorure Cl^- par les ions permanganate MnO_4^- en milieu acide, sachant qu'il se forme du dichlore Cl_2 .
2. Quel volume de dichlore (conditions normales) peut-on fabriquer à partir de 20 g de permanganate de potassium $KMnO_4$ solide et d'acide chlorhydrique en quantité suffisante ?
• Masses molaires en $g \cdot mol^{-1}$: O : 16 ; K : 39,1 ; Mn : 54,9.

EXERCICE 7 : 17 p. 181

Un ion du cuivre peu courant en solution aqueuse est l'ion Cu^+ . Il participe aux couples suivants :

Cu^{2+}/Cu ($E_1^0 = 0,16 \text{ V}$) et Cu^+/Cu ($E_2^0 = 0,52 \text{ V}$).

1. Ecrire la demi- équation électronique de chaque couple.
2. En déduire la réaction qui se produit spontanément lorsque des ions Cu^+ sont placés en solution aqueuse (cette réaction s'appelle une dismutation).

DOSAGES PAR OXYDOREDUCTION

EXERCICE 1 : 1 p. 189

Le sulfate de fer II cristallisé est hydraté : $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Afin de déterminer x , on pèse 3 g de ce produit que l'on dissout dans la quantité d'eau nécessaire à l'obtention de 100 mL de solution.

Puis on prélève 10 mL de la solution obtenue que l'on dose en milieu acide par une solution de permanganate de potassium KMnO_4 à 0,02 mol.L⁻¹. La coloration violette persiste lorsqu'on a versé 10,8 mL de la solution de KMnO_4 .

1. Ecrire les demi-équations électroniques et l'équation-bilan de la réaction de dosage.
2. Calculer la concentration de la solution de sulfate de fer II.
3. En déduire x .

• Masses molaires en g.mol⁻¹ : H : 1 ; O : 16 ; S : 32 ; Fe : 56.

EXERCICE 2 : 2 p. 189

On dose 10 cm³ d'une solution de sel de Mohr $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ de masse molaire $M = 392,1 \text{ g.mol}^{-1}$ par une solution de sulfate de cérium IV $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ à 10⁻¹ mol.L⁻¹. $E^\circ(\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}) = 1,41 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$.

1. Montrer que le dosage des ions Fe^{2+} par les ions Ce^{4+} est possible. Ecrire les demi-équations électroniques et l'équation-bilan de la réaction de dosage.
2. Le virage en fin de dosage n'est pas visible car les ions Ce^{4+} et Fe^{3+} sont tous deux jaunes. On utilise donc un indicateur coloré de fin de réaction : l'orthophénantroline ferreuse, qui vire du rouge au bleu pour un volume de solution de Ce^{4+} versé égal à 12,0 cm³. Calculer la concentration de la solution de sel de Mohr.
3. Calculer la masse de ce sel qu'il a fallu dissoudre dans l'eau pour préparer 100 mL de solution.

EXERCICE 3 : 5 p. 190

Une solution de permanganate de potassium contenant 1,58 g KMnO_4 par litre est versée dans 5 cm³ d'une solution de sulfate de fer II additionnée d'acide sulfurique.

La décoloration du permanganate cesse lorsqu'on en a versé 10 cm³. Calculer la masse de sulfate de fer II cristallisé : $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ que l'on a dissoute dans l'eau pour obtenir 1 L de la solution de sulfate de fer II.

• Masses molaires en g.mol⁻¹ : KMnO_4 : 158 ; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 278.

EXERCICE 4 : 6 p. 190

On dissout une masse m de sulfate de fer II FeSO_4 anhydre (masse molaire : 152 g.mol.L⁻¹) dans une solution d'acide sulfurique et on complète le volume à 50 mL. Cette solution est titrée au moyen d'une solution de permanganate de potassium de concentration 0,2 mol.L⁻¹. L'équivalence est obtenue après addition de 19,3 mL de solution de permanganate.

1. Ecrire l'équation – bilan du dosage.
2. Calculer la concentration de la solution réductrice en ions Fe^{2+} et la masse m de sulfate de fer II qui a été dissoute dans l'acide sulfurique.

EXERCICE 5 : 7 p. 190

1. On oxyde une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) en tétrathionate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$) par une solution d'ions fer III.

Les potentiels normaux valent : $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ($E_1^0 = 0,1 \text{ V}$) et $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ ($E_2^0 = 0,77 \text{ V}$).

1.1. Que peut-on dire de la réaction envisagée ?

1.2. Ecrire son équation bilan.

2. On utilise une solution de thiosulfate de sodium de concentration 0,1 mol.L⁻¹ pour doser une solution d'un sel de fer III. Pour cela, on verse progressivement la solution de thiosulfate dans 20 cm³ de la solution d'ions fer III. Grâce à un indicateur coloré redox, on constate que l'équivalence a lieu quand on a versé 10 cm³ de solution de thiosulfate.

2.1. Quelle est la concentration de la solution d'ions fer III ?

2.1. La solution d'ions fer III a été réalisée par une mise en solution de sulfate de fer III anhydre.

Quelle est la formule statistique de ce composé ? Quelle masse a-t-il fallu en dissoudre, par litre, pour réaliser la solution étudiée ?

• Masses molaires en g.mol⁻¹ : O : 16 ; S : 32 ; Fe : 56.

*Correction
des
Exercices*

TRAVAIL ET PUISSANCE DES FORCES EN TRANSLATION

EXERCICE 1: 8 p.41

2. Le poids \vec{P} (vers le bas) ; la tension \vec{T} du fil (vers le haut).

• D'après le principe de l'inertie appliqué à C :
 $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$; $\vec{T} = -\vec{P}$ ou $T = P = 1,96 \text{ N}$.

3. Le poids $M\vec{g}$; la tension \vec{T}' du fil (vers la droite), avec $T' = T$; la réaction \vec{R} de la table. Le principe de l'inertie appliqué à la brique impose : $M\vec{g} + \vec{R} + \vec{T}' = \vec{0}$.

Posons à priori : $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_T \Rightarrow$

$$M\vec{g} + \vec{R}_N + \vec{R}_T + \vec{T}' = \vec{0}.$$

Cela implique $\vec{R}_N = -M\vec{g}$ et $\vec{R}_T = -\vec{T}'$; $R_T \neq 0$, donc le contact a lieu avec frottement.

4.

a) $\mathcal{P}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{v} = mgv = 0,78 \text{ W}$.

b) $\mathcal{P}(\vec{R}) = \vec{R} \cdot \vec{v} = \vec{R}_T \cdot \vec{v} = -\vec{R}_T \cdot \vec{v} \Rightarrow$

$$\mathcal{P}(\vec{R}) = -\vec{T}' \cdot \vec{v} = -m \cdot gv = -0,78 \text{ W}.$$

EXERCICE 2: 11p.41

1. Sur la voiture :

• \vec{F} : (motrice), d'intensité F , parallèle à la pente, vers le haut

• $\vec{f} + \vec{F}'_1$: (résistantes), d'intensité $f + F'_1$, parallèles à la pente, vers le bas

• $M\vec{g}$: verticale, vers la bas

• \vec{R}_N : composante normale de la réaction de la route, vers le haut.

Sur la caravane :

• \vec{F}'_2 : motrice, d'intensité F (action et réaction), parallèle à la pente, vers le haut

• \vec{f}' : résistante, d'intensité f' , parallèle à la pente, vers le bas

• $M'\vec{g}$: verticale, vers le haut.

• \vec{R}_N : composante normale de la réaction de la route, vers le haut

2. • Principe de l'inertie appliqué au véhicule :
 $\vec{F} + \vec{f} + \vec{F}'_1 + M\vec{g} + \vec{R}_N = \vec{0}$.

Sur Ox, parallèle à la vitesse du véhicule :

$$F - f - F' - M g \sin\alpha = 0.$$

• Principe de l'inertie appliqué à la caravane :

$$\vec{F}'_2 + \vec{f}' + M'\vec{g} + \vec{R}_N = \vec{0}.$$

Sur Ox, parallèle à la vitesse du véhicule :

$$F' - f' - M' g \sin\alpha = 0.$$

• On en déduit : $F' = f' + M' g \sin\alpha = 827 \text{ N}$

$$F = f + F' + M g \sin\alpha = f + f' + (M + M') g \sin\alpha = 1888 \text{ N}$$

3. $\mathcal{P}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{v} = 3,11 \cdot 10^4 \text{ W} = 31,1 \text{ kW}$;

$$\mathcal{P}(\vec{F}') = \mathcal{P}(\vec{F}'_2) = \vec{F}'_2 \cdot \vec{v} = F' \cdot v = 13,8 \text{ kW}$$

4. $\mathcal{P}(\vec{f} + \vec{f}') = (\vec{f} + \vec{f}') \cdot \vec{v} = -(f + f') \cdot v = -5 \text{ kW}$

EXERCICE 3: 13 p. 42

1. $W(\vec{P}) = P \cdot h$ avec $h = \sqrt{3} \text{ m} = 1,73 \text{ m}$;

$$W(\vec{P}) = 339 \text{ J}$$

2. $W(\vec{R}_A) = W(\vec{f}) = -f \cdot A_1 A_2$; $A_1 A_2 = 4 \cdot 2 = 2 \text{ m}$; donc $W(\vec{R}_A) = -80 \text{ J}$

3. $W(\vec{R}_B) = 0$ (\vec{R}_B est perpendiculaire au déplacement de B car il n'y a pas de frottement).

EXERCICE 4:

1) $W(\vec{T}) = -9 \cdot 10^4 \text{ J}$; 2) $W(\vec{T}) = -4 \cdot 10^4 \text{ J}$;

3) $W(\vec{T}) = -1 \cdot 10^4 \text{ J}$.

EXERCICE 5:

1) $a = \frac{mg}{k} = 4 \text{ cm}$; 2. 2.1) $W(\vec{P}) = mga = 0,32 \text{ J}$; 2.2) 1) $W(\vec{T}) = -0,16 \text{ J}$.

EXERCICE 6:

1) $W_{AB}(\vec{T}) = 25000 \text{ J}$; 2) $W_{AB}(\vec{P}) = -5000 \text{ J}$;

3) $W_{AB}(\vec{R}) = -20000 \text{ J}$; 4) $f = 4000 \text{ N}$.

EXERCICE 7:

1) $W(\vec{P}) = -50 \text{ J}$; 2) $\Delta t = 10 \text{ s}$.

EXERCICE 8:

1) $W(\vec{T}) = -22,5 \cdot 10^2 \text{ J}$; 2) $W(\vec{F}) = 22,5 \cdot 10^2 \text{ J}$

EXERCICE 9:

1) $\mathcal{P}(\vec{P}) = -8750 \text{ W}$; 2) $\mathcal{P}(\vec{P}) = -15000 \text{ W}$.

EXERCICE 10:

1) $W_{AC}(\vec{P}) = -0,37 \text{ J}$; $W_{AC}(\vec{T}) = 0 \text{ J}$.

EXERCICE 11:

1) $W_{AB}(\vec{P}) = 0,259 \text{ J}$; $W_{AB}(\vec{T}) = 0 \text{ J}$.

EXERCICE 12:

1) $F_m = 1,55 \cdot 10^3 \text{ N}$; 2) $\mathcal{P}(\vec{F}_m) = 3,88 \cdot 10^4 \text{ W}$.

EXERCICE 14:

1) $\mathcal{P}_m = 250 \text{ m (en J)}$; 2) $\mathcal{P} = 100 \text{ m.t}$

TRAVAIL ET PUISSANCE DES FORCES EN ROTATION

EXERCICE 2: 4 / 54

- Poids \vec{P} et tension \vec{T} du fil.
- $W(\vec{P}) = P \cdot h = mg\ell (1 - \cos 45^\circ) = 0,46 \text{ J}$;
 $W(\vec{T}) = 0$.

EXERCICE 3: 5 / 54

$$v = 120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 33,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} ; \omega = \frac{v}{r} = 1,33 \cdot 10^2 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\mathcal{P} = \mathcal{M} \cdot \omega \Rightarrow \mathcal{M} = \frac{\mathcal{P}}{\omega} = 300 \text{ N} \cdot \text{m}$$

EXERCICE 5: 9 / 55

- $\omega = \frac{v}{r} = 4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$.
- $T = mg$ (principe de l'inertie), donc :
 $T = 19,6 \text{ N}$.
- En valeur absolue : $\mathcal{M} = T \cdot R = 1,96 \text{ N} \cdot \text{m}$
- Soit h la hauteur dont descend la charge en $t = 5 \text{ s}$.
 $h = vt$; $W(\vec{P}) = P \cdot h = mgvt = 39,2 \text{ J}$
• Soit \mathcal{M} le moment de \vec{T} par rapport à l'axe de la poulie :
 $\mathcal{P}(\vec{T}) = \mathcal{P}(\vec{P}) = \mathcal{M} \cdot \omega = T \cdot R \cdot \frac{v}{R} = T \cdot v$
 $W(\vec{T}) = Tvt = mgvt$ (même résultat).

EXERCICE 6: 10 / 55

- $W(\vec{F}) = \mathcal{M}(\vec{F}) \cdot \alpha = F \cdot R \cdot 2\pi N = 3,14 \cdot 10^3 \text{ J} = 3,14 \text{ kJ}$.
- $\mathcal{P}_m = \mathcal{M} \cdot \omega = \mathcal{M} \cdot 2\pi N = 471 \text{ W}$; $W_m = \mathcal{P}_m \cdot t = 2,83 \cdot 10^5 \text{ J} = 283 \text{ kJ}$

EXERCICE 7:

- $\mathcal{M}(\vec{F}) = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$; 2) $W(\vec{F}) = 628 \text{ J}$;
- $\mathcal{P}(\vec{F}) = 6,28 \text{ W}$.

EXERCICE 8:

- $F = 231 \text{ N}$; 2) $W(\vec{F}) = 10,5 \text{ J}$.

EXERCICE 9:

- $F = \frac{mgr}{L} = 40 \text{ N}$; 2) $W(\vec{F}) = 1256 \text{ J}$;
- $\mathcal{P} = 628 \text{ W}$.

EXERCICE 10:

- $F_0 = \frac{mgr}{R} = 20 \text{ N}$; 2) $\mathcal{M} = -0,8 \text{ N} \cdot \text{m}$;
- $\mathcal{P}(\vec{F}) = 12 \text{ W}$.

THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE

EXERCICE 1: 8 p.75

$$1) E_{c2} - E_{c1} = W_{12}(\vec{P}) ; \text{ ou } 0 - \frac{1}{2} Mv^2 = -MgL$$

$$\sin \alpha \Rightarrow L = \frac{v^2}{2g \sin \alpha} = \mathbf{531 \text{ m}}$$

$$2) 0 - \frac{1}{2} Mv^2 = -MgL' \sin \alpha - FL' \Rightarrow$$

$$L' = \frac{v^2}{2g \sin \alpha + \frac{F}{M}} = \mathbf{454 \text{ m}}$$

$$3.a) \frac{1}{2} Mv^2 - 0 = -MgL \sin \alpha \Rightarrow v^2 = 2gL \sin \alpha$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gL \sin \alpha} = \mathbf{24,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} = \mathbf{87 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}$$

$$b) \frac{1}{2} Mv'^2 - 0 = MgL \sin \alpha - FL \Rightarrow v'^2 = 2gL \sin \alpha - 2 \frac{F}{M} L$$

$$\Rightarrow v' = \sqrt{2L(g \sin \alpha - \frac{F}{M})} = \mathbf{19,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} = \mathbf{71 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}$$

EXERCICE 2: 12 p. 76

$$1. E_{c2} - E_{c1} = W(\vec{P}) + W(\vec{T}_1) \Rightarrow \frac{1}{2} Mv^2 - 0 = -$$

$$Mgh + T_1 \cdot h \Rightarrow T_1 = M \cdot g + \frac{Mv^2}{2h} = \mathbf{6 \ 480 \text{ N}}$$

$$2. \text{ Principe de l'inertie : } T_2 = M \cdot g = \mathbf{5 \ 880 \text{ N}}$$

$$3. 0 - \frac{1}{2} Mv^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{T}_3) = -Ph + T_3 \cdot h$$

$$\Rightarrow T_3 = M \cdot g - \frac{Mv^2}{2h} = \mathbf{5 \ 280 \text{ N}}$$

4) Calcul de $W(\vec{P})$ et $W(\vec{T})$:

$$\bullet \text{ 1}^{\text{ère}} \text{ phase : } W_1(\vec{P}) = -Mg \cdot h_1 = -\mathbf{11 \ 760 \text{ J}}$$
 et
 $W(\vec{T}_1) = T_1 \cdot h_1 = \mathbf{12 \ 960 \text{ J}}$

$$\bullet \text{ 2}^{\text{ème}} \text{ phase : } W_2(\vec{P}) = -Mg \cdot h_2 = -\mathbf{117 \ 600 \text{ J}}$$
 et
 $W(\vec{T}_2) = T_2 \cdot h_2 = \mathbf{117 \ 600 \text{ J}}$

$$\bullet \text{ 3}^{\text{ème}} \text{ phase : } W_3(\vec{P}) = -Mg \cdot h_3 = -\mathbf{11 \ 760 \text{ J}}$$
 et
 $W(\vec{T}_3) = T_3 \cdot h_3 = \mathbf{10 \ 560 \text{ J}}$

EXERCICE 3: 13 p.76

$$1. W(\vec{F}) = F \cdot d = \mathbf{1,2 \cdot 10^{10} \text{ J}}$$

$$2. W(\vec{P}) = -M \cdot g \cdot d = -\mathbf{1,01 \cdot 10^{10} \text{ J}}$$

$$3. \frac{1}{2} Mv^2 - 0 = W(\vec{F}) + W(\vec{P}) \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{2[W(\vec{F}) + W(\vec{P})]}{M}} = \mathbf{134 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

$$= \mathbf{482 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}$$

$$4. \mathcal{P} = F \cdot v = 3,2 \cdot 10^8 \text{ W} = \mathbf{320 \text{ MW}}$$

EXERCICE 5: 12p. 66 (1^{ère} C) :

1. Masse du cylindre : $M = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{\pi d^2 h}{4}$;

$$J_{\Delta} = \frac{1}{2} MR^2 = \frac{1}{2} \rho \cdot \frac{\pi d^2 h}{4} \cdot \frac{d^2}{4} = \rho \cdot \frac{\pi d^4 h}{32}$$

$$= 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2.$$

2. $E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 = \frac{1}{2} J_{\Delta} 4 \cdot \pi^2 N^2 = 2 \cdot \pi^2 J_{\Delta} N^2$
 $= 18,9 \text{ J}$

EXERCICE 6: 13 p. 66 (1^{ère} C) :

• Moment d'inertie d'un rouleau par rapport à son axe : $J_O = \frac{1}{2} mr^2$.

• E_c (poutre) = $\frac{1}{2} Mv^2 = 450 \text{ J}$

• E_c (rouleau) = $\frac{1}{2} J_O \omega^2 = \frac{1}{2} J_O \frac{v^2}{r^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} mr^2 \cdot \frac{v^2}{r^2} = \frac{1}{4} mv^2$.

• Pour les deux rouleaux : $E_c = \frac{1}{2} mv^2 = 180 \text{ J}$

EXERCICE 7: 15 p. 66 (1^{ère} C) :

• $E_c = \frac{1}{2} J_O \omega^2 + \frac{1}{2} M_1 v_1^2 + \frac{1}{2} M_2 v_2^2$.

$$\omega = 2\pi n = 10\pi \text{ rad. s}^{-1} ; \omega = \frac{v_1}{r_1} = \frac{v_2}{r_2} \text{ soit}$$

$$v_1 = r_1 \omega \text{ et } v_2 = r_2 \omega .$$

• $E_c = \frac{1}{2} J_O \omega^2 + \frac{1}{2} M_1 r_1^2 \omega^2 + \frac{1}{2} M_2 r_2^2 \omega^2 = 2\pi^2 n^2$
 $(J_O + M_1 r_1^2 + \frac{1}{2} M_2 r_2^2) = 227 \text{ J}$

ENERGIE POTENTIELLE DE PESANTEUR ENERGIE MECANIQUE

EXERCICE 1 : 11/ 88

1. $E = E_c = \frac{1}{2} M \cdot v_0^2 = 6,25 \text{ J}$

2.a) $\ell = \frac{3Mv_0^2}{8(Mg \sin \alpha + f)} = 2,29 \text{ m}$.

b) $E'_c = \frac{1}{2} M \cdot \frac{v_0^2}{4} = 1,56 \text{ J}$; $E'_p = Mg\ell \sin \alpha$
 $= 1,95 \text{ J}$

• **Energie mécanique** : $E' = E'_c + E'_p = 3,51 \text{ J}$; $E' < E$: l'énergie mécanique diminue au cours du mouvement.

EXERCICE 2: 12/88

1) La formule $E_p = M \cdot g \cdot z$ n'est pas applicable ici car g n'est pas constant lorsque l'altitude augmente.

2) $E_c = \frac{1}{2} M \cdot v^2$; $v \cdot T = 2\pi \cdot (R + z)$;

$$E_c = \frac{2 \cdot \pi^2 M(R+z)^2}{T^2} = 1,70 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

• $E = E_c + E_p = 2,11 \cdot 10^{10} \text{ J}$

EXERCICE 3: 2/98

1) • **Energie cinétique** : $E_c = 80 \text{ J}$

• **Energie potentielle** : $E_p = M \cdot g \cdot h = 4,7 \cdot 10^3 \text{ J}$

• **Energie mécanique** : $E = E_c + E_p = 4,78 \cdot 10^3 \text{ J}$

2) • **Energie cinétique au bas de la pente** : $E = E'_c + E'_p$; $E'_p = 0$, donc $E'_c = E = 4,78 \cdot 10^3 \text{ J}$.

• **Vitesse** : $E'_c = \frac{1}{2} Mv'^2$; donc $v' = 15,5 \text{ m/s}$

EXERCICE 4: 9/99

1. • **Energie potentielle** : $E_{p1} = mgh_1 = 9,8 \text{ J}$

• **Energie mécanique E₁** : $E_1 = E_{p1} = 9,8 \text{ J}$

2. • **Energie mécanique E₂** : $E_2 - E_1 = W(\vec{f}) = -f \cdot L$; $E_2 = E_1 - f \cdot L = 1,96 \text{ J}$

• **Vitesse** : $E_2 = E_{c2} = \frac{1}{2} mv_2^2 \Rightarrow$

$$v_2 = 1,98 \text{ m/s}.$$

3. **Hauteur h₂** : Soit E'_2 l'énergie mécanique à la hauteur h_2 (demi-tour) :

$$E'_2 = E_2 \text{ ou } mgh_2 + 0 = E_2$$

$$\Rightarrow h_2 = \frac{E_2}{mg} = 0,2 \text{ m}.$$

4. **Position du point d'arrêt** : Soit L_1 le chemin parcouru au retour, entre B_2 et B_1 . Soit C le point d'arrêt cherché. L'énergie mécanique en C est alors $E_3 = 0$.

$$E_3 - E'_2 = W(\vec{f}) = -f \cdot L_1 = -E'_2, \text{ d'où } L_1 =$$

$$\frac{E'_2}{f} = 0,5 \text{ m ou } B_2C = L_1 = 0,5 \text{ m}$$

EXERCICE 5: 2 p. 87 (1^{ère} C) :

1.

1.1. $E_{p1} = MgH = 5,88 \cdot 10^3 \text{ J} = 5,88 \text{ kJ}$

1.2. $E_{p2} = E_{p1} = mgH = 5,88 \text{ kJ}$.

2.

2.1. $\omega_1 = 4\pi \text{ rad.s}^{-1}$; $E_{c1} = \frac{1}{2} J \omega_1^2 = 790 \text{ J}$;

$$E_1 = E_{c1} + E_{p1} = 6,67 \text{ kJ}$$

2.2. $\omega_2 = \frac{v}{R} = 2,5 \text{ rad. s}^{-1}$; $E_{c2} = 31,25 \text{ J}$;

$$E_2 = 5,91 \text{ kJ}.$$

EXERCICE 6: 10 p. 87

$$1. E = E_p = MgH = 1,76 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

$$2. \mathcal{P}_m = \frac{E}{t} = 4,07 \cdot 10^9 \text{ W}$$

$$3. \mathcal{P}_e = 0,85 \mathcal{P}_m = 3,46 \cdot 10^9 \text{ W.}$$

EXERCICE 7: 13p. 88 (1^{ère} C)

$$E_p = -Mg \frac{\ell}{2} \cos\theta - mg \ell \cos\theta$$

$$= -g \ell \cos\theta \left(\frac{M}{2} + m \right) = -4,75 \text{ kJ.}$$

EXERCICE 8: 14. 88 (1^{ère} C)

$$1. E_p = m_1 g h_1 + m_2 g \frac{h}{2}; h_1 = (h - a) = h - \frac{a}{2};$$

$$E_p = 20,6 \text{ J}$$

$$2. E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 = \frac{m_1 a^2}{6} \omega^2 = 1,92 \cdot 10^{-2} \text{ J};$$

$$E = E_c + E_p = 20,6 \text{ J.}$$

EXERCICE 9: 4 p. 98 (1^{ère} C) :

$$1. E_{p1} = MgH = 196 \text{ J}; E_1 = E_{p1} + E_{p2} = E_{p1} = 196 \text{ J}$$

$$2. E_{p2} = mgh = 39,2 \text{ J}$$

$$3. E_{p2} + \frac{1}{2} (M + m)v^2 = E_{p1} + 0 = E$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(E_{p1} - E_{p2})}{M + m}} = 5,1 \text{ m. s}^{-1}.$$

CHAMP ELECTROSTATIQUE**EXERCICE 1 :** 3/ 174

$$1. E = 4 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^3 \text{ V/m} = \mathbf{5,7 \cdot 10^3 \text{ V/m}};$$

\vec{E} de même direction et sens que \vec{AD}

$$2. E = 8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^3 \text{ V/m} = \mathbf{11,3 \cdot 10^3 \text{ V/m}};$$

\vec{E} de même direction et sens que \vec{AB}

EXERCICE 2: 7/ 174

$$1) \mathbf{E = 4 \cdot 10^4 \text{ V/m}}; \vec{E} \text{ de même direction et sens que } \vec{BD}.$$

$$2) \vec{E} = \vec{0}$$

$$3) \mathbf{E = 6 \cdot 10^4 \text{ V/m}}; \vec{E} \text{ de même direction et sens que } \vec{DB}$$

EXERCICE 3 : 8 /174 :

1. Le fil a la direction du vecteur $(m\vec{g} + q\vec{E})$:

$$\tan \alpha = \frac{qE}{mg} \Rightarrow q = \frac{mg \tan \alpha}{E} = 8,6 \cdot 10^{-8} \text{ C.}$$

$$2. \vec{E}' \text{ vertical ascendant : } \tan \alpha' = \frac{qE}{mg - qE'},$$

$$\text{d'où } E' = \frac{mg}{q} - \frac{E}{\tan \alpha'} = E \left(\frac{1}{\tan \alpha} - \frac{1}{\tan \alpha'} \right)$$

$$= 2,9 \cdot 10^3 \text{ V.m}^{-1}.$$

$$3. \tan \alpha'' = \frac{qE}{mg + qE'} = 0,12 \Rightarrow \alpha'' = 6,6^\circ.$$

ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE**EXERCICE 1:** 15 p. 175

$$1. V_A - V_B = 0 - 400 = -400 \text{ V};$$

$$V_A - V_B = \vec{E} \cdot \vec{AB} = E (x_B - x_A) \Rightarrow$$

$$E = \frac{V_A - V_B}{x_B - x_A} = 4 \cdot 10^3 \text{ V. m}^{-1}$$

(\vec{E} est dirigé comme $-\vec{i}$).

$$2. V_A - V_O = -V_O = E. AO = -80 \text{ V} \Rightarrow V_O = +80 \text{ V.}$$

$$3. \mathcal{E} = q \cdot V_M; V_A - V_M = \vec{E} \cdot \vec{AM} = -V_M;$$

$$-V_M = -280 \text{ V} \Rightarrow V_M = 280 \text{ V.}$$

$$\mathcal{E} = q \cdot V_M = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ J.}$$

EXERCICE 2 : 17/ 175

$$1. \bullet \text{ Valeur de } V_A : V_A = V_A - V_O = \vec{E} \cdot \vec{AO} = -56,6 \text{ V}$$

$$\bullet \text{ Valeur de } V_B : V_B = V_B - V_O = \vec{E} \cdot \vec{BO} = -113,1 \text{ V.}$$

$$2. \bullet W_{OA} = q(V_O - V_A) = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ J}; \bullet W_{AB} = q(V_A - V_B) = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ J};$$

$$\bullet W_{OB} = q(V_O - V_B) = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ J. On retrouve les mêmes résultats en écrivant, pour } W_{OA}, \text{ par exemple : } W_{OA} = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{OA}$$

EXERCICE 3: 18/175

$$1. E_{CA} = \frac{1}{2} m v^2 = \mathbf{3,34 \cdot 10^{-15} \text{ J}} \text{ ou } 2,09 \cdot 10^4 \text{ eV.}$$

$$2. E_{CB} - E_{CA} = \frac{1}{2} m (v_B^2 - v_A^2) = e(V_A - V_B)$$

$$= eU_{AB} \Rightarrow U_{AB} = \frac{m}{2e} (v_B^2 - v_A^2) = \mathbf{5,44 \cdot 10^5 \text{ V}}$$

EXERCICE 4: 22/ 176

$$1. q = +2e = 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ C.}$$

$$2. E_C = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}} = \mathbf{1,6 \cdot 10^7 \text{ m/s}} = 16 \text{ 100 km/s.}$$

$$3. E_{CB} - E_{CA} = 2e(V_A - V_B) = 2eU_{AB} = 2eU \Rightarrow$$

$$U = \frac{E_{CB} - E_{CA}}{2e} = 6.10^5 \text{ V}$$

EXERCICE 5: 23 / 177

1. • \vec{E} est perpendiculaire aux plaques, dirigé de P_1 vers P_2 .

$$\bullet E = \frac{U}{d} = 2.10^4 \text{ V}$$

2. Le fil s'incline vers la droite d'un angle α :
 $q\vec{E} + m\vec{g} + \vec{T} = \vec{0}$; d'où $\tan \alpha = \frac{qE}{mg} = 0,204$

et $\alpha = 11,5^\circ$

$$3. W(\vec{f}_e) = \vec{E} \cdot \vec{\ell} = q.E.\ell = 8.10^{-6} \text{ J}$$

EXERCICE 6: 19 / 176 :

$$1. E_{CR} = \frac{1}{2} mV^2 = 2e U_{P_1P_2} ; U_{P_1P_2} = \frac{mV^2}{4e}$$

$$= 1,03.10^4 \text{ V.}$$

2. \vec{E} est perpendiculaire aux plaques, dirigé de P_1 vers P_2 ; $E = \frac{U_{P_1P_2}}{d} = 5,2.10^4 \text{ V.m}^{-1}$.

$$3. E_{CR} = \frac{1}{2} mV^2 = 3,3.10^{-15} \text{ J} = 2,1.10^4 \text{ eV} = 21 \text{ keV.}$$

EXERCICE 7: 21 p. 176 :

1. \vec{E} est perpendiculaire aux plaques, dirigé de P_1 vers P_2 ; $E = \frac{U}{d} = 5000 \text{ V.m}^{-1}$.

$$2. V_O - V_M = E.x_M = 100 \text{ V} ; V_O - V_N = 350 \text{ V} ; V_M - V_N = 250 \text{ V}$$

3.

$$3.1. \vec{f}_e = e. \vec{E} \text{ (dirigé de } P_2 \text{ vers } P_1).$$

$$3.2. \frac{1}{2} m V_N^2 = - e(V_R - V_N) ; V_R - V_N =$$

$$= (V_R - V_O) + (V_O - V_N) = - 150 \text{ V}$$

$$\bullet V_N^2 = \frac{2e}{m} (V_N - V_R) ; \text{ d'où } V_N = 7,26.10^6 \text{ m.}$$

$$s^{-1} = 7 260 \text{ km. s}^{-1}.$$

$$\bullet V_M^2 = \frac{2e}{m} (V_M - V_R) ; V_M - V_R =$$

$$(V_M - V_O) + (V_O - V_R) = 400 \text{ V d'où}$$

$$V_M = 11,86.10^6 \text{ m. s}^{-1} = 11860 \text{ km. s}^{-1}.$$

$$\bullet V_0^2 = \frac{2e}{m} (V_0 - V_R) = \frac{2e}{m} U, \text{ d'où}$$

$$V_0 = 13,26.10^6 \text{ m. s}^{-1} = 13 260 \text{ km. s}^{-1}.$$

$$4. W_{NM}(\vec{f}_e) = - e(V_N - V_M) = 4.10^{-17} \text{ J (travail}$$

moteur ; l'électron est bien accéléré).

EXERCICE 8: 24 p. 177 :

1. \vec{E} est perpendiculaire aux plaques, dirigé de P_2 vers P_1 ; $E = \frac{U}{2\ell} = 10^4 \text{ V.m}^{-1}$.

2.

$$2.1. \vec{f}_e = e. \vec{E} : \text{verticale, ascendante ; } f_e = e E = 1,6.10^{-15} \text{ N.}$$

2.2. $P = mg = 8,92.10^{-30} \text{ N}$; $P \ll f_e$ (on ne tiendra pas compte du poids dans les calculs).

2.3. \vec{f}_e impose le sens de la déviation .

3.

3.1. $V_O - V_K = \vec{E} \cdot \vec{OK} = 0$ car \vec{E} et \vec{OK} sont orthogonaux.

$$3.2. V_M - V_K = \vec{E} \cdot \vec{MK} = - E. MK = 130 \text{ V} ;$$

$$V_O - V_M = (V_O - V_K) + (V_K - V_M) = 130 \text{ V}$$

$$4. E_{CM} - E_{CO} = \frac{1}{2} m(V_M^2 - V_0^2) = - e(V_M - V_0)$$

$$= e(V_0 - V_M)$$

$$V_M^2 = V_0^2 + \frac{2e}{m} (V_0 - V_M), \text{ d'où } V_M = 1,21.10^7$$

$$\text{m. s}^{-1} = 12 100 \text{ km. s}^{-1}.$$

ENERGIE ET PUISSANCE ELECTRIQUES

EXERCICE 1 : 4/ 204 :

$$1. \mathcal{P}_{\text{mécanique}} = \mathcal{P} = F.v = 3,33.10^5 \text{ W} ; \mathcal{P} = 0,9.$$

$$\mathcal{P}_u \Rightarrow \mathcal{P}'_u = \frac{P}{0,9} = 3,70.10^5 \text{ W} = 370 \text{ kW.}$$

$$2. U = E' + rI = E' \text{ (car } r \text{ est négligeable)} \Rightarrow$$

$$\mathcal{P}_u = E'.I = U.I \Rightarrow I = \frac{P_u}{U} = 247 \text{ A.}$$

EXERCICE 2: 5/ 204 :

$\mathcal{P}_{\text{mécanique}} = \mathcal{P} = T.v = P.v$ (car $\vec{T} = - \vec{P}$, d'après le principe de l'inertie) ; $P = 2 400 \text{ W}$.

La puissance P' fournie au moteur vaut \mathcal{P}'

$$\Rightarrow \mathcal{P}'_u = \frac{P}{0,8} = 3 000 \text{ W.}$$

$$1. \mathcal{P}' = UI ; I = \frac{P'}{U} = 13,8 \text{ A.}$$

2. Utilisons la loi d'Ohm aux bornes du moteur : $U = E' + r.I \Rightarrow E' = U - rI = 208,4 \text{ V}$.

$$3. Q = rI^2t = 6,7.10^5 \text{ J} = 670 \text{ kJ.}$$

EXERCICE 3 : 10/ 205

2. Loi de Pouillet : $I = \frac{E - E'}{R + r + r'} \Rightarrow$

$$E' + 0,45 r' = 2,02$$

3. • $E' = 0$, d'où $E = (R + r + r') \cdot I \Leftrightarrow$

$$4,5 = (4 + 1,5 + r') \times 0,82 \Leftrightarrow r' = 0 \Omega.$$

• $I = \frac{E - E'}{R + r + r'} \Rightarrow E' = E - I(R + r) = 2,03 ;$

donc $E' \approx 2 \text{ V}$

4.

4.1. $E_1 = (E - rI) \cdot It = 516 \text{ J}$

4.2. $E_2 = RI^2t = 243 \text{ J}$

4.3. $E_3 = E' \cdot It = 270 \text{ J}$

EXERCICE 4 : 12/205

1. $\mathcal{P}_m = F \cdot v = M \cdot g \cdot v = 1 \text{ 568 W}$; $F = Mg$

(Principe d'inertie)

2.

2.1. $I = \frac{E - E'}{r'} \Rightarrow E' = E - r \cdot I = 70,75 \text{ V}$

2.2. $P = E' \cdot I = 1 \text{ 769 W}$

2.3. $\rho = \frac{P_m}{P} = 0,89 = 89 \%$

2.4. Puissance électrique totale fournie :

$$\mathcal{P}_g = E \cdot I = 1 \text{ 800 W} ; \rho' = \frac{P_m}{P_g} = 0,87 = 87 \%$$

EXERCICE 5 : 18/207

1. Moteur bloqué : $E' = 0$; loi de Pouillet :

$$I_1 = \frac{E - E'}{R + r + r'} \Rightarrow r' = 0,76 \Omega$$

$$U_1 = E' + r' \cdot I_1 = r' \cdot I_1 = 3,3 \text{ V} \Rightarrow U_1 = 3,3 \text{ V}$$

2.

2.1. $I_2 = \frac{E - E'}{R + r + r'} \Rightarrow E' = E - (R + r + r') I_2 = 143,3 \text{ V}$

2.2. $U_2 = E' + r' \cdot I_2 = 144,4 \text{ V}$

2.3. $\mathcal{P} = (E - r \cdot I_2) \cdot I_2 = 329 \text{ W}$

2.4. $\mathcal{P}_{th} = (R + r + r') \cdot I_2^2 = 115 \text{ W}$

2.5. $\mathcal{P}_u = E' \cdot I_2 = 215 \text{ W}$

2.6. $\rho = \frac{P_u}{P} = 0,65 \text{ ou } 65 \%$

EXERCICE 6 : 20/207

1. $E' = 0$; $I = \frac{E}{R} = 11 \text{ A}$

2. $E' \neq 0$; $I = \frac{E - E'}{R}$, donc $I < 11 \text{ A}$.

3.

3.1. $\mathcal{P}_u = E' \cdot I$; $E' = \frac{P_u}{I}$, donc $R \cdot I = E - E'$

$$= E - \frac{P_u}{I} \Rightarrow R \cdot I^2 - E \cdot I + P_u = 0.$$

3.2. $\Delta = E^2 - 4 \cdot R \cdot P_u$, doit être positif :

$$\mathcal{P}_u < \frac{E^2}{4R} = P_0 = 302,5 \text{ W}.$$

3.3. Pour $\mathcal{P}_u = 52,5 \text{ W}$, on trouve 2 solutions :

$$I_1 = 0,5 \text{ A} \text{ et } I_2 = 10,5 \text{ A}.$$

• $E'_1 = \frac{P_u}{I_1} = 105 \text{ V}$; $E'_2 = \frac{P_u}{I_2} = 5 \text{ V}$.

• $\rho_1 = \frac{P_u}{EI_1} = 0,954 \text{ ou } 95,4 \%$;

$\rho_2 = \frac{P_u}{EI_2} = 0,045 \text{ ou } 4,5 \%$

4. $\mathcal{P}_u = E \cdot I - R \cdot I^2 = 100 \cdot I - 10 \cdot I^2$: on obtient un arc de parabole dont les coordonnées du maximum valent 5,5 A et 302,5 W.

EXERCICE 15 :

1) $U_{PN} = 4,26 \text{ V}$; 2) $\mathcal{P}_G = 0,9 \text{ W}$;

$\mathcal{P}_{th} = 4,8 \cdot 10^{-2} \text{ W}$; $\mathcal{P}_{ut} = 0,852 \text{ W}$;

$U_{PN} = 4,26 \text{ V}$; 3) $\rho = 94,7\%$.

EXERCICE 16 :

1) $I_1 = 8,7 \text{ A}$; $I_2 = 0,29 \text{ A}$; 2) $\rho_1 = 3,2 \%$;

$\rho_2 = 97\%$.

EXERCICE 17 :

1) $U = 1,98 \text{ V}$; 2) $\mathcal{P}_r = 8,51 \cdot 10^{-2} \text{ W}$;

$\mathcal{P}_{ut} = 7,74 \cdot 10^{-2} \text{ W}$; $\mathcal{P}_{th} = 7,95 \cdot 10^{-2} \text{ W}$;

$\rho = 91\%$; 3) $\mathcal{E} = 1,53 \cdot 10^2 \text{ J}$.

EXERCICE 18 :

$\mathcal{P}_{\epsilon 1} = 33,3 \text{ W}$; $I = 2,78 \text{ A}$; $E' = 10,8 \text{ V}$;

$r' = 0,48 \Omega$

LES CONDENSATEURS

EXERCICE 1: 7 p. 230 3.b)

$$1. Q_0 = CU_1 = 50 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 50 \mu\text{C};$$

$$Q'_0 = C' \cdot U_2 = 16 \mu\text{F}.$$

2. Il y a conservation de la charge aux armatures $A_1 + A_2$: $Q + Q' = Q_0 + Q'_0$.

Par ailleurs : $Q = C \cdot U$; $Q' = C' \cdot U$ (même tension U pour les 2 condensateurs) :

$$\frac{Q}{C} = \frac{Q'}{C'} ; Q' = Q \cdot \frac{C'}{C} = 0,4 Q.$$

$$1,4 Q = 66 \mu\text{F} ; Q = 47,1 \mu\text{F} ; Q' = 18,9 \mu\text{F} ;$$

$$U = \frac{Q}{C} = 94,3 \text{ V}.$$

$$3.a) \epsilon_{(\text{avant})} = \frac{1}{2} C U_1^2 + \frac{1}{2} C' U_2^2 = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

$$b) \epsilon_{(\text{après})} = \frac{1}{2} C U^2 + \frac{1}{2} C' U^2 = 3,11 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

$$4. Q + Q' = Q_0 - Q'_0 = 34 \mu\text{F} ; Q' = 0,4 Q ;$$

$$1,4Q = 34 \mu\text{F} ; Q = 24,3 \mu\text{F} ; Q' = 9,7 \mu\text{F}$$

$$U = \frac{Q}{C} = 48,6 \text{ V}.$$

$$\epsilon_{(\text{avant})} = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ J (inchangé)} ;$$

$$\epsilon_{(\text{après})} = \frac{1}{2} (C + C') U^2 = 8,26 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

EXERCICE 2: 8 p. 230

1. La charge totale des deux armatures liées à M est nulle (conservation de la charge) :

$$- Q_1 + Q_2 = 0 \text{ et } Q_1 = Q_2 = Q.$$

$$2. U_1 = U_{AM} = \frac{Q}{C_1} ; U_2 = U_{MB} = \frac{Q}{C_2} ;$$

$$U = U_1 + U_2 = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) = Q \cdot \frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2}$$

$$\frac{U_1}{U} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} ; U_1 = 0,6U = 300 \text{ V} ;$$

$$\frac{U_2}{U} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} ; U_2 = 0,4U = 200 \text{ V}$$

$$3. Q_1 = Q = C_1 \cdot U_1 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 12 \mu\text{C} ;$$

$$Q_2 = 12 \mu\text{C}.$$

$$\epsilon_1 = \frac{1}{2} C_1 U_1^2 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ J} ;$$

$$\epsilon_2 = \frac{1}{2} C_2 U_2^2 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

EXERCICE 3: 9 p. 230

$$1. U_2 = V_M - V_N = E = 200 \text{ V} ;$$

$$U_1 = V_L - V_M = V_N - V_M = -E = -200 \text{ V}.$$

$$2. Q_1 = C_1(V_2 - V_M) = C_1 \cdot U_1 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C} = -4 \mu\text{C} ;$$

$$Q_2 = C_2(V_M - V_N) = C_2 U_2 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C} = -4 \mu\text{C} .$$

$$3. \epsilon = \frac{1}{2} C_1 U_1^2 + \frac{1}{2} C_2 U_2^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

EXERCICE 4: 15 p. 232

$$1. C_1 = \epsilon_0 \cdot \frac{L \cdot \ell}{d_1} = 3,5 \text{ nF} ; C_2 = \epsilon_0 \cdot \frac{\pi r^2}{d_2} = 5,6 \text{ nF}.$$

$$2.a) Q = C_e \cdot U ; C_e = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 2,15 \text{ nF} ;$$

$$Q = 2,15 \cdot 10^{-7} \text{ C}.$$

$$b) Q = C_1 U_1 = C_e \cdot U ; U_1 = \frac{C_e}{C_1} U = 62 \text{ V} ;$$

$$U_2 = \frac{C_e}{C_2} U = 38 \text{ V}$$

$$c) \epsilon = \frac{Q^2}{2C_1} + \frac{Q^2}{2C_2} = \frac{Q^2}{2C_e} = 1,07 \cdot 10^{-5} \text{ J}.$$

$$3.a) Q'_1 = C_1 \cdot U' = 1,75 \cdot 10^{-7} \text{ C} ; Q'_2 = C_2 \cdot U' = 2,8 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

$$b) \epsilon' = \frac{Q'_1 U'}{2} + \frac{Q'_2 U'}{2} = \frac{(Q'_1 + Q'_2) U'}{2} = 1,14 \cdot 10^{-5} \text{ J}.$$

EXERCICE 5 : 11/ 231

1. $Q_1 = C_1 U = 3 \cdot 10^{-4} \text{ C}$. (car à l'équilibre, il n y a pas de courant dans R).

2.

$$2.1. Q'_1 + Q'_2 = Q_1 + 0 = Q_1 ; Q'_1 + Q'_2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ C}.$$

A l'équilibre, il n y a pas de courant dans R et les armatures sont soumises à la même tension U' :

$$U' = \frac{Q'_1}{C_1} = \frac{Q'_2}{C_2} ; Q'_2 = \frac{C_2}{C_1} \cdot Q'_1 \Rightarrow$$

$$Q'_2 = 1,5 \cdot Q'_1.$$

$$2,5 Q'_1 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ C} ; Q'_1 = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ C} ;$$

$$Q'_2 = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ C}.$$

$$2.2. U' = \frac{Q'_1}{C_1} = 60 \text{ V}.$$

$$3. E_1 = \frac{1}{2} C_1 U^2 = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ J} ;$$

$$E'_1 + E'_2 = \frac{1}{2} C_1 U'^2 + \frac{1}{2} C_2 U'^2 = 9 \cdot 10^{-3} \text{ J}.$$

4. La différence $E_1 - (E'_1 + E'_2) = 1,35 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ est dissipée par effet Joule dans R (valeur indépendante de R).

Si $R = 0$, cette énergie est alors dissipée sous forme d'un rayonnement électromagnétique (le circuit joue le rôle d'une antenne émettrice).

EXERCICE 6 : 12/ 231

1.

$$1.1. Q = -I \cdot t = -100 \mu\text{C}.$$

$$1.2. U_{ML} = RI = 1 \text{ V} ; U_{MN} = \frac{Q_M}{C} = -20 \text{ V}.$$

$$1.3. \mathcal{P} = (V_N - V_L) =$$

$$[(V_N - V_M) + (V_M - V_L)] \cdot t = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ W}.$$

2.

- 2.1. Pour $t = 20$ s, $Q'_M = -200 \mu\text{C}$: $E_1 = \frac{Q'^2_M}{2C}$
 $= 4 \cdot 10^{-3}$ J
 2.2. $E_2 = RI^2t = 2 \cdot 10^{-4}$ J
 2.3. $E_3 = E_1 + E_2 = 4,2 \cdot 10^{-3}$ J.

EXERCICE 7 : 14/ 231

1. $C = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} = 8,8$ pF.
 2. On a deux condensateurs en série : le 1^{er} (épaisseur d_1) ;
 le 2^{ème} (épaisseur $d_2 = d - d' - d_1$).
 $C_1 = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$; $C_2 = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$; $\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{\epsilon_0 S}$
 $(d_1 + d_2) = \frac{d - d'}{\epsilon_0 S}$; d'où $C' = \frac{\epsilon_0 S}{d - d'} = 22,1$ pF.

**AMPLIFICATEUR
OPERATIONNEL****EXERCICE 1**:

2. $U_s = A \cdot U_e$; A est le coefficient directeur de la droite : $A = -20$.
 3. $A = -\frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_2 = 20$ k Ω

EXERCICE 2:

1. Voir cours.
 2. $I^+ = I^- = 0$, donc $I_1 = I_2$ (loi des nœuds).
 3. $U_e = R_1 \cdot I_1$
 4. $U_s = -R_2 \cdot I_1$
 5. $U_s = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$

EXERCICE 3:

1. Non, car la tension U_s est de même signe que U_e .
 2. $A = 50 = 1 + \frac{R_2}{R_1}$, soit $R_2 = 98$ k Ω .
 3. $|U_s| < 15$ V ; $U_e < \frac{15}{50} \Rightarrow U_e < 0,3$ V

EXERCICE 4:

1. $I_1 = I_2 = I$
 2. $U_e = -R_1 \cdot I_1$
 3. $U_s = -(R_2 + R_1) \cdot I_1$

$$4. \frac{U_s}{U_e} = \frac{R_2 + R_1}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = A.$$

$A > 0$, U_s et U_e ont le même signe : montage amplificateur non inverseur.

EXERCICE 5:

1. $U_s = U_e$.
 2. Ce montage est appelé montage suiveur car $U_s = U_e$.
 3. $I = \frac{U_s}{R}$ avec $U_s = U_e = E$, soit $I = 2,25 \cdot 10^{-2}$
 $A = 2,25$ mA.

EXERCICE 6:

1. $U_s = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$.
 2. $G = -\frac{R_2}{R_1} = -10$.
 3. $G < 0$; U_s et U_e sont de signes contraires : le montage est un amplificateur inverseur.

EXERCICE 7: $U_s = -RI_3$; $U_1 = RI_1$; $U_2 = RI_2$
 $\Rightarrow U_s = -(U_1 + U_2)$

La tension de sortie est l'opposée de la somme des tensions d'entrée.

**PROPAGATION DE LA
LUMIERE****EXERCICE 1**: 1 p. 301

1. L'éclair est perçu comme une onde électromagnétique (onde lumineuse) ; le tonnerre comme une onde sonore.

2. $t = \frac{10}{3 \cdot 10^5} = 3,33 \cdot 10^{-5}$ s ; le tonnerre n'est

perçu qu'à l'instant $t' = \frac{10}{0,34} = 29,4$ s.

$t' - t \approx t'$: la durée qui sépare les perceptions de l'éclair et du tonnerre permet d'évaluer la distance entre l'observateur et l'orage.

EXERCICE 2: 2 p. 301

1. La propagation de la lumière est quasi instantanée ; celle du son est plus lente.

2. $h = c \cdot t = 340 \times 0,2 = 68$ m.

EXERCICE 3: 3/301

Le plafond, s'il est blanc, diffuse la lumière qu'il reçoit dans toutes les directions. Ce phénomène n'a plus lieu s'il est noir, car il y a absorption de toutes les radiations.

EXERCICE 4: 5/301

1. $1 \text{ a.l} = 9,47.10^{15} \text{ m}$; $1 \text{ u.a} = 1,5.10^{11} \text{ m}$;

$$1 \text{ u.a} = \frac{1,5.10^{11}}{9,47.10^{15}} = 1,58.10^{-5} \text{ a.l.}$$

2. $\ell = R.\theta$; $R = 1 \text{ pc}$ si $\ell = 1 \text{ u.a}$ et $\theta = 1''$
 $= 4,85.10^{-6} \text{ rad.}$

$$R = \frac{\ell}{\theta} ; R = \frac{1 \text{ u.a}}{4,85.10^{-6}} \approx 2,1.10^5 \text{ u.a} ;$$

$$1 \text{ pc} = 2,1.10^5 \text{ u.a.}$$

$$1 \text{ pc} = 2,1.10^5 \times 1,58.10^{-5} = \mathbf{3,25 \text{ a.l}}$$

3. • $d(\text{Terre- Lune}) = 3,84.10^5 \text{ km} \approx 2,56.10^3 \text{ u.a}$

$$\bullet d(\text{Terre- Lyre}) = 2 \text{ 300 a.l} \approx 708 \text{ pc}$$

$$\bullet d(\text{Pluton - Soleil}) = 5,9.10^9 \text{ km} \approx 39,3 \text{ u.a}$$

EXERCICE 5: 6/301

1. et 2. Ombre portée circulaire de rayon
 $4r = 40 \text{ cm.}$

EXERCICE 6: 7/301

1. On observe une zone éclairée « renversée », de hauteur $h' = 2h = 4 \text{ cm.}$

2. La zone éclairée se déplace, vers le bas, de 4 cm, en gardant la même « hauteur » $h' = 4 \text{ cm.}$

EXERCICE 7: 11/302

$$1. t = \frac{d}{c} = \frac{10}{3.10^8} = 33,3.10^{-5} \text{ s} = 33,3 \mu\text{s.}$$

2. Faire un dessin représentant la Terre (rayon R), les deux pylônes (distance 2 d, hauteur h). Le théorème de Pythagore fournit :

$$d^2 = (h + R)^2 - R^2 = (h + 2R). h \approx 2Rh ;$$

$$d = \sqrt{2Rh} = 25,3 \text{ km.}$$

$$\mathbf{D = 2d \approx 50,6 \text{ km.}}$$

REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE**EXERCICE 1:** 11/314

1. Construction classique.

2. Le rayon réfléchi tourne de 2α dans le sens de rotation du miroir.

$$\mathbf{A.N. : \beta = 2\alpha = 20^\circ.}$$

Intérêt pratique : la mesure optique des petites rotations (méthode de Poggendorf).

EXERCICE 2: 12/314

Si l'angle d'incidence passe de i à $i + \alpha$, l'angle de réflexion passe aussi de i à $i + \alpha$, donc

$$\beta = \alpha = 20^\circ. \text{ Algébriquement : } \mathbf{\beta = -\alpha.}$$

EXERCICE 3: 4/328

$$\bullet i = 30^\circ ; \sin i = n \cdot \sin t ; \sin t = \frac{1}{n} \sin i$$

$$= \frac{1}{1,5} \sin 30^\circ = \frac{1}{3}.$$

• $t \approx 19,5^\circ$; le rayon réfracté fait $70,5^\circ$ avec la surface de séparation.

EXERCICE 4: 5/328

1. Le rayon pénètre dans le prisme sans déviation, subit une réflexion totale sur la face AB, une seconde réflexion totale sur la face AC et retransverse, sans déviation, la face BC, suivant un trajet parallèle au trajet incident dans l'air.

2. Le rayon traverse la face AC sans déviation, subit une réflexion totale sur BC, traverse la face AB sans déviation. Le rayon incident tourne de 90° .

EXERCICE 5: 6/328

$$1. \sin 60^\circ = n \cdot \sin 40^\circ ; n = 1,35.$$

2. $n \sin i' = \sin t'$; $1,35 \sin 60^\circ = 1,17$; il est impossible d'obtenir un rayon réfracté : **il y a réflexion totale.**

EXERCICE 6: 8/328

1. et 2. L'angle d'émergence en I' vaut $i = 30^\circ$.

$$3. \mathbf{II' = 2h.tan t} ; \sin i = n \cdot \sin t ; \mathbf{t = 22^\circ} ; \mathbf{II' = 40,5 \text{ cm.}}$$

EXERCICE 7: 9/328

1. et 2. $i' = i = 45^\circ$.

3. Faire un dessin ; placer I, I', K et les angles i et t .

- $\sin i = n \sin t$; $t = 28,1^\circ$.
- $\Pi' = \frac{e}{\cos t} = 5,7 \text{ cm}$; $IK = \Pi' \cdot \sin(i - t) \approx 1,65 \text{ cm}$.

EXERCICE 8: 14/330 1. Le rayon réfracté se rapproche de la normale : $d = i - t = 5^\circ$.
 $\sin i = n \cdot \sin t = n \cdot \sin(i - d)$
 $= n \sin i \cdot \cos d - n \cdot \sin d \cdot \cos i$.

$$D'où : \tan i = \frac{n \sin d}{n \cos d - 1} \Rightarrow i = 14,8^\circ$$

2. Calculons l'angle de réfraction t' :
 1,5. $\sin(3 \times 14,8) = \sin t' > 1$: il y a réflexion totale : la déviation vaut alors $d' = 180^\circ - 6i$, soit $d' = 91,2^\circ$ (faire un dessin).

LES LENTILLES MINCES

EXERCICE 1: Bordas Collection Galileo : ex. corrigé p.280

1. A désignant un point de l'objet situé sur l'axe, son image A' doit se former sur la pellicule, et vérifier : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'} = C$ (1)

$$\text{ou } \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{OF'} \quad (2).$$

Pour OA très grand par rapport à OF' , $|\frac{1}{OA}|$ est très petit par rapport à $|\frac{1}{OF'}|$, et donc $\frac{1}{OA'} \approx$

$\frac{1}{OF'}$, soit : $\overline{OA'} \approx \overline{OF'}$. La pellicule doit être séparée de O de la distance:

$$OF' = \frac{1}{C} = \frac{1}{20} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m (50 mm)}.$$

2. La relation (2) s'écrit : $\frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + C$

$$= \frac{1+C \overline{OA}}{\overline{OA}}. D'où \overline{OA'} = \frac{\overline{OA}}{1+C \overline{OA}}$$

$$= 5,13 \cdot 10^{-2} \text{ m}.$$

Il faut éloigner l'objectif de $5,13 - 5,00 = 0,13 \text{ cm}$.

3. Pour $\overline{OA'} = 5,70 \text{ cm}$, la relation (1) conduit à : $\overline{OA} = \frac{\overline{OA'}}{1+C \overline{OA'}} = 0,41 \text{ m}$. C'est la distance minimale objet- objectif.

EXERCICE 2: Microméga : 13/253

1. Un objet très éloigné peut être considéré à l'infini. Son image se forme donc dans le plan focal image de la lentille. C'est à ce niveau qu'il faut placer la pellicule si l'on veut recueillir une image nette. La distance séparant la pellicule de la lentille est donc égale à la distance focale, soit $4,50 \text{ cm}$.

2. La relation définissant le grandissement γ (en valeur absolue) permet d'écrire : $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$.

Ainsi, la hauteur h' de l'image est déterminée par : $A'B' = AB \cdot \frac{OA'}{OA}$, AB représentant la

hauteur h de l'objet (l'immeuble), il faut donc dans un 1^{er} temps calculer la position OA' de l'image. Comme l'objet est très éloigné (1000 m), l'image est dans le plan focal image, donc $OA' = 4,5 \text{ cm}$.

$$\Rightarrow A'B' = 0,0045 \text{ m} = 4,5 \text{ mm}.$$

3. D'après la relation de conjugaison,

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}. \text{ On obtient } \overline{OA'} = 0,046 \text{ m} = 4,6 \text{ cm}.$$

Par rapport à la situation précédente, il faut donc éloigner la pellicule de 1 mm .

EXERCICE 3: Microméga : 14/253

2. $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$, avec $\overline{OA} = -30 \text{ cm}$ et

$f' = +20 \text{ cm}$, on arrive à : $\overline{OA'} = +60 \text{ cm}$.

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} ; A'B' = AB \cdot \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -2 \text{ cm}.$$

EXERCICE 4: Contrôle Continu : 4/197

1. Pour calculer la vergence, il faut exprimer la distance focale en mètre : $C = \frac{1}{f'} = 25 \delta$.

2. De la relation $C = \frac{1}{f'}$, on tire :

$$f' = \frac{1}{C} = 0,20 \text{ m}.$$

3. D'après les indications du texte :

$$C = C_1 + C_2 = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = 10 \delta \Rightarrow f' = 0,10 \text{ m}.$$

EXERCICE 5: Contrôle Continu : 6/197

1. L'image mesure 4 cm.
 2. On ne peut pas recevoir l'image sur un écran car la lumière ne passe pas réellement par cette image. Il faut l'observer directement à travers l'instrument.

3. Utilisons les formules de conjugaison

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{f' \cdot \overline{OA}}{f' + \overline{OA}}$$

$\overline{OA} = -3,0 \text{ cm} \Rightarrow \overline{OA'} = -12 \text{ cm}$. Le résultat est négatif avant la lentille.

$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \overline{AB} \cdot \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 4 \text{ cm}$. Le résultat est positif : l'image est à l'endroit.

EXERCICE 6: Contrôle Continu : 7/197

1. Un paysage lointain peut être considéré comme un objet placé à l'infini. Dans ce cas, l'image se forme dans le plan focal de l'objectif. La pellicule doit donc se trouver à 50 mm de l'objectif.

2. Plus l'objet s'approche de la lentille, plus l'image s'en éloigne. Quand on veut photographier un objet proche, il faut augmenter la distance entre l'objectif et la pellicule pour que l'image soit se forme toujours sur celle-ci.

3. Quand on fait la mise au point d'un objet lointain vers un objet proche, on augmente la distance objectif- pellicule. Comme la pellicule est fixe, c'est l'objectif qui avance : il sort davantage de l'appareil.

4. L'image de l'affiche se trouve dans le plan focal de l'objectif : on a donc $\overline{OA'} = 50 \text{ mm}$.

4.1. Calculons le grandissement : $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -10^{-2}$

. Le résultat est négatif : l'image est à l'envers sur la pellicule et 100 fois plus petite que l'objet.

4.2. On en déduit que l'affiche est 100 fois plus grande que son image. Elle mesure donc : hauteur : **2,4 m** et largeur : **3,6 m**.

GENERALITES**EXERCICE 1:**

C₆H₁₂O₆:

1. $M = 6M_C + 12M_H + 2M_O = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2. $\%C = 40$; $\%H = 6,67$; $\%O = 53,33$.

EXERCICE 2:

C₁₂H₂₂O₁₁:

• $M = 12M_C + 22M_H + 11M_O = 342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

• $\%C = 42,1$; $\%H = 6,43$; $\%O = 51,5$.

C₂₀H₂₄O₂N₂:

• $M = 324 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

• $\%C = 74,1$; $\%H = 7,41$; $\%O = 9,88$;

$\%N = 8,64$.

EXERCICE 3:

• $\%C + \%H = 100 \Rightarrow \%H = 100 - \%C = 17,8$.

• Masse molaire : $M = 29 \cdot d = 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

• Soit C_xH_y la formule brute : $x = 4$ et $y = 10$, d'où **C₄H₁₀**.

EXERCICE 4:

• Masse molaire : $M = 29 \cdot d = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

• Soit C_xH_yO_z la formule brute : $x = 1$; $y = 4$ et $z = 1$, d'où **CH₄O**.

EXERCICE 5:

• $\%C + \%H + \%N = 100 \Rightarrow \%H = 100 - \%C - \%N = 15,6$.

• Soit C_xH_yN_z la formule brute : $x = 2$; $y = 7$ et $z = 1$, d'où **C₂H₇N**.

EXERCICE 6:

Données : $m = 0,512 \text{ g}$; $m(\text{CO}_2) = 1,76 \text{ g}$; $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,286 \text{ g}$.

1. • $m_C = 0,48 \text{ g}$; $m_H = 3,18 \cdot 10^{-2} \text{ g}$

• $m_C + m_H = 0,48 + 3,18 \cdot 10^{-2} = 0,512 = m$: il n'y a pas d'oxygène.

2. Soit C_xH_y la formule brute : $x = 10$ et $y = 8$, d'où **C₁₀H₈**.

EXERCICE 7:

Données : $m = 1,56 \text{ g}$; $m(\text{CO}_2) = 5,28 \text{ g}$; $m(\text{H}_2\text{O}) = 1,08 \text{ g}$.

1. • $m_C = 1,44 \text{ g} \Rightarrow \%C = 92,3$

• $m_H = 3,18 \cdot 10^{-2} \text{ g} \Rightarrow \%H = 7,67$

2. • Masse molaire : $M = 29 \cdot d = 26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

• Soit C_xH_y la formule brute : $x = 2$ et $y = 2$, d'où **C₂H₂**.

EXERCICE 8:

- $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12C + 11H_2O$
- $C_{12}H_{22}O_{11}$: $M = 12M_C + 22M_H + 11M_O = 342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- $n = \frac{m}{M} = 1,61 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$; $m_C = n_C \cdot M_C$;
 $n_C = 12n$, d'où $m_C = 12n \cdot M_C = 2,32 \text{ g}$.

EXERCICE 9:

- $M = 55M_C + 72M_H + 4M_N + 5M_O + 2M_{Mg} = 892,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

• $\%C = 74$; $\%H = 8,07$; $\%O = 8,97$;
 $\%N = 6,28$; $\%Mg = 2,72$.

- On fait une règle de 3 : $m = 0,4 \text{ g}$.

$$\%Mg = \frac{m_{Mg}}{m} \times 100 \Rightarrow m_{Mg} = 1,09 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

EXERCICE 10:

- Dans une mole, $m = 74 \text{ g}$.
• $m_C = 47,5 \text{ g}$; $m_H = 10,1 \text{ g}$; $m_O = 16,4 \text{ g}$.
- $C_4H_{10}O$.

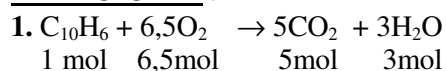
EXERCICE 11:

$$1 \quad \%N = \frac{m_N}{m} \times 100 = 52$$

Soit C_xH_yN la formule brute : $M = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- $\%H = 100 - \%C - \%N = 3,6$.

• Soit C_xH_yN la formule brute : $x = 1$; $y = 1$,
d'où CHN ($H-C \equiv N$).

EXERCICE 12 :

$$2. \quad M(C_{10}H_6) = 126 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$n = \frac{m}{M} = 7,94 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

• $V(O_2) = n(O_2) \cdot V_m$; $n(O_2) = 6,5n$ d'où $V(O_2) = 6,5nV_m = 1,24 \text{ L}$

$$3. \quad V(\text{air}) = 5V(O_2) = 6,19 \text{ L}$$

EXERCICE 13 :

Données : $m = 9 \text{ g}$; $m(CO_2) = 19,8 \text{ g}$;

$m(H_2O) = 3,6 \text{ g}$.

- $m_C = 5,4 \text{ g}$ et $\%C = 60$.
- $m_H = 0,4 \text{ g}$ et $\%H = 4,44$.
- $\%O = 100 - \%C - \%H = 35,6$.
- Soit $C_xH_yO_z$ la formule brute : $x = 9$; $y = 8$
et $z = 4$, d'où $C_9H_8O_4$.

ALCANES**EXERCICE 4:**

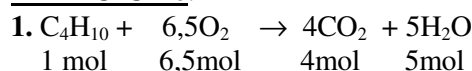
1. C_nH_{2n+2} : $M = 12n + 2n + 2 = 14n + 2 = 72$
 $\Rightarrow n = 5$, d'où C_5H_{10} .

2. Formule semi-développée : $CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$; 2,2-diméthylpropane.

3. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$: pentane; $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$: 2-méthylbutane.

EXERCICE 5:

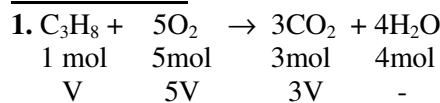
1. C_nH_{2n+2} : $M = 14n + 2$; $\%C = \%H = n = 7$,
d'où C_7H_{16} .

EXERCICE 6:

$$2. \quad M(C_4H_{10}) = 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; \quad n = \frac{m}{M}$$

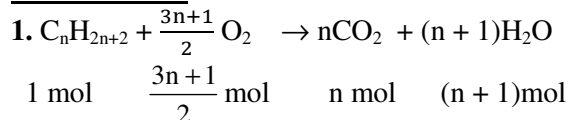
• $V(O_2) = n(O_2) \cdot V_0$; $n(O_2) = 6,5n$ d'où $V(O_2) = 6,5nV_0 = 3,26 \cdot 10^4 \text{ L}$

$$3. \quad V(\text{air}) = 5V(O_2) = 1,63 \cdot 10^5 \text{ L}$$

EXERCICE 7:

2. Il faut $V'(O_2) = 5V(C_3H_8) = 100 \text{ mL}$.
 $V(O_2) > V'(O_2)$, donc O_2 se trouve en excès.
Volume restant : $V''(O_2) = V(O_2) - V'(O_2) = 20 \text{ mL}$.

3. $n(H_2O) = 4n(C_3H_8)$ et $m(H_2O) = n(H_2O) \cdot M(H_2O) = 6,43 \cdot 10^{-2} \text{ g}$.

EXERCICE 8:

2. Soit A cet alcane : C_nH_{2n+2} : $M_A = 14n + 2$;

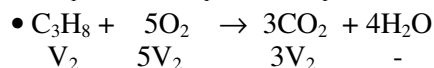
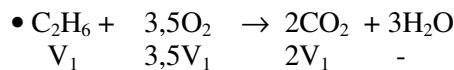
$$H_2O : n = \frac{m}{M} = 1,5 \text{ mol}$$

$n = 5$, soit C_5H_{12} .

3. $CH_3-C(CH_3)_2-CH_3$: 2,2-diméthylpropane;
 $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$: pentane;
 $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$: 2-méthylbutane.

EXERCICE 9:

1.



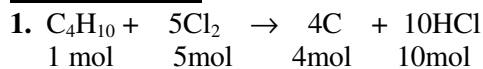
2.

$$\bullet V_1 + V_2 = 30$$

$$\bullet 2V_1 + 3V_2 = 80$$

$$\Rightarrow V_1 = 10 \text{ mL (C}_2\text{H}_6\text{) et } V_2 = 20 \text{ mL (C}_3\text{H}_8\text{).}$$

$$3. V(\text{O}_2) = 3,5V_1 + 5V_2 = \mathbf{135 \text{ mL}}$$

EXERCICE 10:

$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{nc}{4} = \frac{4mc}{M_C}; V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = n(\text{C}_4\text{H}_{10}).$$

$$V_0 \Rightarrow V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{4mc}{M_C} \cdot V_0 = 2,24 \text{ L}$$

$$2. V(\text{Cl}_2) = 5 \cdot V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 11,2 \text{ L.}$$

ALCENES ET ALCYNES**EXERCICE 2:**

$$1. \text{C}_n\text{H}_{2n}: M = 12n + 2n = 14n = 56 \Rightarrow n = 4, \text{ d'où } \mathbf{C}_4\mathbf{H}_8.$$

$$2. \text{CH}_2=\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3: \text{but-1-ène};$$

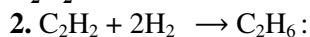
$$\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}_3: \text{but-2-ène};$$

$$\text{CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)=CH}_2: \text{2-méthylprop-1-ène.}$$

$$3. (\text{Z})\text{-but-2-ène et } (\text{E})\text{-but-2-ène.}$$

EXERCICE 3:

$$1. m_C = 12 m_H \Rightarrow 12n = 12(2n-2) \Rightarrow n = 2: \mathbf{C}_2\mathbf{H}_2$$

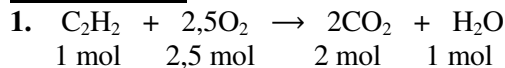


$$m(\text{C}_2\text{H}_6) = n(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_6);$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{V}{V_0} \Rightarrow m(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{V}{V_0}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_6)$$

$$\Rightarrow \mathbf{m(\text{C}_2\text{H}_6) = 2,68 \cdot 10^{-2} \text{ g}}$$

EXERCICE 4:

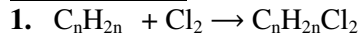
$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_0; n(\text{O}_2) = 2,5 n(\text{C}_2\text{H}_2) = 2,5.$$

$$\frac{m}{M} \Rightarrow V(\text{O}_2) = 2,5 \frac{m}{M} V_0 = 140 \text{ L}$$

$$2. m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O});$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} \Rightarrow$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = \mathbf{45 \text{ g.}}$$

EXERCICE 5:

$$M_B = 14n + 71 = 99 \Rightarrow n = 2; \text{ d'où:}$$

$$\text{A: C}_2\text{H}_4 \quad \text{et} \quad \text{B: C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$$

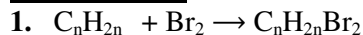
2.

2.1. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H-OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$: on obtient de l'éthanol.

2.2. $m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$; or

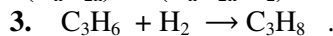
$$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = n(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4)}{M(\text{C}_2\text{H}_4)}$$

$$\Rightarrow m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_4)}{M(\text{C}_2\text{H}_4)} \cdot M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \mathbf{9,2 \text{ g.}}$$

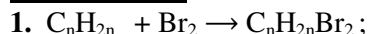
EXERCICE 6:

$$2. M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 14n; M(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{Br}_2) = 14n + 160.$$

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = n(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{Br}_2) \Rightarrow n = 3: \mathbf{C}_3\mathbf{H}_6$$



$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_0; n(\text{H}_2) = n(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6)}{M(\text{C}_3\text{H}_6)} \Rightarrow V(\text{H}_2) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6)}{M(\text{C}_3\text{H}_8)} \cdot V_0 = \mathbf{6,7 \text{ L}}$$

EXERCICE 7:

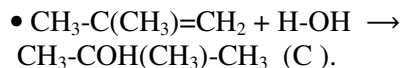
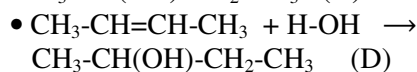
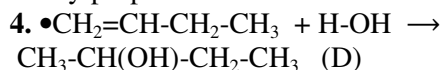
$$M_{\text{Br}} = 14n + 160.$$

$$\%C = \frac{m_{\text{Br}}}{M_{\text{Br}}} \times 100 \Rightarrow$$

$$M_B = m_{\text{Br}} \cdot \frac{100}{\%C} = 216 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$2. M_{\text{Br}} = 14n + 160 = 216 \Rightarrow n = 4 \text{ et } \text{A: C}_4\mathbf{H}_8$$

3. $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$: but-1-ène; $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}_3$: but-2-ène; $\text{CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)=CH}_2$: méthylpropène



$$\Rightarrow \text{A: CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)=CH}_2;$$

$$\text{B: CH}_3\text{-CBr(CH}_3\text{)-CH}_2\text{Br.}$$

EXERCICE 8:

$$1. \text{Monomère: CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)=CH}_2$$

$$(M = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1});$$

$$\text{Polymère: CH}_3\text{-C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-}$$

$$(M' = 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$2. M' = nM \Rightarrow n = \frac{M'}{M} = 1786.$$

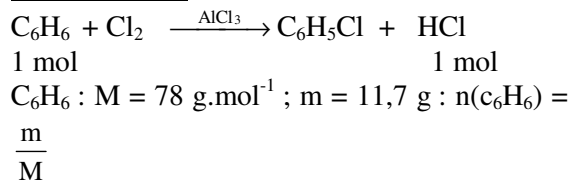
EXERCICE 9:

$$1. M' = nM \Rightarrow M = \frac{M'}{n} = 62,5 \text{ g. mol}^{-1}.$$

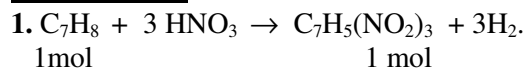
2. Soit $C_xH_yCl_z$ la formule brute : $x = 2$; $y = 3$ et $z = 1$, d'où C_2H_3Cl .

Formule semi- développée : $H_2C=CHCl$.

$$3. -(CH_2-CHCl)_n-$$

COMPOSES AROMATIQUES**EXERCICE 4:**

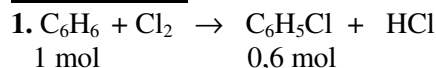
$$V_{HCl} = n_{HCl} \cdot V_0 ; \quad n_{HCl} = n(C_6H_6) \Rightarrow V_{HCl} = \frac{m}{M} \cdot V_0 = 3,36 \text{ L.}$$

EXERCICE 5:

2.

C_7H_8 : $M_A = 92 \text{ g. mol}^{-1}$; $m_A = 23 \text{ kg}$;
 $C_7H_5(NO_2)_3$: $M_B = 227 \text{ g. mol}^{-1}$; $m_B ?$.

$$m_B = n_B \cdot M_B ; \quad n(C_7H_5(NO_2)_3) = n(C_7H_8) = \frac{m_A}{M_A} \quad m_B = \frac{m_A}{M_A} \cdot M_B = 56,75 \text{ kg.}$$

EXERCICE 6:

2. C_6H_6 : $M_A = 78 \text{ g. mol}^{-1}$;
 $C_6H_4Cl_2$: $M_B = 147 \text{ g. mol}^{-1}$.
 $m(C_6H_6) = n(C_6H_6) \cdot M(C_6H_6)$;

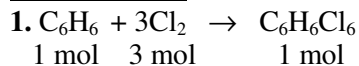
$$\frac{n(C_6H_6)}{100} = \frac{n(C_6H_4Cl_2)}{60}$$

$$\Rightarrow n(C_6H_6) = \frac{100}{60} \cdot n(C_6H_5Cl)$$

$$\Rightarrow n(C_6H_6) = \frac{100}{60} \cdot \frac{m(C_6H_4Cl_2)}{M(C_6H_4Cl_2)}$$

$$\Rightarrow m(C_6H_6) = \frac{100}{60} \cdot \frac{m(C_6H_4Cl_2)}{M(C_6H_4Cl_2)} \cdot M(C_6H_6) =$$

88,4 g.

EXERCICE 7:

2. C_6H_6 : $M_A = 78 \text{ g. mol}^{-1}$; $C_6H_4Cl_2$: $M_B = 291 \text{ g. mol}^{-1}$.

$$n(C_6H_6) = \frac{1}{3} n(Cl_2) = \frac{1}{3} \frac{V(Cl_2)}{V_0} ; \quad m(C_6H_6) = n(C_6H_6) \cdot M(C_6H_6)$$

$$\Rightarrow m(C_6H_6) = \frac{1}{3} \frac{V(Cl_2)}{V_0} \cdot M(C_6H_6) = 0,58 \text{ g.}$$

$$\rho(C_6H_6) = d. \rho_{eau} = 0,9 \text{ g. cm}^{-3} ; \quad V(C_6H_6) = \frac{m(C_6H_6)}{\rho(C_6H_6)} = 0,64 \text{ cm}^3.$$

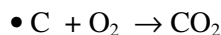
$$3. n(C_6H_6Cl_6) = \frac{1}{3} n(Cl_2) = \frac{1}{3} \frac{V(Cl_2)}{V_0} ;$$

$$m(C_6H_6Cl_6) = n(C_6H_6Cl_6) \cdot M(C_6H_6Cl_6)$$

$$m(C_6H_6Cl_6) = \frac{1}{3} \frac{V(Cl_2)}{V_0} \cdot M(C_6H_6Cl_6) = 2,17 \text{ g.}$$

EXERCICE 8:

1.



$$M_C \quad M(CO_2)$$

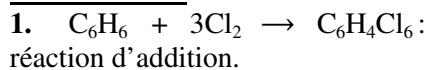
$$m_C \quad m(CO_2)$$

$$m_C = 9,05 \text{ g et } \%C = 90,5.$$

$$\bullet \%H = 100 - \%C = 9,5.$$

• Soit C_xH_y la formule brute : $x = 8$; $y = 10$ d'où C_8H_{10} .

2. Ethylbenzène ; 1,2-diméthylbenzène ou orthodiméthylbenzène ; 1,3- diméthylbenzène ou méta diméthylbenzène ; 1,4-diméthylbenzène ou paradiméthylbenzène.

EXERCICE 9:

2. 1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane.

$$3. m(C_6H_6Cl_6) = n(C_6H_6Cl_6) \cdot M(C_6H_6Cl_6) ;$$

$$n(C_6H_6Cl_6) = n(C_6H_6) = \frac{m(C_6H_6)}{M(C_6H_6)}$$

$$\Rightarrow m(C_6H_6) = \rho(C_6H_6) \cdot M(C_6H_6) = 88,4 \text{ g.}$$

$$\Rightarrow m(C_6H_6Cl_6)$$

$$= \rho(C_6H_6) \cdot \frac{V(C_6H_6)}{M(C_6H_6)} \cdot M(C_6H_6Cl_6) = 16,4 \text{ g.}$$

$$4. V(Cl_2) = n(Cl_2) \cdot V_0 ; \quad n(Cl_2) = 3 n(C_6H_6)$$

$$= 3 \rho(C_6H_6) \cdot \frac{V(C_6H_6)}{M(C_6H_6)}$$

$$\Rightarrow V(Cl_2) = 3 \rho(C_6H_6) \cdot \frac{V(C_6H_6)}{M(C_6H_6)} \cdot V_0$$

= 3,79 L

COMPOSES OXYGENES

EXERCICE 2:

1. $R-OH \Leftrightarrow C_{n+1}H_{2n+2}O$: $M = 14n + 18 = 32$
 $\Rightarrow n = 1 \Rightarrow CH_4O$.

• %C = 37,5 ; %H = 12,5 ; %O = 50

2. $M = 29$ d = 74 g.mol⁻¹ ; $R-COOH \Leftrightarrow C_{n+1}H_{2n+2}O_2$: $M = 14n + 46 = 74 \Rightarrow n = 2 \Rightarrow C_2H_5O_2$.

• %C = 48,6 ; %H = 8,1 ; %O = 43,2

EXERCICE 3:

1. RCOOR'

2. $C_nH_{2n+1}COO-C_mH_{2m+1}$ ou $C_xH_{2x+2}CO_2$ avec $x = n + m$ et $m \neq 0$.

$M = 14x + 46 = 74$ $x = 2 \Rightarrow C_2H_6CO_2$

3 et 4. A : $CH_3-COO-CH_3$: éthanoate de méthyle;

B : $H-COO-CH_2-CH_3$: méthanoate de méthyle

EXERCICE 4:

1. RCOOR' ou $C_nH_{2n+1}COO-C_mH_{2m+1}$ ou $C_xH_{2x+2}CO_2$ avec $x = n + m$ et $m \neq 0$, ou $C_{x+1}H_{2x+2}O_2$

$\Leftrightarrow C_xH_{2(x+1)}CO_2$ soit $C_nH_{2n}O_2$ avec avec n : entier naturel.

2. Soit $C_nH_{2n}O_2$ la formule brute :

$\frac{M}{100} = \frac{12n}{\%C} = \frac{2n}{\%H} = \frac{32}{\%O} \Rightarrow n = 4$ d'où $C_4H_8O_2$.

3. et 4. • $H-COO-CH_2-CH_2-CH_3$: méthanoate de propyle

• $H-COO-CH(CH_3)-CH_3$: méthanoate d'isopropyle.

• $CH_3-COO-CH_2-CH_3$: éthanoate d'éthyle

• $CH_3-CH_2-COO-CH_3$: propanoate de méthyle.

EXERCICE 5:

• **RAPPEL** : Formule brute des composés :

Alcool : $C_nH_{2n+2}O$; Aldéhyde : $C_nH_{2n}O$;

Cétone : $C_nH_{2n}O$; Ether- oxyde : $C_nH_{2n+2}O$;

Acide : $C_nH_{2n}O_2$; Ester : $C_nH_{2n}O_2$.

1. $C_4H_{10}O$: il s'agit d'un alcool ou d'un éther-oxyde :

• Les alcools :

• Les éther- oxydes :

$CH_3-CH_2-O-CH_3$: méthyloxypropane ;

$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$: éthoxyéthane.

2. C_4H_8O : Il s'agit d'un aldéhyde ou d'une cétone :

• Aldéhydes :

$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$: butanal ; $CH_3-CH(CH_3)-CHO$: 2-méthylpropanal.

• Cétones : $CH_3-CH_2-CO-CH_3$: butan-2-one.

3. $C_4H_8O_2$: il s'agit d'un acide ou d'un ester.

• Acides :

$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$: acide butanoïque;

$CH_3-CH(CH_3)-COOH$:

acide 2-méthylpropanoïque.

• Esters :

$CH_3-CH_2-COO-CH_3$: propanoate de méthyle ;

$CH_3-COO-CH_2-CH_3$: éthanoate d'éthyle.

$H-COO-CH_2-CH_2-CH_3$: méthanoate de

propyle ; $H-COO-CH(CH_3)-CH_3$: méthanoate

d'isopropyle.

EXERCICE 6:

Le composé A est un alcool: $R-OH \Leftrightarrow$

$C_nH_{2n+2}O$: $M = 14n + 18 = 74 \Rightarrow n = 4$ soit

$C_4H_{10}O$.

A : $CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$: butan-2-ol ; B :

(Z)-but-2-ène ; C : (E) :but-2-ène.

EXERCICE 7:

1. $C_nH_{2n}O_2$: $M_A = 14n + 16$.

A l'équivalence : $n_A = n_B \Leftrightarrow \frac{m_A}{M_A} = C_B \cdot V_B \Rightarrow$

$M_A = \frac{m_A}{C_B V_B} = 88 \text{ g.mol}^{-1}$.

$M_A = 14n + 16 = 88 \Rightarrow n = 4$ soit $C_4H_8O_2$.

2. $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$: acide butanoïque;

$CH_3-CH(CH_3)-COOH$: acide 2-méthylpropanoïque.

EXERCICE 8:

1. R-COO-R' soit $C_nH_{2n}O_2$.

2. $M = 14n + 32 = 29$.d = 116 $\Rightarrow n = 6$ soit

$C_6H_{12}O_2$.

3. Il y a une foule : pas intéressant ! ! ! !

EXERCICE 9:

1. A l'équivalence : $n_A = n_B \Leftrightarrow \frac{m_A}{M_A} = C_B \cdot V_B$

$\Rightarrow M_A = \frac{m_A}{C_B V_B}$.

11,5 g \leftrightarrow 1 L

$m_A \leftrightarrow 2 \cdot 10^{-2}$ L

$\Rightarrow m_A = 0,23$ g ; donc $M_A = 46 \text{ g.mol}^{-1}$.

2. $C_nH_{2n}O_2$: $M_A = 14n + 32 = 46 \Rightarrow n = 1$ soit CH_2O_2 .

3. H-COOH.

EXERCICE 10:

- $C_4H_8 + H_2O \rightarrow C_4H_{10}O$.
- On obtient un seul produit, donc A est symétrique par rapport à la double liaison : $CH_3-CH=CH-CH_3$: but-2-ène.
- $CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$: butan-2-ol .

EXERCICE 12:

$C_nH_{2n}O_2$: $M = 14n + 32 = 29 d = 74 \text{ g. mol}^{-1} \Rightarrow n = 3$ soit **$C_3H_6O_2$** .

$$\bullet \%C = \frac{mc}{M} \times 100 = 48,6 ;$$

$$\%H = \frac{mH}{M} \times 100 = 8,1 ; \%O = \frac{mO}{M} \times 100 = 43,2$$

ETHANOL**EXERCICE 1:**

- $C_nH_{2n+2}O + \frac{3}{2} nO_2 \rightarrow nCO_2 + H_2O$
- $n(C_nH_{2n+2}O) = \frac{n(O_2)}{1,5n}$; $n(C_nH_{2n+2}O) = \frac{m}{M} = \frac{6}{14n+18} = \frac{0,45}{1,5n} \Rightarrow n = 3$; soit **C_3H_8O**
- $CH_3-CH_2-CH_2-OH$: propan-1-ol ; $CH_3-CH(OH)-CH_3$: propan-2-ol

EXERCICE 2:

- $CH_2=CH_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CH_3-CHO$

100 mol	80 mol
---------	--------

$$n(CH_3-CHO) = \frac{m}{M} = \frac{11}{44} = 0,25 \text{ mol} ;$$

$$\frac{n(CH_2=CH_2)}{100} = \frac{n(CH_3-CHO)}{80} \Rightarrow$$

$$n(CH_2=CH_2) = 0,3 \text{ mol} ;$$

$$V(CH_2=CH_2) = n(CH_2=CH_2) \cdot V_m = \mathbf{6,7 \text{ L}}$$

2.

- $CH_3-CHO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CH_3-COOH$

1 mol	0,5 mol	1 mol
0,25 mol	0,125 mol	0,25 mol

$$n(O_2) = 0,125 \text{ mol} ; V = n(O_2) \cdot V_m = \mathbf{2,8 \text{ L}}$$
- $n(CH_3-COOH) = 0,25 \text{ mol} ; m(CH_3-COOH) = n(CH_3-COOH) \cdot M(CH_3-COOH) = \mathbf{15 \text{ g}}$

EXERCICE 3:

- Alcool : $C_nH_{2n+2}O$: $M = 14n+18 = 29 d = 60 \Rightarrow n = 3$ d'où **C_3H_8O**
 - $CH_3-CH_2-CH_2-OH$: propan-1-ol ; $CH_3-CH(OH)-CH_3$: propan-2-ol
 - $C_3H_8O + 4,5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + 4H_2O$

$$n(C_3H_8O) = \frac{m}{M} \text{ et } n(H_2O) = 4 \cdot n = 4 \cdot \frac{m}{M}$$

$$m(H_2O) = n(H_2O) \cdot M(H_2O) \Rightarrow m(H_2O) = 4 \cdot \frac{m}{M} \cdot M(H_2O) = \mathbf{0,36 \text{ g}}$$
 - CH_3-CH_2-CHO : propanal et CH_3-CH_2-COOH : acide propanoïque.
- Remarque** : le propan-2-ol ne subit pas d'oxydation ménagée.

EXERCICE 4:

- $C_nH_{2n+2}O$: $M = 14n+18 = 46 \Rightarrow n = 2$: **C_2H_6O** : CH_3-CH_2-OH
- CH_3-CHO : éthanal et CH_3-COOH : acide éthanoïque

EXERCICE 5:

- Le composé peut s'oxyder en acide carboxylique, donc c'est un aldéhyde : $C_nH_{2n}O$.
 $C_nH_{2n}O$: $M = 14n+16 = 72 \Rightarrow n = 4$: **C_4H_8O** .
 $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$: butanal ;
 $CH_3-CH(CH_3)-CHO$: 2-méthylpropanal.
- $C_4H_8O + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow C_4H_8O_2$.

EXERCICE 6:

- $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CO_2 + C_2H_5OH$.

Glucose	éthanol
---------	---------
- $m(C_2H_5OH) = \rho \cdot V$; $V = 11 \text{ cm}^3 = 11 \cdot 10^{-3} \text{ L} \Rightarrow m = \mathbf{11 \text{ mg}}$.
- C'est par oxydation ménagée que l'éthanal se forme :
 $C_2H_5OH + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CH_3-CHO + H_2O$.

EXERCICE 7:

- A l'équivalence : $n_A = n_B = C_B \cdot V_B = 8,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$.
- Concentration de l'acide** :

$$[CH_3COOH] = \frac{n_A}{V} = \mathbf{8,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}}$$
 - Concentration de l'alcool** : concentration initiale de l'alcool : $[C_2H_5OH]_0 = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$. Une partie de l'alcool se transforme en acide, donc : $[C_2H_5OH]_0 = [C_2H_5OH] + [CH_3COOH]$

$$\Rightarrow [C_2H_5OH] = [C_2H_5OH]_0 - [CH_3COOH] = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

ESTERIFICATION HYDROLYSE

EXERCICE 1:

1. • Acides :

CH₃-CH₂-CH₂-COOH : acide butanoïque;

CH₃-CH(CH₃)-COOH : acide 2-méthylpropanoïque.

• Esters :

CH₃-CH₂-COO-CH₃ : propanoate de méthyle ;

CH₃-COO-CH₂-CH₃ : éthanoate d'éthyle.

H-COO-CH₂-CH₂-CH₃ : méthanoate de propyle ; H-COO-CH(CH₃)-CH₃ : méthanoate d'isopropyle.

2. H-COO-CH₂-CH₃ : méthanoate d'éthyle ;

CH₃-COO-CH₃ : éthanoate de méthyle.

EXERCICE 2:

1. Formule générale : C_nH_{2n}O₂ : M = 14n + 32 = 88 ⇒ n = 4 : **C₄H₈O₂**

2. CH₃-CH₂-COO-CH₃ : propanoate de méthyle ; CH₃-COO-CH₂-CH₃ : éthanoate d'éthyle.

H-COO-CH₂-CH₂-CH₃ : méthanoate de propyle ; H-COO-CH(CH₃)-CH₃ : méthanoate d'isopropyle.

3. R-COO-R' + H₂O ⇌ CH₃-CH₂-CH₂-OH + RCOOH

⇒ Méthanoate de propyle :

H-COO-CH₂-CH₂-CH₃

EXERCICE 3:

1. Formule générale : C_nH_{2n}O₂

2. Formule brute : M = 14n + 32 = 102

⇒ n = 5 : **C₅H₁₀O₂**

3. Il y a une foule : pas intéressant !!!

EXERCICE 4:

1. B : acide éthanoïque ; C : méthanal ; A : éthanoate de méthyle.

2. CH₃-COO-CH₃ + H₂O ⇌ CH₃-COOH + H₂C=O

EXERCICE 9:

1. CH₃-CH(CH₃)-COO-CH₂-CH₃

2. CH₃-CH(CH₃)-COOH + C₂H₅OH ⇌ CH₃-CH(CH₃)-COO-CH₂-CH₃ + H₂O

3.

3.1. Le catalyseur accélère l'estérification.

3.2. La température accélère l'estérification.

4. C₄H₈O₂ + C₂H₆O ⇌ C₆H₈O₂ + H₂O
1 mol 1 mol 0,9 mol 0,9 mol

$$\begin{array}{cccc} 0,15 \text{ mol} & 0,45 \text{ mol} & n_E & n(H_2O) \\ \frac{n_E}{0,9} = \frac{0,15}{1} & \Rightarrow n_E = 0,135 \text{ mol} & \text{et } M_E = 116 & \\ & & & \text{g.mol}^{-1}. \end{array}$$

Ester : n = 0,135 mol ; m = n.M = **15,7 g**

EXERCICE 10:

1.

Données : m = 0,32g ; m(CO₂) = 0,44 g ; m(H₂O) = 0,36 g.

• C + O₂ → CO₂

$$\frac{M_C}{m_C} = \frac{M(CO_2)}{m(CO_2)}$$

$$\frac{m(C)}{M(C)} = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} \Rightarrow m_C = 0,12 \text{ g et}$$

$$\frac{m(C)}{M(C)} = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} \Rightarrow m_C = 0,12 \text{ g et}$$

$$\%C = \frac{m_C}{m} \times 100 = 37,5.$$

• H₂ + O₂ → H₂O

$$\frac{2M_H}{m_C} = \frac{M(H_2O)}{m(H_2O)}$$

$$\frac{m(H)}{2M(H)} = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} \Rightarrow m_H = 4 \cdot 10^{-2} \text{ g et}$$

$$\frac{m(H)}{2M(H)} = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} \Rightarrow m_H = 4 \cdot 10^{-2} \text{ g et}$$

$$\%H = \frac{m_H}{m} \times 100 = 12,5.$$

• %O = 100 - %C - %H = 50 .

• Soit C_xH_yO_z la formule brute :

$$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} \Rightarrow x = z ; y = 4z.$$

C_xH_yO_z ⇌ C_zH_{4z}O_z ⇌ (CH₄O)_z ; pour z = 1 ⇒ **CH₄O**.

2.

2.1. C_nH_{2n}O₂ : M = 14n + 32 = 88 ⇒ n = 4 : **C₄H₈O₂**

2.2. CH₃-CH₂-COOH : acide propanoïque.

REACTION D'OXYDOREDUCTION

EXERCICE 1 : 4 p. 146

1. $2 \text{Ag}^+ + \text{Pb} \rightarrow 2 \text{Ag} + \text{Pb}^{2+}$
2. $3\text{Hg}^{2+} + 2 \text{Al} \rightarrow 3 \text{Hg} + 2 \text{Al}^{3+}$

EXERCICE 2 : 5 p. 146

1. $\text{Cu} + \text{Hg}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Hg}$: le mercure se dépose sur le cuivre formant un amalgame superficiel.
2. Progressivement, la solution devient bleue (teinte des ions Cu^{2+}).

EXERCICE 3 : 6 p. 146

Seules les réactions ci-dessous sont possibles :

3. $3\text{Sn}^{2+} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Sn} + 2\text{Al}^{3+}$
4. $\text{Cu}^{2+} + \text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Cu}$
5. $2\text{Au}^{3+} + 3\text{Zn} \rightarrow 2\text{Au} + 3\text{Zn}^{2+}$

EXERCICE 3 : 8 p. 146

1. On dispose de $n = 50 \cdot 10^{-3} \times 0,1 = 5 \cdot 10^{-3}$ mol d'ions Cu^{2+} . On peut donc oxyder $5 \cdot 10^{-3}$ mol Zn ($m = 327$ mg).
2. Il se forme $5 \cdot 10^{-3}$ mol de cuivre métal ($m' = 3317,5$ mg).

EXERCICE 4 : 9p. 146

1. $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$
2. On dispose de 10^{-3} mol d'ions Ag^+ ; au bout d'une heure, il s'est formé $n = \frac{65 \cdot 10^{-3}}{108}$
 $= 6 \cdot 10^{-4}$ mol Ag, ce qui a consommé $6 \cdot 10^{-4}$ mol d'ions Cu^{2+} . D'où, à cette date :
 $[\text{Ag}^+] = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;
 $[\text{Cu}^{2+}] = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

EXERCICE 5 : 10 p. 146

1. $\text{Cu} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow$ rien
 $\text{Pb}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Pb} + \text{Fe}^{2+}$
 $\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$
2. On dispose, au départ, de $0,1 \times 0,15 = 1,5 \cdot 10^{-2}$ mol d'ions Pb^{2+} . Il se forme finalement : $1,5 \cdot 10^{-2}$ mol d'ions Zn^{2+} ($[\text{Zn}^{2+}] = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) et $1,5 \cdot 10^{-2}$ mol Fe ($m = 0,84$ g).

EXERCICE 6 : 11 p. 146

1. $2 \text{Ag}^+ + \text{Zn} \rightarrow 2 \text{Ag} + \text{Zn}^{2+}$

2. Il s'est formé $n = \frac{0,33}{108} = 3,06 \cdot 10^{-3}$ mol Ag ;

il y avait donc $3,06 \cdot 10^{-3}$ mol d'ions Ag^+ dans 50 mL donc $6,12 \cdot 10^{-2}$ mol AgNO_3 dans 1 L de solution.

$$M(\text{AgNO}_3) = 170 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$m = 170 \times 6,12 \cdot 10^{-2} = \mathbf{10,4 \text{ g.}}$$

3.

3.1. Il se forme un précipité blanc d'hydroxyde $\text{Zn}(\text{OH})_2$ qui se redissout sous forme d'ions $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ en présence d'un excès de soude.

- 3.2. On avait $n' = \frac{3,06}{2} \cdot 10^{-2} = 1,53 \cdot 10^{-3}$ mol

d'ions Zn^{2+} ; $M(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 99,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; on obtient donc au plus, la masse m' d'hydroxyde de zinc : $m' = 99,4 \times 1,53 \cdot 10^{-3} = \mathbf{0,152 \text{ g.}}$

3.3. Sous forme d'ions $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$.

EXERCICE 7 : 12 p. 146

1. $\text{Zn} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2 + \text{Zn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$ et
 $\text{Zn} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Fe}$.

2.

2.1. Les ions Zn^{2+} prennent la place des ions Fe^{2+} dans la 2^{ème} réaction et sont formés à raison de 1 ion Zn^{2+} pour 2 ions H_3O^+ dans la 1^{ère}. D'où la concentration finale :

$$[\text{Zn}^{2+}] = 0,1 + \frac{0,1}{2} = 0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

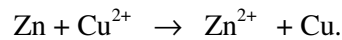
2.2. Il s'est formé 10^{-2} mol Fe, soit $m = 0,56$ g.

2.3. Il s'est formé $5 \cdot 10^{-3}$ mol H_2 soit $V = 0,112$ L.

EXERCICE 8 : 13 p. 147

1. $M(\text{CuSO}_4) = 159,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; 200 mL de solution contiennent $16 \times 0,2 = 3,2$ g de CuSO_4 , soit $\frac{3,2}{159,5} = 2 \cdot 10^{-2}$ mol d'ions Cu^{2+} . On

observe la réaction :



Il se forme $2 \cdot 10^{-2}$ mol de cuivre ($m = 1,27$ g).

2. La réaction : $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$, produit un dépôt de cuivre de métal de **même masse**.

EXERCICE 9 : 14 p. 147

1. $M(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5 \text{ g}$; on dissout $\frac{6,238}{249,5}$

$= 2,5 \cdot 10^{-2}$ mol de sulfate de cuivre hydraté, donc $2,5 \cdot 10^{-2}$ mol d'ions Cu^{2+} .

1.

- H_3O^+ ne provient que de l'acide sulfurique : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

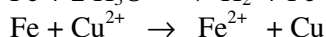
- SO_4^{2-} provient de l'acide sulfurique et du sulfate dissous :

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,1 + 4 \times 2,5 \cdot 10^{-2} = 0,2 \text{ mol. L}^{-1}$$

- $[\text{Cu}^{2+}] = 4 \times 2,5 \cdot 10^{-2} = 0,1 \text{ mol. L}^{-1}$

2.

2.1. Fe réduit les ions H_3O^+ et les ions Cu^{2+} :



2.2. Les ions Fe^{2+} se forment à partir des ions H_3O^+ ($2 \text{H}_3\text{O}^+ \leftrightarrow 1 \text{Fe}^{2+}$) et des ions Cu^{2+} ($1 \text{Cu}^{2+} \leftrightarrow 1 \text{Fe}^{2+}$) d'où la concentration :

$$[\text{Fe}^{2+}] = \frac{0,2}{2} = \mathbf{0,1 \text{ mol. L}^{-1}}$$

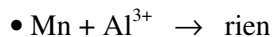
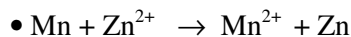
2.3. Il y a formation de $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol Cu}$

$$(\mathbf{m} = \mathbf{1,59 \text{ g}}) \text{ et de } \frac{0,2 \times 0,25}{2} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol H}_2$$

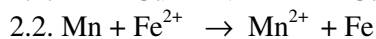
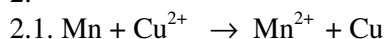
$$(\mathbf{V} = \mathbf{0,56 \text{ L}}).$$

EXERCICE 10 : 15 p. 147

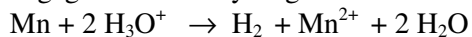
1.



2.



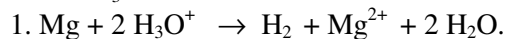
2.3. Le manganèse réduit les ions H_3O^+ avec dégagement de dihydrogène :



et aussi des ions Cu^{2+} avec dépôt de cuivre métal : $\text{Mn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cu}$

EXERCICE 11 : 16 p. 147

On met en présence : 2 g de magnésium ($8,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$) et $0,5 \times 0,15 = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ d'ions H_3O^+ . On observe la réaction :



Les quantités utilisées montrent que Mg est ici en excès.

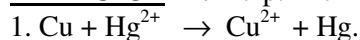
2. Il se forme donc : $\frac{7,5 \cdot 10^{-2}}{2} = 3,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$$\text{H}_2 (\mathbf{V} = \mathbf{0,84 \text{ L}}) \text{ et } 3,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol Mg}^{2+}.$$

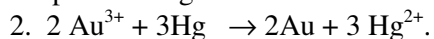
$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{3,75 \cdot 10^{-2}}{0,15} = 0,25 \text{ mol. L}^{-1}.$$

3. Le couple $\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$ se situe, dans la classification, au-dessous des couples relatifs à la plupart des métaux usuels.

EXERCICE 12 : 17 p. 147



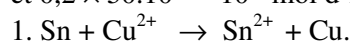
Le couple Hg^{2+}/Hg se place au-dessus du couple Cu^{2+}/Cu .



EXERCICE 13 : 18 p. 147

On met en présence : $\frac{2}{118,7} = 1,68 \cdot 10^{-2} \text{ mol Sn}$

et $0,2 \times 50 \cdot 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol d'ions Cu}^{2+}$.



2. L'étain est en excès : il se forme 10^{-2} mol d'ions Sn^{2+} soit $[\text{Sn}^{2+}] = 0,2 \text{ mol. L}^{-1}$.

3. Le solide est constitué de 10^{-2} mol Cu + l'étain en excès ($6,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$). D'où la la masse m du résidu solide :

$$m = 10^{-2} \times 63,5 + 6,8 \cdot 10^{-3} \times 118,7 = \mathbf{1,44 \text{ g}}.$$

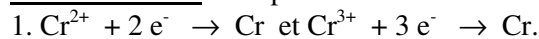
4.

4.1. Il reste 0,81 g d'étain en excès et 0,63 g de cuivre ; seul l'étain réagit avec l'acide chlorhydrique :

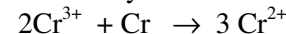


4.2. On obtient $6,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2$ soit $\mathbf{V} = \mathbf{0,152 \text{ L}}$.

EXERCICE 14 : 19 p. 147



2. Cr^{3+} oxyde le chrome :



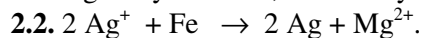
POTENTIELS D'OXYDOREDUCTION

EXERCICE 1 : 4 p. 162

1. 1^{ère} demi-pile : l'ENH ; 2^{ème} demi-pile : un clou plongeant dans une solution d'ion Fe^{2+} de concentration 1 mol.L^{-1} ; un pont salin de KCl.

2.

2.1. Ag^+ oxyde le fer ; Fe^{2+} n'oxyde pas Ag.



La réaction qui a lieu est totale car

$$E_2^0 - E_1^0 = 1,24 \text{ V} > 0,3 \text{ V}.$$

3.

3.1. On dispose de $n = 0,2 \times 0,1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ Ag^+ et de fer en excès ; on obtient :

$$10^{-2} \text{ mol Fe}^{2+} \text{ soit } [\text{Fe}^{2+}] = \mathbf{0,1 \text{ mol. L}^{-1}}.$$

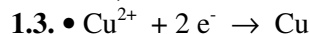
3.2. On obtient $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol Ag}$ soit $\mathbf{m_{Ag} = 2,16 \text{ g}}$.

EXERCICE 2 : 5 p. 162

1.

1.1. Cu pôle positif.

1.2. Le sens conventionnel, dans le circuit extérieur, va du cuivre au fer.



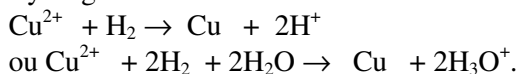
- $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 e^-$
- **Bilan :** $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$.
- 1.4. f.é.m : $E = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$
= 0,78 V.

2. $\text{Cu} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow$ rien
 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$: c'est la réaction qui a lieu dans la pile, lorsqu'elle débite.

EXERCICE 3 : 6 p. 162

1

- 1.1. Pôle (+) : le cuivre.
 1.2. $E = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ_{\text{ENH}} = 0,34 \text{ V}$.
 1.3. Il y a réduction de l'ion Cu^{2+} par le dihydrogène :



2

- 2.1. Pôle (+) : le fil de platine de l'E.N.H.
 2.2. $E' = E^\circ_{\text{ENH}} - E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = 0,23 \text{ V}$.
 2.3. Il y a réduction des ions H^+ (H_3O^+) par le nickel:
 $2\text{H}^+ + \text{Ni} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Ni}^{2+}$
 ou $2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Ni} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ni}^{2+}$.

EXERCICE 4 : 7 p. 162

1. $E = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg})$
 $\Rightarrow E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E$
 = - 2,34 V.

2.

- 2.1. $E = E^\circ(\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}) - E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = - 0,76 + 2,34 = 1,58 \text{ V}$
 2.2. $E^\circ(\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}) > E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg})$, donc Zn est le pôle (+) de la pile.
 2.3. Il y a réduction de l'ion Zn^{2+} par le magnésium lorsque la pile débite :
 • $\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}$
 • $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 e^-$
 • **Bilan :** $\text{Zn}^{2+} + \text{Mg} \rightarrow \text{Zn} + \text{Mg}^{2+}$.

EXERCICE 5 : 8 p. 163

1. L'oxydant du couple de potentiel le plus élevé oxyde le réducteur du couple de potentiel le plus bas.

- 1.1. $\text{Cd}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cd} + \text{Fe}^{2+}$ (réaction non totale).

1.2. $\text{Cd} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow$ rien.

2.

- 2.1. Pôle (+) : le cadmium.
 2.2. f.é.m : $E = E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) - E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$
 = 0,04 V.

2.3. Il y a réduction de l'ion Cd^{2+} et oxydation du fer :

- $\text{Cd}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cd}$

- $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 e^-$
- **Bilan :** $\text{Cd}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cd} + \text{Fe}^{2+}$.

EXERCICE 6 : 9 p. 163

- $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,24 + 0,10 = 0,34 \text{ V}$.
- $E = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) \Rightarrow E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E = 0,34 - 2,00 = - 1,66 \text{ V}$

EXERCICE 7 : 10 p. 163

1. $E = E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) - E^\circ(\text{Tl}/\text{Tl}^+) \Rightarrow E^\circ(\text{Tl}/\text{Tl}^+) = E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) - E = 0,61 + 0,19 - 1,14 = - 0,34 \text{ V}$.

2.

- 2.1. Pôle (+) : le cuivre.
 2.2. f.é.m : $E = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Tl}/\text{Tl}^+) = 0,68 \text{ V}$.

2.3. Il y a réduction des ions Cu^{2+} et oxydation du thallium :

- $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$
- $2 \text{Tl} \rightarrow 2 \text{Tl}^+ + 2 e^-$
- **Bilan :** $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{Tl} \rightarrow \text{Cu} + 2 \text{Tl}^+$.

EXERCICE 8 : 11 p. 163

1. $E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) < E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2)$
 2. $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) < E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) < E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr})$, donc Cu est le pôle (+) de la pile, Cr le pôle (-).

Il y a réduction des ions Cu^{2+} et oxydation du chrome :

- $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu} \quad (\times 3)$
- $\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3 e^- \quad (\times 2)$
- **Bilan :** $3\text{Cu}^{2+} + 2 \text{Cr} \rightarrow 3\text{Cu} + 2 \text{Cr}^{3+}$.
- 3. $E = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr})$; $E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E = 0,34 - 1,08 = - 0,74 \text{ V}$.
- 4. $E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) < E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$: Cr^{3+} ne peut oxyder Fe : le chromage du fer est **impossible** par immersion du fer dans la solution d'ions Cr^{3+} .

EXERCICE 9 : 12 p. 163

1. $E = V_{\text{calomel}} - E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd})$; $= E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = V_{\text{calomel}} - E = 0,24 - 0,16 = 0,08 \text{ V}$.

2.

- 2.1. $E' = E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) - E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = 0,08 - (-0,14) = 0,22 \text{ V}$.

2.2. Le pôle (+) est le cadmium.

2.3.

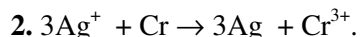
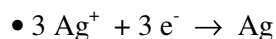
- $\text{Cd}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cd}$
- $\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2 e^-$
- **Bilan :** $\text{Cd}^{2+} + \text{Sn} \rightarrow \text{Cd} + \text{Sn}^{2+}$.
- 3. L'ion H_3O^+ **ne peut oxyder** le cadmium car $E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) < E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd})$.

EXERCICE 10 : 13 p. 163

1.

1.1. $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) > E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr})$, donc Ag est le pôle (+). Les électrons arrivent, depuis l'extérieur, à l'électrode d'argent.

1.2. Il y a réduction des ions Ag^+ et oxydation du chrome :



3. La réaction s'arrête lorsque les ions Ag^+ ont tous été réduits ; la disparition des 3 ions Ag^+ s'accompagne de la formation de 1 ion Cr^{3+} .

D'où la concentration cherchée :

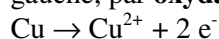
$$[\text{Cr}^{3+}] = \frac{0,1}{3} = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}.$$

EXERCICE 11: 14 p. 163

1. $E = E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0 \text{ V}$. La symétrie des 2 compartiments interdit toute circulation électronique.

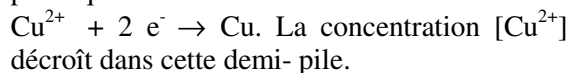
2. Lorsque la pile débite, les électrons circulent (à l'extérieur) du pôle (-) à gauche vers le pôle (+) à droite.

• Ils sont produits, dans le compartiment de gauche, par **oxydation** du métal cuivre :

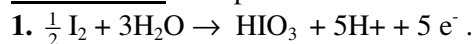


La concentration $[\text{Cu}^{2+}]$ augmente dans ce compartiment.

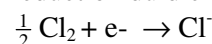
• Dans le compartiment de droite, les électrons provoquent la **réduction** des ions Cu^{2+} :



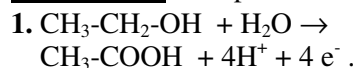
GENERALISATION DE LA NOTION DE COUPLE OXYDANT/REDUCTEUR

EXERCICE 1 : 3 p. 179

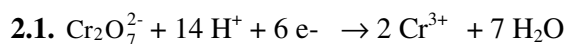
2. Ecrivons la demi-équation électronique de réduction du dichlore en ion chlorure :



On multiplie les coefficients de l'équation de réduction par 5 et on effectue la somme membre à membre : $\frac{1}{2} \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \frac{5}{2} \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HIO}_3 + 5\text{H}^+ + 5\text{Cl}^-$.

EXERCICE 2 : 4 p. 180

2.



2.2. On multiplie les coefficients de la 1^{ère} équation par 3, ceux de la 2^{ème} par 2 et on effectue la somme membre à membre : $3\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + 2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 16\text{H}^+ \rightarrow 3\text{CH}_3\text{-COOH} + 4 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$.

Les ions H^+ sont indispensables à la réaction : d'où le milieu acide.

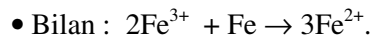
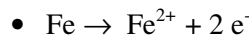
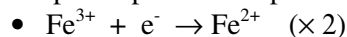
EXERCICE 3 : 6 p. 180

1. $M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 400 \text{ g.mol}^{-1}$; 10 g de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \leftrightarrow 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. D'où la

concentration C de sel dissous : $C = \frac{2,5 \cdot 10^{-2}}{0,1}$

$= 0,25 \text{ mol.L}^{-1}$; ainsi que $[\text{Fe}^{2+}] = 2 C = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$; $[\text{SO}_4^{2-}] = 3 C = 0,75 \text{ mol.L}^{-1}$.

2. $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$. L'oxydant du couple de potentiel le plus élevé (Fe^{3+}) oxyde le réducteur du couple de potentiel le plus bas (Fe) :

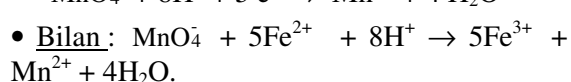
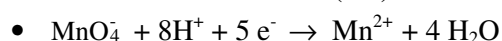


3. On fait réagir $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ d'ions Fe^{3+} ; il y a donc oxydation de $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ Fe, donc disparition de : $m = 56 \times 2,5 \cdot 10^{-2} = 1,4 \text{ g}$ de fer métal. Variation $\Delta m = -1,4 \text{ g}$ de fer.

4. Il se forme $7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ d'ions Fe^{2+} dans 0,1

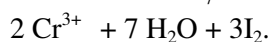
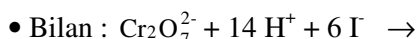
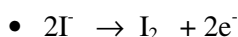
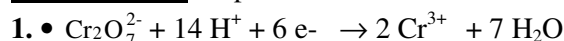
L de solution : $[\text{Fe}^{2+}] = \frac{7,5 \cdot 10^{-2}}{0,1}$

$= 0,75 \text{ mol. L}^{-1}$.

EXERCICE 4 : 7 p. 180

2. On dispose de $n(\text{Fe}^{2+}) = 0,2 \times 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$; soit V (mL), le volume de solution de permanganate versé pour une réaction juste totale : $n(\text{MnO}_4^-) = 10^{-2} \times V \cdot 10^{-3} = 10^{-5} V \text{ mol}$.

Or, $n(\text{MnO}_4^-) = 5n(\text{Fe}^{2+})$; $2 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-5} V$; $V = 4 \text{ mL}$.

EXERCICE 5: 8 p. 180

2. Calculons la quantité de matière d'ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ mise en jeu :

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 10^{-2} \times 10^{-2}$$

$$= 10^{-4} \text{ mol} ; \text{ et celle d'ions } \text{I}^- :$$

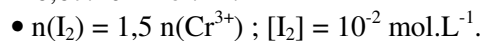
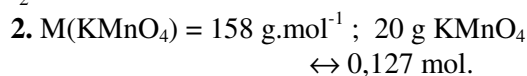
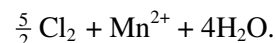
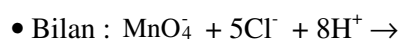
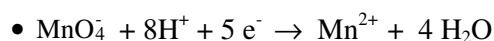
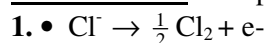
$$n(\text{I}^-) = 0,1 \times 2 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

Les ions I^- sont en large excès, donc tous les ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ sont réduits :

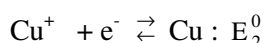
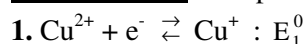


$$\text{solution : } [\text{Cr}^{3+}] = \frac{n(\text{Cr}^{3+})}{V} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 10^{-2}}$$

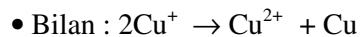
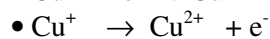
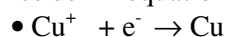
$$= 6,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.$$

**EXERCICE 6 :** 10 p. 180

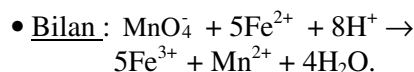
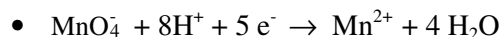
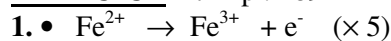
On recueille $n = 2,5 \times 0,127 = 0,316 \text{ mol Cl}_2$,
soit le volume $V = 22,4 \times 0,316 = 7,1 \text{ L}$.

EXERCICE 7 : 17 p. 181

2. $E_2^0 > E_1^0$: l'oxydant du 2^{ème} couple (Cu^+) oxyde le réducteur du 1^{er} couple (Cu^+) selon les demi-équations électroniques et bilan :



Une telle réaction est une **dismutation**. Les ions Cu^+ sont **instables** en solution aqueuse.

DOSAGES PAR OXYDOREDUCTION**EXERCICE 1 :** 1 p. 189

2. Soit C_r , la concentration de la solution d'ions Fe^{2+} . Ecrivons l'équation des dosages redox :

$$n_0. C_0. V_0 = n_r. C_r. V_r. \text{ Ici : } n_0 = 5 ; C_0 = 0,02 \\ \text{mol.L}^{-1} ; V_0 = 10,8 \text{ mL} ; n_r = 1 \text{ et } V_r = 10 \text{ mL}.$$

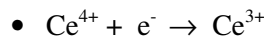
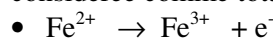
$$\Rightarrow C_r = \mathbf{0,108 \text{ mol.L}^{-1}}.$$

3. 3 g de sel hydraté contiennent $1,08 \cdot 10^{-2}$ mol de ce composé ; $M(\text{FeSO}_4, x\text{H}_2\text{O}) = (152 + 18x)$

$$3 = (152 + 18x) \times 1,08 \cdot 10^{-2} ; \text{ on en déduit} \\ x = 7, \text{ d'où la formule } \mathbf{\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}}.$$

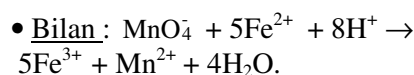
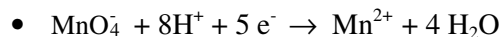
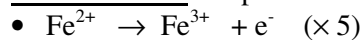
EXERCICE 2 : 2 p. 189

$= 1,41 - 0,77 = 0,64 \text{ V} > 0,3 \text{ V}$: l'oxydation des ions Fe^{2+} par les ions Ce^{4+} peut être considérée comme totale.



2. Soit C_r la concentration des ions Fe^{2+} . Avec les notations habituelles : $n_0. C_0. V_0 = n_r. C_r. V_r$
 $\Rightarrow C_r = \mathbf{0,12 \text{ mol.L}^{-1}}$.

3. Il a fallu dissoudre $1,2 \cdot 10^{-2}$ mol de sel de Mohr, soit la masse : $m = 392,14 \times 1,2 \cdot 10^{-2} = \mathbf{4,71 \text{ g}}$.

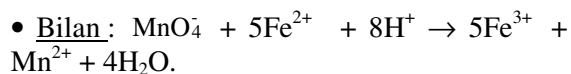
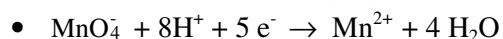
EXERCICE 3 : 5 p. 190

$$C_0 = \frac{1,58}{158} = 0,01 \text{ mol. L}^{-1}. \text{ Calculons la}$$

concentration C_r de la solution réductrice d'ions Fe^{2+} :

$$n_0. C_0. V_0 = n_r. C_r. V_r \Rightarrow C_r = \mathbf{0,1 \text{ mol. L}^{-1}}.$$

La masse de sulfate dissoute par litre de solution vaut donc : $m = 0,1 \times 278 = \mathbf{27,8 \text{ g}}$.

EXERCICE 4 : 6 p. 190

2. Calculons la concentration C_r de la solution réductrice d'ions Fe^{2+} :

$$n_0 \cdot C_0 \cdot V_0 = n_r \cdot C_r \cdot V_r \Rightarrow C_r = \mathbf{0,386 \text{ mol.L}^{-1}}$$

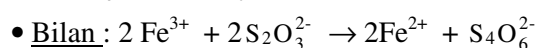
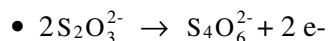
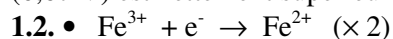
On a dissous $0,386 \times 5 \cdot 10^{-2}$ mol de sulfate FeSO_4 dans les 50 mL de solution, soit la masse :

$$m = 153 \times 0,386 \times 5 \cdot 10^{-2} = \mathbf{2,93 \text{ g}}$$

EXERCICE 5 : 7 p. 190

1.

1.1. L'ion Fe^{3+} oxyde l'ion $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ de façon totale, car la différence des potentiels normaux (0,67 V) est nettement supérieure à 0,3 V.



2.

2.1. Calculons la concentration C_0 de la solution réductrice d'ions Fe^{3+} : $n_0 \cdot C_0 \cdot V_0 = n_r \cdot C_r \cdot V_r$

$$\Rightarrow C_0 = \mathbf{0,05 \text{ mol.L}^{-1}}$$

Attention : $n_r = 1$ et non 2, car les 2 électrons de la 2^{ème} demi-équation électronique sont cédés par 2 moles de $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$.

2.2. $M(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 400 \text{ g.mol}^{-1}$.

1 L de solution contient $5 \cdot 10^{-2}$ mol Fe^{3+} , donc $2,5 \cdot 10^{-2}$ mol de sulfate $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, d'où la masse m :

$$m = 2,5 \cdot 10^{-2} \times 400 = \mathbf{10 \text{ g}}$$