

REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

Honneur - Fraternité - Justice



MINISTRE DE L'EDUCATION ET DE LA REFORME DU
SYSTEME D'ENSEIGNEMENT
INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL

Physique & Chimie

5^{ème} LM

Elaboré par :

EL Moustapha Brahim

Inspecteur pédagogique à l'IGEN

Mohamed Abdellahi Samba

Inspecteur pédagogique à l'IGEN

Revisé par :

Sidi Maham

Professeur de physique-chimie

Mohamed Demba Anne

professeur de physique-chimie

l'illustratrice / maquettiste :

Nejdi Sid'Ahmed Ejjejed

Maquettiste /IPN

2 0 2 5

Physique & Chimie 5^{ème} LM

IPN



PREFACE

Dans le cadre de la mise en œuvre des orientations nationales visant l'amélioration de la qualité de l'enseignement et l'adaptation des apprentissages aux exigences du développement, l'Institut Pédagogique National a le plaisir de mettre à la disposition des enseignants et des élèves cette nouvelle collection de manuels scolaires scientifiques destinés au second cycle de l'enseignement secondaire.

Ces ouvrages couvrent l'ensemble des filières du lycée, aussi bien scientifiques que littéraires, dans les disciplines des Mathématiques, des Sciences de la Nature, de la Physique et de la Chimie. Ils ont été élaborés conformément aux programmes officiellement en vigueur et traduisent la volonté des autorités éducatives de garantir à tous les apprenants des ressources pédagogiques de qualité, adaptées aux objectifs de formation et aux réalités de notre système éducatif.

Depuis la réécriture des programmes en 1999 jusqu'à la validation des programmes actuellement en vigueur en 2022, notre système éducatif a connu plusieurs étapes de réforme et de modernisation curriculaires. Toutefois, cette collection marque une avancée historique, puisqu'il s'agit de la première fois que les filières littéraires, notamment les Lettres Modernes (LM) et les Lettres Originelles (LO), bénéficient de manuels scolaires dans les disciplines scientifiques pour tous les niveaux du second cycle, de la 5^e à la 7^e année. Les filières LO ont, en outre, bénéficié de manuels rédigés en langue arabe afin de répondre aux spécificités linguistiques et pédagogiques de ces séries et de garantir une meilleure accessibilité des contenus scientifiques aux apprenants concernés.

Le travail réalisé dans le cadre de ce projet a consisté, d'une part, à la révision de douze titres correspondant aux manuels des disciplines de base dans les différents niveaux du lycée et, d'autre part, à la conception de vingt-deux nouveaux titres couvrant les autres. Cette entreprise éditoriale d'envergure témoigne de l'engagement des autorités éducatives à renforcer les ressources pédagogiques nationales et à accompagner efficacement la mise en œuvre des nouveaux programmes.

Conscient de l'importance stratégique du manuel scolaire dans le processus d'enseignement-apprentissage, l'Institut Pédagogique National a mobilisé les meilleures compétences nationales pour la réalisation de cette tâche. Des inspecteurs, des conseillers pédagogiques et des professeurs expérimentés, reconnus pour leur expertise scientifique et pédagogique, ont ainsi été sélectionnés afin de concevoir et de réviser des ouvrages répondant aux exigences de qualité académique, pédagogique et didactique.

Les équipes de conception se sont attachées à produire des manuels clairs, structurés et accessibles, favorisant le développement des connaissances, des compétences et de l'esprit scientifique chez les apprenants. Une attention particulière a été accordée à la cohérence des contenus, à la progressivité des apprentissages, à l'intégration des activités pratiques ainsi qu'à l'exploitation d'illustrations et de situations d'apprentissage adaptées au contexte national.

L'Institut Pédagogique National tient à exprimer sa profonde gratitude à la Banque Islamique de Développement pour l'appui précieux qu'elle a apporté à ce projet. Grâce à son financement, toutes les étapes de cette importante œuvre éducative ont pu être réalisées, depuis la rédaction et la révision des manuscrits jusqu'à leur édition, leur correction et leur impression. Cet accompagnement constitue une contribution majeure au développement de l'éducation et au renforcement de la qualité des apprentissages dans notre pays.

L'Institut Pédagogique National adresse également ses sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à l'aboutissement de cette œuvre : auteurs, relecteurs, inspecteurs, équipes techniques et partenaires ayant accompagné les différentes phases de conception et de production.

Nous espérons que ces manuels constitueront des outils pédagogiques efficaces au service des enseignants et des élèves et qu'ils contribueront au renforcement de l'enseignement des sciences, à l'amélioration des performances scolaires et à la formation d'une génération capable de participer activement au développement national.

Le Directeur Général
Dr. Cheikh Mouadh Sidi Abdalla

IPN

Introduction

Dans un monde en perpétuelle évolution, où les sciences et les technologies redessinent chaque jour notre quotidien, il devient indispensable pour chaque citoyen, dès son parcours scolaire, d'acquérir une culture scientifique solide, ouverte et critique. C'est dans cette optique que s'inscrit le présent manuel, destiné aux élèves et aux enseignants de la classe de cinquième Lettre Moderne, conformément au programme de l'année 2020.

Ce manuel se veut bien plus qu'un simple recueil de leçons. Il est conçu comme un **outil de travail puissant**, à la fois structuré et stimulant, qui accompagne l'élève dans la découverte des savoirs scientifiques, tout en développant chez lui une attitude réflexive et analytique face aux informations, aux phénomènes naturels, et aux discours contemporains qui sollicitent chaque jour son jugement.

Une approche par la culture scientifique

L'approche adoptée privilégie une **culture scientifique accessible**. Elle permet aux élèves, même issus d'une filière littéraire, de comprendre les grands enjeux liés aux sciences : santé, environnement, énergie, alimentation, etc. Loin de viser la formation de spécialistes, il s'agit ici de **familiariser les élèves aux démarches scientifiques**, aux méthodes simples de raisonnement, et aux débats de société éclairés par la science. Ce manuel articule ainsi connaissances, et applications concrètes.

Développer l'esprit critique

À l'heure des réseaux sociaux, des fausses informations et des manipulations médiatiques, **l'esprit critique** devient une compétence essentielle. Ce manuel propose donc des activités variées : études de documents, débats argumentés, analyses de textes, afin de former des esprits autonomes, capables de **discerner le vrai du faux**, de **questionner les évidences**, et de **formuler des jugements éclairés**. L'élève est invité à s'approprier les savoirs, à poser des questions pertinentes et à adopter une posture active dans son apprentissage.

Une maîtrise progressive des connaissances scientifiques

Le contenu du manuel est organisé de manière progressive, en lien avec les capacités attendues du programme national. Chaque chapitre est structuré autour d'objectifs clairs, de notions fondamentales, d'exemples et d'exercices de mise en pratique. Des bilans synthétiques permettent de réviser les savoirs efficacement, tandis que des rubriques en adéquation avec les objectifs visés sont proposées avec une formulation simple et compréhensible. L'élève y trouvera ainsi les **outils conceptuels et méthodologiques** pour consolider ses acquis, renforcer sa rigueur intellectuelle, et réussir aussi bien dans ses études que dans sa vie citoyenne.

Ce manuel est donc une passerelle entre **les lettres et les sciences**, entre les **savoirs académiques et les réalités du monde**, entre l'école et la **société**. Il accompagne à la fois **l'enseignant** dans sa mission pédagogique et **l'élève** dans sa construction personnelle.

Il a été conçu comme un véritable **compagnon de route** pour les élèves cinquième Lettre Moderne et leurs enseignants, dans un monde où la compréhension des enjeux scientifiques devient un levier essentiel de réussite personnelle et collective. Il ne s'agit pas seulement d'apprendre des faits ou de mémoriser des concepts, mais de **s'approprier une démarche, de réfléchir avec rigueur**, et de **poser un regard critique et responsable sur le monde**.

Tout au long de l'année, à travers les différents chapitres et activités proposées, l'élève est amené à construire

une culture scientifique vivante, utile et adaptée pour mieux s'épanouir et s'adapter à son environnement. Cette culture nourrit sa curiosité, structure son raisonnement, et développe ses capacités d'analyse, de synthèse et d'expression. Elle l'arme pour participer avec lucidité aux grands débats de société, pour mieux comprendre les défis environnementaux, sanitaires, ou technologiques de notre époque.

Ce manuel est aussi un appel à la **responsabilité intellectuelle**, en valorisant la science sans l'idolâtrer. Il s'agira plutôt, de mettre en avant le débat scientifique en lien avec les autres champs du savoir, afin de contribuer à former des **esprits ouverts, cultivés et critiques**, capables d'agir en conscience.

Chers collègues enseignants,

Vous tenez entre vos mains un manuel conçu pour vous accompagner dans la mise en œuvre du **nouveau programme de cinquième Lettre Moderne**, tel qu'actualisé dans le cadre de la réforme éducative mauritanienne de 2021. Ce manuel s'appuie sur une **approche transversale et humaniste de la culture scientifique**, adaptée à la filière littéraire, et conforme aux objectifs fixés par le Ministère de l'Éducation nationale et de la réforme du système éducatif.

Nous savons que la transmission des savoirs scientifiques à un public non scientifique n'est jamais un exercice évident. C'est pourquoi ce manuel propose une démarche pédagogique progressive, contextualisée, et centrée sur l'**éveil de l'esprit critique**. Il articule les dimensions **cognitives, méthodologiques et citoyennes** de la science, à travers des activités de lecture, d'analyse, de débat et d'écriture.

Loin d'enfermer l'élève dans une logique scolaire traditionnelle, ce manuel l'invite à explorer, comparer, questionner, et produire du sens. Il vous propose des supports variés (textes littéraires, documents scientifiques, graphiques, images), des fiches pédagogiques pour faciliter d'avantage la compréhension et la préparation des cours, ainsi que des outils d'évaluation souples et adaptables.

Nous espérons qu'il vous apportera l'inspiration et les ressources nécessaires pour faire de votre classe un espace de réflexion, d'échange et d'autonomie intellectuelle, fidèle à l'ambition de notre système éducatif.

Conscients que tout travail éducatif est perfectible, nous restons pleinement ouverts aux observations, critiques constructives et suggestions pédagogiques de nos collègues enseignants.

Si certaines imprécisions, maladresses ou omissions se sont glissées dans cet ouvrage, nous en assumons la responsabilité et invitons cordialement les enseignants à nous en faire part pour les corriger dans les prochaines éditions.

Ce manuel est une première étape dans un chantier en constante évolution. L'expérience de terrain des enseignants est précieuse pour l'améliorer. Vos retours seront accueillis avec attention et gratitude.

Toute remarque fondée visant à enrichir le contenu, à clarifier une notion ou à corriger une éventuelle erreur sera non seulement considérée, mais intégrée avec soin dans l'esprit de co-construction pédagogique.

Ensemble, faisons de cet outil un support vivant, qui évolue avec les besoins réels des élèves et l'expertise des enseignants.

Table des matières

P9 Partie I optique		
Chapitre 1 P10	La lumière	▪ Comportement de la lumière ▪ Réflexion et réfraction de la lumière ▪ Décomposition de la lumière Blanche ▪ Les radiations
P35 Partie II mécanique		
Chapitre 2 P36	Forces et équilibre d'un solide	▪ Notions relatives aux forces ▪ Equilibre d'un corps soumis à deux forces ▪ Equilibre d'un corps soumis à trois forces
P61 Partie III électricité		
Chapitre 3 P62	Intensité et tension électriques	▪ Intensité du courant électrique continu ▪ Tension électrique
Chapitre 4 P73	Les effets du courant électrique	▪ Effet thermique ▪ Effet magnétique ▪ Effet chimique ▪ Sécurité
P85 Partie IV chimie		
Chapitre 1 P86	Structure de la matière	▪ Structure de l'atome ▪ Les molécules ▪ Les ions
Chapitre 2 P101	Quantité de matière	▪ La mole ▪ Quantité de matière ▪ Calcul de prévision

IPN



PARTIE I : OPTIQUE

Chapitre 1 : La lumière

- 1- Comportement de la lumière
- 2- Réflexion de la lumière
- 3- Réfraction de la lumière

Les objectifs

- Observer les différents comportements de la lumière.
- Expliquer le principe de la vision des objets.
- Relier ces phénomènes à des situations du quotidien.
- Savoir représenter un rayon lumineux réfléchi.
- Identifier les applications concrètes de la réflexion.
- Comprendre ce qu'est la réfraction de la lumière.
- Interpréter simplement la loi de la réfraction.
- Relier la réfraction à des situations de la vie quotidienne.
- Comprendre la notion d'indice de réfraction.
- Comparer la vitesse de la lumière dans différents milieux.
- Relier l'indice à la déviation de la lumière.

Introduction

La lumière est partout autour de nous : elle éclaire les objets, révèle les formes, les couleurs et nous permet de voir le monde.

Mais comment se comporte-t-elle lorsqu'elle rencontre un obstacle ou change de milieu ? Pourquoi voit-on son reflet dans un miroir, mais pas sur une feuille de papier ? Pourquoi une cuillère semble-t-elle cassée dans un verre d'eau ?

Ces phénomènes s'expliquent par deux comportements fondamentaux de la lumière :

La réflexion, lorsqu'elle rebondit sur une surface, et **la réfraction**, lorsqu'elle change de direction en traversant un autre milieu.

Dans ce chapitre, nous allons découvrir ces deux effets à travers des exemples concrets et comprendre comment ils permettent d'expliquer ce que nous observons chaque jour.

I- COMPORTEMENT DE LA LUMIERE

Activité simple d'observation

Matériel : une lampe torche, un miroir, un verre d'eau, une feuille noire.

Manipulation :

1. Diriger la lampe sur le miroir, que se passe-t-il ?
2. Puis sur le verre d'eau, que voit-on de l'autre côté ?
3. Puis sur la feuille noire, ressent-on une chaleur ?

Conclusion de l'activité :

On observe trois phénomènes différents : réflexion, transmission, absorption.

2. Miroirs, vitres, papiers... Que font-ils à la lumière :

Objet	Ce qu'il fait à la lumière	Phénomène
Miroir	Renvoie toute la lumière	Réflexion
Verre transparent	Laisse passer la lumière	Transmission
Papier blanc	Diffuse la lumière dans toutes les directions	Réflexion diffuse
Feuille noire	N'en renvoie presque pas, chauffe	Absorption

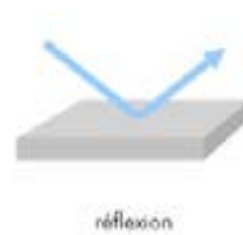
Trois comportements possibles de la lumière

Quand la lumière arrive sur un objet ou une surface, elle peut :

1. Être réfléchi :

Comme avec un miroir, l'image est renvoyée dans une direction particulière.

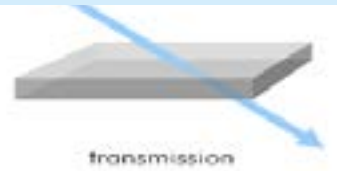
Exemple : ton reflet dans une vitrine.



2. Traverser la matière :

On parle de transmission. C'est le cas du verre ou de l'eau.

Exemple : lumière qui passe à travers un verre d'eau.



3. Être absorbée

Elle disparaît dans la matière et se transforme souvent en chaleur.

Exemple : une chemise noire chauffe plus qu'une blanche au soleil.



À retenir :

- La lumière n'a pas toujours le même comportement : tout dépend de la surface qu'elle rencontre.
- Réfléchir, traverser ou disparaître : ce sont les trois grandes options de la lumière.
- Les surfaces lisses (comme un miroir) renvoient la lumière de façon ordonnée. Les surfaces rugueuses la diffusent dans toutes les directions.

Vocabulaire :

- Réflexion : retour de la lumière dans un milieu après avoir rencontré une surface.
- Transmission : passage de la lumière à travers un matériau.
- Absorption : disparition partielle ou totale de la lumière dans une matière.



II. REFLEXION DE LA LUMIERE :

❖ Que se passe-t-il quand la lumière touche un miroir ?

Expérience simple :

Matériel : lampe, miroir plan, support avec papier millimétré.

Manipulation :

1. Oriente la lampe pour qu'un rayon touche le miroir.
2. Observe où part le rayon réfléchi.
3. On mesure les angles d'incidence et de réflexion : ils sont égaux.

Conclusion de l'activité :

Surface	Type de réflexion	Effet visuel
Miroir lisse	Réflexion spéculaire	Image nette (reflet)
Papier, mur, tissu...	Réflexion diffuse	Pas d'image, mais lumière visible

Réflexion régulière ou diffuse ?

C'est grâce à la réflexion diffuse que nous voyons les objets autour de nous, même s'ils ne brillent pas.

La mesure des angles d'incidence et de réflexion montre qu'ils sont égaux.

Définitions :

○ Un miroir :

C'est une surface très lisse et brillante. Lorsqu'un rayon lumineux l'atteint, il est renvoyé dans une direction bien précise.

C'est ce qu'on appelle réflexion spéculaire.

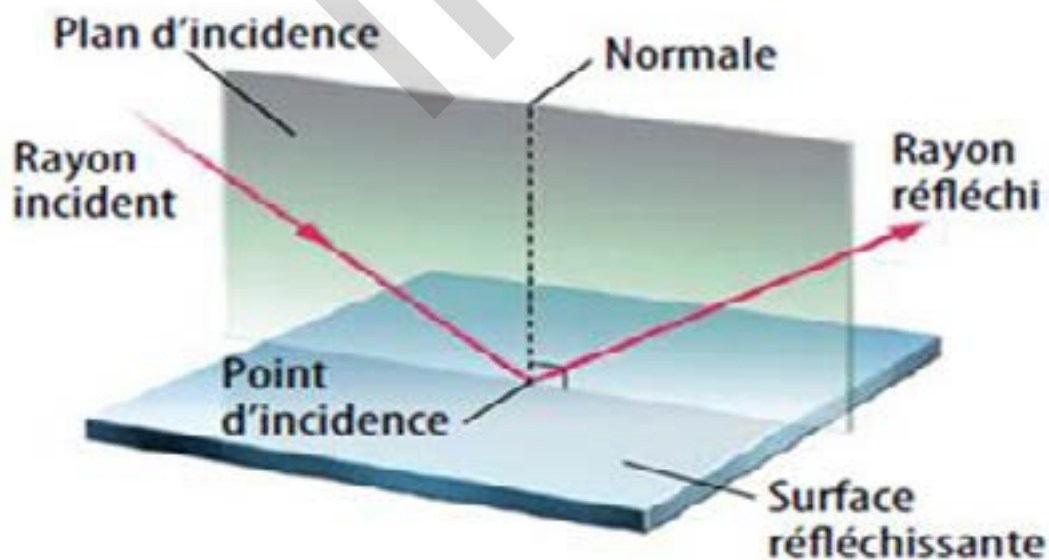
Par exemple : La lumière "rebondit" sur le miroir comme une balle sur un mur lisse.

○ La réflexion de la lumière :

La réflexion correspond au changement de direction de la lumière, à la suite de sa rencontre avec une surface qui la renvoie dans le milieu d'où elle provient.

❖ La géométrie de la réflexion

- Le rayon incident : C'est le rayon lumineux qui se dirige vers la surface réfléchissante.
- Le rayon réfléchi : est celui qui s'en éloigne.
- L'angle d'incidence (θ_i) : L'angle formé par le rayon incident et la normale.
- L'angle de réflexion (θ_r) : celui qui est formé par cette même normale et le rayon réfléchi.

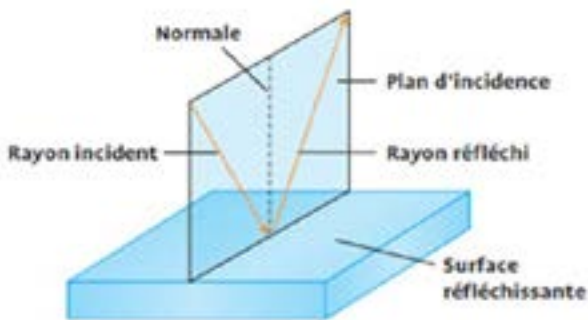


LES LOIS DE REFLEXION

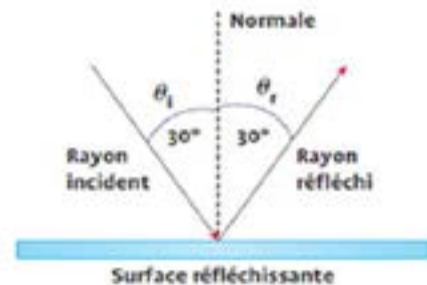
Considérons un rayon lumineux qui arrive sur un miroir. Voici les deux règles fondamentales :

- Première loi : Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale au point d'incidence sont dans le même plan.
- Seconde loi : L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. ($\theta_i = \theta_r$)

(Tous deux mesurés par rapport à la normale, c'est-à-dire une ligne perpendiculaire au miroir)



première loi de la réflexion



Deuxième loi de la réflexion

À retenir :

Les lois de la réflexion

- La première loi de la réflexion : Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale appartiennent tous au même plan.
- La seconde loi de la réflexion : L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion $\theta_i = \theta_r$

Applications : ces principes sont utilisés notamment dans les miroirs, périscopes, télescopes, et même les voitures (rétroviseurs).

Fiche technique

- Réflexion : renvoi de la lumière après contact avec une surface.
- Normale : droite perpendiculaire à la surface au point d'incidence.
- Angle d'incidence : angle entre le rayon incident et la normale.
- Angle de réflexion : angle entre le rayon réfléchi et la normale.

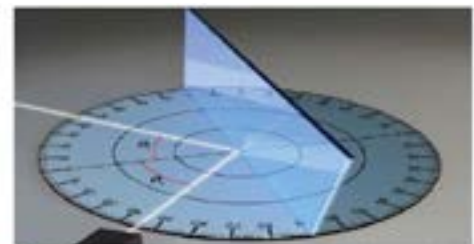


Figure 1 : La vérification expérimentale de la seconde loi de la réflexion : l'angle d'incidence (θ_i) et l'angle de réflexion (θ_r) sont tous deux égaux à 30° .

III. LA REFRACTION DE LA LUMIERE

Expérience simple d'observation

Matériel : cuillère, verre d'eau transparent.

- Plonge une cuillère dans le verre d'eau.
- Observe depuis le côté : la cuillère semble "cassée" Pourquoi ?

Interprétation :

La lumière qui vient de la cuillère subit une réfraction quand elle passe de l'eau à l'air. Elle change de direction, donc notre œil voit la cuillère déplacée (décalée) ou cassée

Conclusion :

Ce n'est pas une illusion de ton cerveau : c'est un phénomène physique réel. On l'appelle réfraction

Qu'est-ce que la réfraction ?

Quand la lumière passe d'un milieu à un autre, comme de l'air à l'eau, elle change de direction. C'est cela, la réfraction : un "pliage" du rayon lumineux à la frontière entre deux milieux.

La lumière ralentit ou accélère selon le milieu, ce qui explique son changement de trajectoire.

Définitions :

▪ La réfraction :

Correspond au changement de direction de propagation de la lumière entre deux milieux transparents ou translucides dont les propriétés optiques sont différentes.

▪ Dioptrie

Surface séparant deux milieux transparents (ou translucides) et homogènes qui ne possèdent pas les mêmes propriétés optiques.

Qu'est-ce que l'indice de réfraction ?

Pourquoi la lumière change-t-elle plus de direction dans l'eau que dans le verre ?

Chaque matériau agit comme une "empreinte optique" : on appelle cela l'indice de réfraction.

L'indice de réfraction (n) mesure la capacité d'un matériau à ralentir la lumière.

- Plus l'indice est grand, plus la lumière est ralentie.
- Dans le vide, la lumière va à sa vitesse maximale : c'est la référence ($n = 1$).

L'indice de réfraction (n) d'un milieu est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide (c) et la

vitesse de la lumière dans ce milieu (v) : $n = \frac{c}{v}$

$$\begin{cases} C = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \\ V: \text{ en (m/s)} \\ n: \text{ sans unité} \end{cases}$$



Cuillère "brisée"

Exemples :

Milieu	Vide	Air	Eau	Verre	Glace	Diamant
Indice	1	1	1,33	1,5	1,31	2,4

Exemple : l'indice de réfraction de verre est 1,5, calculer la vitesse de lumière dans ce matériau.

$$\text{Solution : } n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1,5} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Exercice d'application :

Un laboratoire de sciences possède trois blocs de verre de types différents, dont les indices de réfraction sont :

- Bloc 1 : $n_1 = 1,4$
- Bloc 2 : $n_2 = 1,5$
- Bloc 3 : $n_3 = 1,6$.

a) Dans lequel de ces blocs la lumière se déplace-t-elle le plus rapidement ?

b) Calculer la vitesse de la lumière dans chacun des blocs.

✓ Correction et explication :

Rappels :

- L'indice de réfraction n est défini par : $n = \frac{c}{v}$
donc la vitesse est : $v = \frac{c}{n}$

Réponses :

a) Bloc où la lumière est la plus rapide

La lumière est plus rapide dans le bloc ayant l'indice le plus faible, car la vitesse est inversement proportionnelle à l'indice.

Donc, la vitesse est la plus élevée dans le bloc 1 ($n=1,4$).

Fiche technique

Lien entre indice et déviation de la lumière

- Quand la lumière entre dans un matériau avec un indice plus grand, elle est ralentie et se rapproche de la normale.
- Si elle passe dans un matériau moins réfractif, elle s'éloigne de la normale.

Applications simples

- Lunettes : corrigent la direction des rayons pour focaliser sur la rétine.
- Lentilles : jouent avec les indices pour concentrer ou disperser la lumière.
- Effets visuels : vitres épaisses, objets sous l'eau déformés.
- Indice de réfraction (n) : nombre sans unité qui caractérise un matériau transparent.
- Milieu optique : matériau où se propage la lumière (air, eau, verre...).

Les Loix de la réfraction

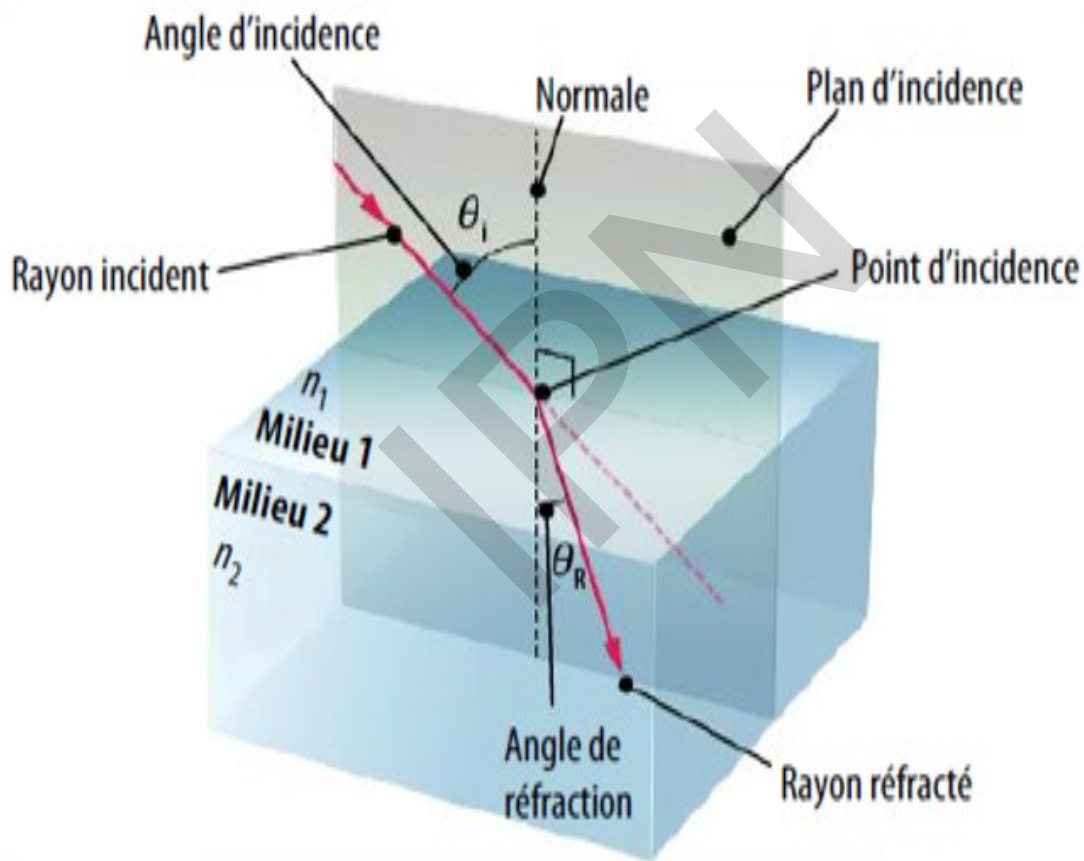
La première loi de la réfraction :

Le rayon incident, la normale et le rayon réfracté appartiennent au même plan.

La seconde loi de la réfraction : décrit le comportement d'un rayon lumineux lorsqu'il franchit un dioptre.

Enoncée : le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence (θ_i) et le sinus de l'angle de réfraction (θ_r) est constant :

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{ou encore : } n_1 \cdot \sin \theta_i = n_2 \cdot \sin \theta_r$$



1- L'angle critique (limite)

La valeur particulière de l'angle d'incidence pour laquelle l'angle de réfraction est un angle droit $\theta_r = 90^\circ$ est appelée angle critique (θ_c). Ou aussi l'angle limite. $\theta_c = \sin^{-1}(\frac{n_2}{n_1})$.

- ✓ Un rayon lumineux perpendiculaire au dioptre ($\theta_i = 0^\circ$) n'est pas réfracté, quelles que soient les valeurs des indices de réfraction des milieux traversés.



2- La réflexion totale interne est un phénomène qui se produit lorsqu'un rayon lumineux passant d'un milieu fortement réfringent à un milieu faiblement réfringent n'est pas réfracté mais entièrement réfléchi.

En résumé, la réflexion totale interne n'a lieu que si :

$$\begin{cases} n_1 > n_2 \\ \theta_i > \theta_c \end{cases}$$

La réflexion totale interne est la réflexion totale de la lumière qui se produit lorsque l'angle d'incidence dépasse l'angle critique.

Exercice d'application :

L'indice de réfraction de l'air est de 1 et l'indice de réfraction de l'eau est de 1,33. Quel est l'angle critique entre ces deux milieux ?

Corrigé :

$$\theta_c = \sin^{-1}(\frac{n_1}{n_2}) = \sin^{-1}(\frac{1}{1,33}) = 49^\circ$$

Règle simple à retenir :

Quand la lumière entre dans un milieu plus réfringent « lent », elle se rapproche de la normale.
Quand elle va vers un milieu moins réfringent « rapide », elle s'éloigne de la normale.

- La réfraction est un changement de direction de la lumière lorsqu'elle change de milieu.
- Cela provoque des effets visuels surprenants : objets déplacés, agrandis, courbés...
- On retrouve ce phénomène dans les lentilles, les prismes, les mirages, les loupes...

Culture scientifique et liens avec la nature

- Les mirages dans le désert sont dus à la réfraction : l'air chaud près du sol dévie la lumière.
- Les poissons, vus à travers l'eau, ne sont pas tout à fait à l'endroit où on les voit.
- Les architectes utilisent parfois du verre épais qui déforme la lumière pour créer des effets visuels.

Vocabulaire :

- Réfraction : changement de direction d'un rayon lumineux lorsqu'il change de milieu.
- Milieu transparent : matière qui laisse passer la lumière (eau, air, verre...).

Exercices résolus

Exercice 1 : QCM choisir en la justifiant, la bonne réponse ?

1. Que se passe-t-il lorsqu'un rayon lumineux rencontre une surface plane et polie (ex : miroir) ?

- a- il traverse la surface
- b- Il est absorbé entièrement
- c- Il est renvoyé dans une seule direction
- d- Il est diffusé dans toutes les directions

Réponse : c

Sur une surface plane et polie, la lumière subit une **réflexion régulière**(spéculaire).

2. La réfraction est :

- a) La disparition d'un rayon lumineux
- b) Le changement de direction d'un rayon lumineux lorsqu'il passe d'un milieu à un autre
- c) Le rebond du rayon lumineux sur une surface
- d) Le passage de la lumière sans changement de direction

Réponse correcte : b

Exercice 3 :

- a- Nommez les deux types de réflexion de la lumière.
- b- Citer deux différences entre ces deux types de réflexion.

Corrigé :

- a- Les deux types de réflexion de la lumière sont : La réflexion régulière (ou spéculaire) et la réflexion diffuse.
- b- Deux différences entre réflexion régulière et réflexion diffuse :
 - Dans la réflexion régulière, la lumière est renvoyée dans une direction bien définie (ex : miroir). Dans la réflexion diffuse, elle est renvoyée dans plusieurs directions (ex : papier, mur).
 - La réflexion régulière permet de former une image nette ; la réflexion diffuse ne forme pas d'image visible.

Exercice 4 : vrai ou faux

Indiquez si chaque affirmation est *vraie* ou *fausse*. Si elle est *fausse*, proposer la correction.

- a- L'œil ne perçoit pas les objets directement, mais seulement la lumière qu'ils émettent où qu'ils renvoient.
- b- La loi de la réflexion ne s'applique pas en cas de réflexion diffuse.
- c- La normale divise l'angle d'incidence et l'angle de réflexion en deux parties égales.
- d- Si l'on modifie l'angle entre un rayon incident et la normale, l'angle de réflexion change aussi.

Corrigé :

Affirmation	Vrai/faux	Correction
a)	Vrai.	L'œil ne voit pas les objets eux-mêmes, mais la lumière qu'ils émettent ou renvoient.
b)	Faux.	La loi de la réflexion (l'angle d'incidence = angle de réflexion) s'applique même dans le cas d'une réflexion diffuse. C'est simplement que la surface est irrégulière, donc les rayons sont réfléchis dans toutes les directions.

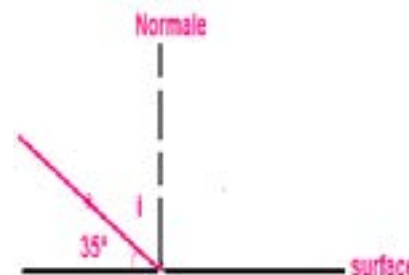
c)	Faux.	La normale est une ligne imaginaire perpendiculaire à la surface au point d'incidence. Elle ne divise pas les angles, elle sert de référence pour mesurer l'angle d'incidence et l'angle de réflexion.
d)	Vrai.	Si on modifie l'angle d'incidence, l'angle de réflexion change aussi, car ils sont égaux selon la loi de la réflexion.

Exercice 5 :

L'angle entre un rayon lumineux incident et la surface réfléchissante qu'il atteint est égal à 35° . Calculer la valeur de l'angle d'incidence.

Solution :

L'angle d'incidence $I = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ$



Exercice 6 :

Pourquoi est-il difficile d'évaluer la profondeur d'une piscine en regardant le fond à partir du bord ?

Correction et explication :

Il est difficile d'évaluer la profondeur d'une piscine en regardant le fond depuis le bord à cause de la réfraction de la lumière.

Explication :

Lorsque la lumière réfléchi par le fond de la piscine remonte vers nos yeux, elle passe de l'eau (milieu plus réfringent) à l'air (milieu moins réfringent). En changeant de milieu, la lumière est déviée (réfractée) en s'éloignant de la normale.

Ce phénomène donne une illusion d'optique : le fond de la piscine semble plus proche (moins profond) qu'il ne l'est réellement.

Texte court :

La lumière change de direction quand elle passe d'un milieu à un autre (ex : air $\rightarrow$ eau). C'est la **réfraction**. Quand elle rebondit (comme dans un miroir), c'est la **réflexion**.

Questions de débat/recherche ou exposé :

- Pourquoi un crayon dans un verre d'eau semble-t-il cassé ?
- Comment les animaux utilisent-ils la réflexion (ex : yeux de chat) ?

Exercices

La réflexion de la lumière

Exercice 1 :

1. Citer trois objets de la vie courante qui réfléchissent la lumière.
2. Pourquoi un tee-shirt noir est-il plus chaud au soleil qu'un tee-shirt blanc ?
3. Dans quels cas la lumière est-elle utilement transmise ? Donne un exemple.

Exercice 2 : choisir la bonne réponse

- 1- Quelle est la définition correcte de la réfraction de la lumière ?
 - a- Le phénomène par lequel la lumière change de direction et reste dans le même milieu.
 - b- Le phénomène par lequel la lumière traverse une surface en changeant de direction en passant d'un milieu transparent à un autre.
 - c- Le phénomène par lequel la lumière est absorbée par un milieu.
 - d- Le phénomène par lequel la lumière est renvoyée dans le milieu d'origine
- 2- En optique géométrique, la "normale" est définie comme :
 - a- Le rayon lumineux incident.
 - b- La droite perpendiculaire à la surface au point d'incidence.
 - c- L'angle entre le rayon incident et la surface.
 - d- Le chemin que la lumière prend habituellement.
- 3- Selon la première loi pour la réflexion, quels éléments se trouvent dans le même plan ?
 - a- Le rayon incident et le rayon réfléchi seulement.
 - b- Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale au point d'incidence.
 - c- Le rayon incident et la surface réfléchissante.
 - d- Le rayon réfléchi et la surface réfléchissante.
- 4- Un rayon lumineux arrive sur un miroir en faisant un angle de 30° avec la normale à la surface du miroir. Quel est l'angle de réflexion ?

a	b	c	d
30°	60°	90°	Il est impossible de le déterminer

Exercice 3 :

À quel type de réflexion se rapportent les exemples suivants ?

- a) S'observer dans la vitre teintée d'une automobile.
- b) Apercevoir le ciel à la surface d'un courant d'eau.
- c) Voir le reflet de ses doigts sur du papier d'aluminium.
- d) Éclairer une chambre à l'aide d'une lampe de chevet.

Exercice 4 : L'angle entre un rayon incident et la normale à une surface réfléchissante est égal à 25° .

- a) Quelle est la valeur de l'angle d'incidence ?
- b) Quelle est la valeur de l'angle de réflexion ?
- c) Quelle est la valeur de l'angle entre le rayon incident et le rayon réfléchi ?
- d) Quelle est la valeur de l'angle entre le rayon réfléchi et la normale.

Exercice 5 :

Une élève dirige un rayon lumineux vers une surface lisse selon un angle de 60° par rapport à la normale. Quelle sera la valeur de l'angle de réflexion qu'elle obtiendra ?

Exercice 6 : vrai ou faux ?

Indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses, puis corriger les fausses.

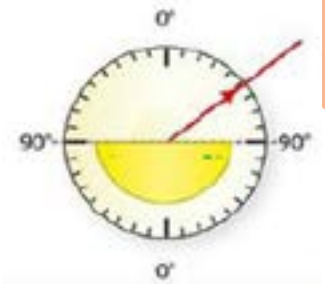
1. Un rayon lumineux qui passe de l'air au verre accélère.

2. L'angle d'incidence est mesuré entre le rayon incident et la normale.
3. Une image dans un miroir est virtuelle.
4. La lumière se propage toujours en ligne droite dans un même milieu.

Exercice 7 :

Un rayon lumineux provenant d'un laser est en partie réfléchi par une cuve remplie d'un liquide jaune et posé sur un disque gradué.

Reproduire le schéma et représenter le rayon incident.



La réfraction de la lumière

Exercice 1 : choisir la bonne réponse

1- Si l'indice de réfraction d'un milieu transparent augmente, comment la vitesse de la lumière dans ce milieu est-elle affectée ?

- a) Elle augmente.
- b) Elle reste constante.
- c) Elle diminue.
- d) Elle devient nulle.

2 : Quelle est la bonne relation pour décrire la réfraction entre deux milieux d'indices n_1 et n_2 , avec des angles d'incidence i_1 et de réfraction i_2 ?

- a) $\frac{n_1}{\sin i_1} = \frac{n_2}{\sin i_2}$
- b) $n_1 \cdot i_1 = n_2 \cdot i_2$
- c) $n_1 + \sin(i_1) = n_2 + \sin(i_2)$
- d) $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

3 : Un rayon lumineux passe de l'air ($n=1$) dans l'eau ($n=1,33$). Si l'angle d'incidence est de 45° , l'angle de réfraction sera :

- a) Égal à 45° .
- b) Impossible à déterminer sans calcul.
- c) Plus grand que 45° .
- d) Plus petit que 45° .

Exercice 2 :

Calculer l'angle de réfraction d'un rayon lumineux traversant un dioptre eau- verre :

- a) Lorsque le rayon passe de l'eau au verre avec un angle d'incidence $\theta_i = 30^\circ$.
- b) Lorsque le rayon passe du verre à l'eau avec un angle d'incidence $\theta_i = 30^\circ$.

Données : $n_{\text{eau}} = 1,33$; $n_{\text{verre}} = 1,5$; $n_{\text{air}} = 1$.

Exercice 3 :

Lorsqu'un rayon lumineux passe de l'air à un milieu inconnu avec un angle d'incidence $\theta_i = 20^\circ$, l'angle de réfraction est $\theta_R = 12,4^\circ$. À l'aide du tableau ci- dessous déterminer la nature de ce milieu.

Milieu	Eau	Verre	Polystyrène
L'indice (n)	1,33	1,5	1,59

Exercice 4 :

Un rayon lumineux passe de l'eau au verre et se réfracte avec un angle $\theta_R = 42,3^\circ$. Quel est son angle d'incidence ? $n_{eau} = 1,33$; $n_{verre} = 1,5$

Exercice 5 :

Un rayon de lumière solaire atteint la surface d'un lac calme avec un angle d'incidence de 30° . Parmi les affirmations suivantes, laquelle décrit le mieux la valeur de l'angle de réfraction de ce rayon lorsqu'il pénètre dans l'eau ?

- L'angle de réfraction est égal à l'angle de réflexion.
- L'angle de réfraction est inférieur à l'angle de réflexion.
- L'angle de réfraction est égal à l'angle d'incidence.
- L'angle de réfraction est supérieur à l'angle de réflexion.

Exercice 6 :

Un rayon lumineux atteint la surface d'un milieu transparent inconnu avec un angle d'incidence de 35° . Après traversée, il se propage dans ce milieu avec un angle de réfraction de 30° . Déterminer l'indice de réfraction de ce milieu.

Exercice 7 :

L'angle critique est-il un angle d'incidence, un angle de réflexion ou un angle de réfraction ?

Exercice 8 :

Un rayon lumineux traverse un dioptre verre- air. Quelle est la valeur de l'angle critique (θ_C) ? $n_{verre} = 1,5$) ?

Exercice 9 :

1. Pourquoi un objet plongé dans l'eau semble déplacé ?
2. Dans quel sens se déplace un rayon lumineux quand il passe de l'eau à l'air ?
3. Cite un exemple naturel où l'on observe la réfraction.

Exercice 10 :

1- La réflexion totale interne se produit lorsque la lumière passe :

- a) D'un milieu moins réfringent à un milieu plus réfringent.
- b) D'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent.
- c) De l'air vers le vide.
- d) De n'importe quel milieu vers n'importe quel autre.

2 : Pour qu'il y ait réflexion totale interne, l'angle d'incidence doit être :

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| a) Égal à l'angle critique. | c) Inférieur à l'angle critique. |
| b) Toujours de 0° | d) Supérieur à l'angle critique. |

Exercice 11 :

- Pourquoi voit-on un objet plus proche qu'il ne l'est dans l'eau ?
- Quel est le matériau qui dévie le plus : verre ou diamant ? Pourquoi ?

DISPERSION DE LA LUMIERE BLANCHE

- Introduction
- La lumière blanche
- Dispersion de la lumière blanche par un prisme
- Radiations électromagnétiques

Objectifs pédagogiques

- Comprendre que la lumière blanche est constituée de plusieurs couleurs.
- Distinguer sources monochromatiques et polychromatiques.
- Expliquer des phénomènes naturels comme l'arc en ciel.
- Décrire un protocole expérimental permettant la décomposition de la lumière.
- Identifier des phénomènes naturels où cette composition se révèle.
- Reconnaître ce que sont les rayonnements UV, infrarouges (IR) et X.
- Expliquer leurs effets sur le corps humain.
- Connaître des applications médicales et les précautions à prendre.

Introduction

Nous vivons dans un monde rempli de couleurs. Le vert des arbres, le bleu du ciel, le rouge d'une fraise... Mais vous êtes-vous déjà demandé d'où viennent ces couleurs ? Sont-elles intrinsèques aux objets, ou bien y a-t-il un secret caché dans la lumière elle-même ?

Lorsque l'on regarde un arc-en-ciel, on voit plusieurs couleurs, mais le Soleil – qui en est la source – semble blanc. D'où viennent alors toutes ces couleurs.

LA LUMIERE BLANCHE

1. La lumière blanche :

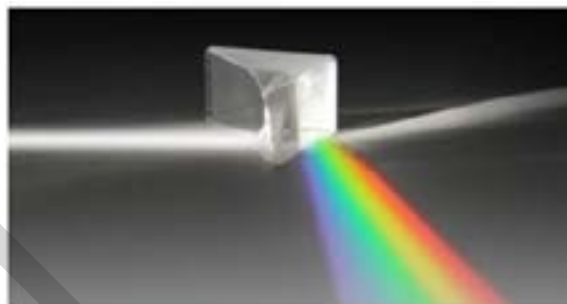
La lumière blanche est dite polychromatique : elle contient un mélange de toutes les couleurs du spectre visible.

2- La dispersion de la Lumière Blanche :

Expérience historique : Newton a fait passer de la lumière blanche à travers un prisme : elle se décompose en un arc coloré allant du rouge au violet.

Prisme :

Un prisme est un élément optique transparent, généralement en verre, doté de surfaces planes et polies. Sa forme géométrique particulière lui permet de dévier (changer la direction) et de décomposer (séparer) la lumière.



3- Sources monochromatiques et sources polychromatiques

- Monochromatique : lumière composée d'une seule couleur (ex. : laser rouge).
- Polychromatique : lumière composée de plusieurs couleurs (ex. : lampe à incandescence, Soleil).

4- Phénomènes naturels illustrant la décomposition

- Arc-en-ciel : résulte de la réfraction et de la réflexion de la lumière solaire dans des gouttes d'eau.
- Irisations sur bulles de savon ou têtes d'huile : interférences et décompositions lumineuses.
- CD/DVD : diffraction de la lumière sur les sillons microscopiques

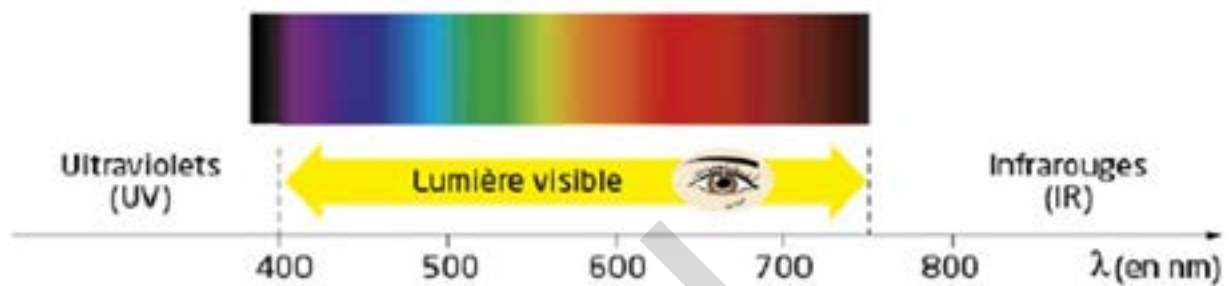
5- Recomposition de la Lumière :

Si l'on peut séparer les couleurs de la lumière blanche, peut-on faire l'inverse ? La réponse est oui ! C'est ce que l'on appelle la "recomposition" de la lumière.



Le Spectre Visible :

- L'ensemble des couleurs que l'on obtient en dispersant la lumière blanche s'appelle le "spectre visible". Pourquoi "visible" ? Parce que ce sont les couleurs que notre œil humain est capable de percevoir.
- Les couleurs du Spectre : Le spectre visible s'étend du rouge au violet, en passant par l'orange, le jaune, le vert, le bleu et l'indigo. Chacune de ces couleurs correspond à une longueur d'onde différente de la lumière. Le rouge a la plus grande longueur d'onde, le violet la plus courte.



Exemples de Phénomènes Naturels :

La nature est le plus grand des laboratoires. Elle nous offre de magnifiques exemples de dispersion de la lumière blanche, sans même que nous y pensions !

- **L'Arc-en-ciel** : C'est sans doute l'exemple le plus célèbre et le plus poétique. Après une averse, lorsque le soleil réapparaît, un arc-en-ciel peut se former. Comment ?

Les gouttelettes d'eau en suspension dans l'air agissent comme des millions de minuscules prismes. Elles décomposent la lumière du soleil, séparant le blanc en un magnifique éventail de couleurs : rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet. C'est un spectacle magique qui nous rappelle la richesse cachée de la lumière.

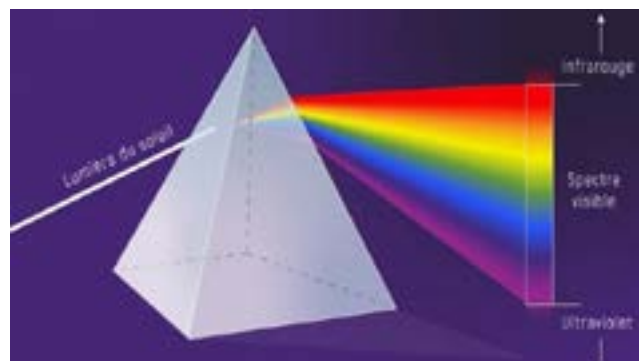


- Dispersion de la Lumière par un Prisme : Si la nature nous montre la dispersion en grand, nous pouvons la recréer en laboratoire grâce à un outil simple mais puissant : le prisme.

1. Qu'est-ce qu'un Prisme ?

Imaginer un bloc de verre ou de plastique transparent, taillé de manière à avoir des faces planes et des angles. C'est un prisme optique. La particularité du prisme est qu'il "ralentit" la lumière, et surtout, il ne ralentit pas toutes les couleurs de la même manière.

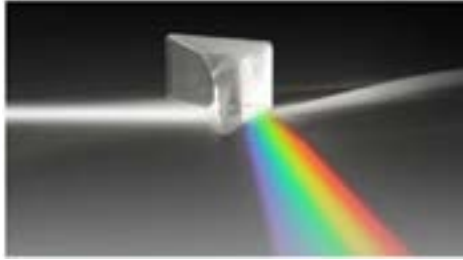
Prisme : Un prisme est un élément optique transparent, généralement en verre, doté de surfaces planes et polies. Sa forme géométrique particulière lui permet de **dévier** (changer la direction) et de **décomposer** (séparer) la lumière.



2. L'Expérience de Newton :

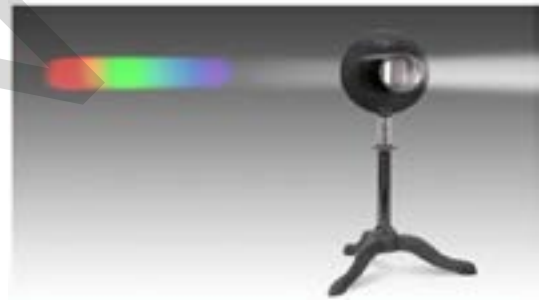
Au XVII^e siècle, le scientifique Isaac Newton a mené une expérience fondamentale. Il a fait passer un rayon de lumière solaire à travers un prisme. À sa grande surprise, la lumière blanche s'est étalée en un éventail de couleurs sur un écran, exactement comme un arc-en-ciel ! Il a ainsi démontré que la lumière blanche n'est pas "pure", mais qu'elle est composée de plusieurs couleurs. C'est une découverte majeure qui a changé notre compréhension de la lumière.

Comment Ça Marche ? Lorsque la lumière blanche pénètre dans le prisme, elle est déviée. Mais chaque couleur (rouge, orange, jaune, etc.) est déviée d'un angle légèrement différent. Le violet est plus dévié que le rouge, par exemple. C'est cette différence de déviation qui sépare les couleurs et les rend visibles individuellement, comme si le prisme "trait" les couleurs.



Recomposition de la Lumière : L'expérience Inverse de Newton :

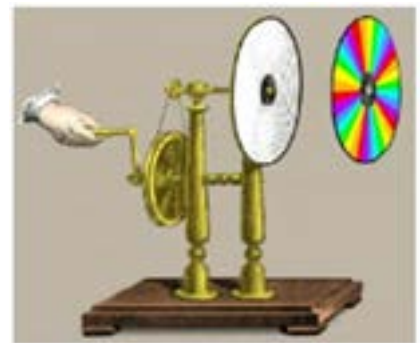
Newton lui-même a montré que si l'on prend toutes les couleurs dispersées par un premier prisme et qu'on les fait passer à travers un *deuxième prisme inversé*, ces couleurs se recombinent pour reformer... de la lumière blanche ! C'est la preuve que les couleurs dispersées sont bien les composantes de la lumière blanche.



Le Disque de Newton :

Une autre façon de visualiser la recombinaison est le disque de Newton.

C'est un disque sur lequel sont peintes toutes les couleurs du spectre visible. Quand on fait tourner ce disque très rapidement, les couleurs se mélangent visuellement, et le disque apparaît... blanc ou gris très clair ! Cela démontre que notre œil perçoit le mélange de toutes ces couleurs comme étant du blanc.



Au-delà du Visible : L'Invisible Présence

Le spectre visible n'est qu'une petite partie de la lumière ! Au-delà du rouge, il y a des rayons que nos yeux ne voient pas, comme les infrarouges et les ondes radio.

Au-delà du violet, il y a aussi des rayons invisibles, comme les ultraviolets (ceux qui nous font bronzer, mais qui peuvent aussi être dangereux) et les rayons X. La lumière est donc bien plus riche que ce que nous percevons directement.

Les radiations

Le rayonnement électromagnétique

La lumière visible n'est qu'une petite partie d'un ensemble plus vaste appelé spectre électromagnétique.

Les rayons UV (ultraviolets)

Origine :

- Émis principalement par le Soleil.
- Il en existe plusieurs types : UV-A, UV-B, UV-C.

Perception : Non visibles par l'œil humain.

Utilisation utile : Utilisés pour la stérilisation et le bronzage.



Effets sur la santé :

Type d'effet	Détail
Positif (modéré)	Favorise la production de vitamine D.
Négatif (exposition forte)	Coups de soleil, vieillissement prématuré, cancers de la peau.
Effet sur les yeux	Peut provoquer une ophtalmie, abîmer la cornée.

Protection :

- Crème solaire, lunettes anti-UV, vêtements couvrants.
- Éviter l'exposition entre 12h et 16h.

Sujet de débat :

« Les rayons ultraviolets : lumière bénéfique ou invisible danger ? »

Les infrarouges (IR)

Origine :

- Produits par tout corps chaud : humains, soleil, lampes chauffantes.

Perception :

- On ne les voit pas, mais on les sent sous forme de chaleur.
- Des lunettes spéciales sont utilisées par les militaires pour la vision nocturne.

Utilisations utiles :

- Thermographie médicale (détection de zones chaudes anormales).
- Télécommandes, vision nocturne, chauffage infrarouge.

Risques en cas d'excès :

- Brûlures possibles si exposition prolongée à des sources puissantes (lampes, lasers IR).

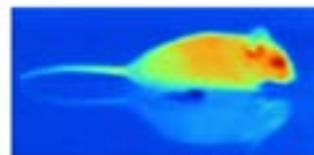
Protection :

- Écrans de Protection : Utiliser des écrans fixes avec un filtre anti-IR devant les sources de rayonnement.
- Équipements de Protection Individuelle (EPI) : Porter des lunettes ou masques de protection traités pour absorber le rayonnement infrarouge. Des vêtements de protection adaptés sont également recommandés.
- Distance et Durée d'Exposition : Se maintenir à une distance adaptée de la source de rayonnement et réduire la durée d'exposition.
- Signalisation : Signaler les zones d'émissions IR et en restreindre l'accès.

Remarque :

Certains animaux (notamment les serpents) ont des "fossettes thermosensibles" qui détectent les IR et leur permettent ainsi une "vision IR" qui leur permet de repérer une proie dans l'obscurité.

Photo : Université de Californie San Francisco (USA)



Question de débat :

Comment les serpents "voient" la chaleur ? (Détection des infrarouges)

Les rayons X

Origine :

- Produits par des appareils spécifiques.

Perception : Non visibles par l'œil humain.

Utilisation utile :

- Radiographie : permet de voir les os, détecter fractures, infections...
- Scanner médical : reconstitution d'images internes en 3D.
- La sécurité (scanners d'aéroport)

Risques : Ce sont des rayonnements ionisants :

- Ils peuvent endommager les cellules.
- Risque de cancer si exposition répétée.

Protection : plombages, limiter les doses, suivre un protocole médical strict.

Comparaison synthétique :

Rayonnement	Visible ?	Source	Effet sur le corps
IR	Non	Corps chauds	Sensation de chaleur
UV	Non	Soleil, lampes UV	Brûlures, cancer de la peau
X	Non	Appareils médicaux	Dommages cellulaires

Sujet de débat : « Les rayons X : révéler l'invisible au service de l'humanité ou franchir les limites de l'intimité ? »



Exercices résolus

Exercice 1 : choisir la bonne réponse

1 : La lumière blanche est :

- Une lumière monochromatique.
- Une lumière polychromatique.
- Une lumière qui ne peut pas être décomposée.

Réponse correcte : b.

2 : Lorsqu'un faisceau de lumière blanche traverse un prisme, le phénomène observé est appelé :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Réfraction.	Réflexion.	Dispersion.	Absorption.

Réponse correcte : C.

3. Quand un faisceau de lumière blanche traverse un prisme en verre, que se passe-t-il ?

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Il se réfléchit totalement	Il se divise en différentes couleurs	Il garde la même direction	Il devient invisible.

Réponse correcte : b

C'est le phénomène de dispersion : la lumière blanche est décomposée en différentes couleurs (spectre de la lumière).

4. Parmi les couleurs du spectre de la lumière blanche, celle qui est le moins déviée par un prisme est :

- a) Le vert
- b) Le bleu
- c) Le violet.
- d) Le rouge

Réponse correcte : d.

5. Si l'on superpose toutes les lumières aux couleurs de l'arc-en-ciel, on obtient :

- a) Une lumière noire
- b) Aucune lumière
- c) Une lumière blanche.
- d) Une lumière verte.

Réponse correcte : c.

6 : Un objet apparaît bleu sous lumière blanche. S'il est éclairé par une lumière rouge, il apparaîtra :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Rouge.	Bleu	Noir	Blanc

Réponse correcte : C (noir)

Explication : Un objet apparaît bleu parce qu'il réfléchit la lumière bleue et absorbe les autres couleurs. Si on l'éclaire avec une lumière rouge, il n'a aucune lumière bleue à réfléchir. Il absorbe la lumière rouge et n'en réfléchit aucune, donc il paraît noir

Exercice 2 :

Un arc-en-ciel est obtenu par l'action des gouttelettes d'eau de l'atmosphère sur la lumière du soleil.

1. Quel est le phénomène subi par la lumière blanche du soleil traversant les gouttelettes d'eau ?
2. Indique le rôle joué respectivement par le soleil et les gouttelettes d'eau de pluie dans la formation de l'arc-en-ciel.
3. Citer les principales couleurs de l'arc-en-ciel et préciser leur ordre.

Correction :

Réponse 1 : Le phénomène subi par la lumière blanche est la dispersion (et la réflexion interne) de la lumière.

Réponse 2 :

- ✓ Le soleil est la source de lumière blanche.
- ✓ Les gouttelettes d'eau de pluie agissent comme de minuscules prismes, décomposant la lumière blanche en ses couleurs constitutives et la réfléchissant vers l'observateur.

Réponse 3 :

Les couleurs principales de l'arc-en-ciel, du haut vers le bas (ou de l'extérieur vers l'intérieur pour un arc-en-ciel primaire), sont : Rouge, Orange, Jaune, Vert, Bleu, Indigo, Violet.

Exercice 4 : Choisir la bonne réponse

5. Parmi les radiations suivantes, laquelle appartient au domaine visible pour l'œil humain ?

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Rayons X.	Ondes radio.	Lumière verte.	Rayons gamma.

Réponse correcte : C.

2 : Les rayonnements ultraviolets (UV) sont considérés dangereux pour l'homme car :

- a- Ils ont une très faible énergie.
- b- Ils ont une très grande longueur d'onde.
- c- Ils ont une énergie suffisante pour ioniser la matière et endommager les cellules.
- d- Ils ne peuvent pas se propager dans le vide.

Réponse correcte : C

Sais-tu que :

UV : bronzage, mais brûlures/risque de cancer.

IR : chaleur (utilisé en thermographie).

Rayons X : traversent les tissus (médical), mais dangereux en excès.

Questions de débat/recherche : Les rayons X sont-ils plus dangereux que le soleil

Exercices

Exercices1 :

1. Pourquoi dit-on que la lumière blanche est polychromatique ?
2. Donner un exemple de source monochromatique et un exemple de source polychromatique.
3. Observer un CD sous la lumière : que remarques-tu ? Pourquoi voit-on des couleurs ?

Exercice 2 :

Compléter le texte ci-dessous en ajoutant les mots ou groupes de mots manquants.

Un prisme permet de décomposer la _____ en plusieurs _____. C'est le phénomène de _____ de la lumière. La bande colorée obtenue est appelée _____ de la lumière blanche. La radiation _____ est la moins déviée. La radiation violette est la plus _____. Une lumière formée de plusieurs radiations est une lumière _____. Une lumière formée d'une seule radiation est dite _____. La superposition des sept principales couleurs donne la _____. L'arc en ciel est obtenu par la décomposition de la lumière du soleil par les _____ d'eau de l'atmosphère.

Exercice 3 : Vrai ou Faux

Indiquer si les affirmations suivantes sont Vraies ou Fausses. Justifier brièvement votre réponse.

1. La lumière blanche est une lumière monochromatique.
2. Un prisme fabrique les couleurs de l'arc-en-ciel.
3. La lumière rouge est plus déviée qu'une lumière violette par un prisme.
4. L'arc-en-ciel est un phénomène de dispersion naturelle de la lumière.

Activités Proposées :

Expérience : Fabriquer un arc-en-ciel avec un CD et une lampe.

Débat : "Les téléphones émettent-ils des radiations dangereuses ?"

Recherche : Comparer les dangers des UV naturels et Artificiels.

Activité / débat proposé en classe : "Le soleil est-il un ami ou un ennemi ?"

En groupes, les élèves listent les bienfaits et dangers du soleil, puis proposent des comportements sains.



PARTIE II : MECANIQUE

CHAPITRE2 : FORCES ET EQUILIBRE D'UN SOLIDE

- 1- Notions relatives aux forces
- 2- Représentation vectorielle d'une force

Les objectifs :

Comprendre ce qu'est une force et comment elle agit sur un objet.

Décrire complètement une force.

Savoir représenter une force sur un schéma.

Utiliser un dynamomètre pour mesurer une force

Appliquer la condition d'équilibre pour déterminer les caractéristiques d'une force

Notion de Force :

Activité 1 :

Support : un ressort

Déroulement : tirer le ressort et observer son allongement.

- On constate que le ressort s'allonge sous l'action exercée par la main.

Activité 2 :

Support : Un joueur tire un coup franc, dévié par un défenseur mais capté par le gardien de but.

- La balle a été mise en mouvement par un coup du pied du joueur.
- Le mouvement de la balle a été modifié par le défenseur ;
- Elle a subi un arrêt par le gardien.

Définition :

Une force est une action exercée sur un objet, capable de le mettre en mouvement, le déformer ou modifier son mouvement.

Effets possibles d'une force :

- Elle peut mettre en mouvement un objet au repos.
- Elle peut ralentir ou accélérer un objet.
- Elle peut déformer un objet.

Mesure d'une force

- ✓ Outil utilisé : le dynamomètre.
- ✓ Unité de force : le newton (N).

Un dynamomètre : est un instrument de mesure des forces constitué d'un ressort et d'une échelle de mesure calibrée en newtons (N).

Voici la marche à suivre pour utiliser un dynamomètre :

- 1- Fixer le dynamomètre à un support.
- 2- Accrocher l'objet pour lequel on veut mesurer la force exercée au crochet et prendre la lecture.

Exemple :

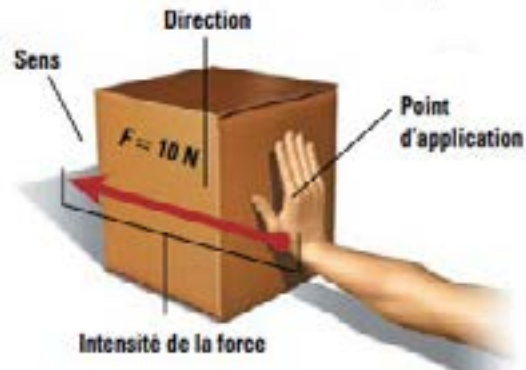
Si on accroche un objet au dynamomètre, celui-ci indique 2N, cela signifie que le poids de l'objet est de 2 newtons.



Caractéristiques d'une force :

Chaque force est définie par 4 caractéristiques :

- 1- Point d'application : où la force agit (ex. : point d'attache d'un ressort).
- 2- Direction : horizontale, verticale ou inclinée.
- 3- Sens : vers le haut, le bas, la droite ou la gauche, ...
- 4- Valeur (intensité) : mesurée en newtons (N).



Différentes forces

1- La force de gravitation (pesanteur)

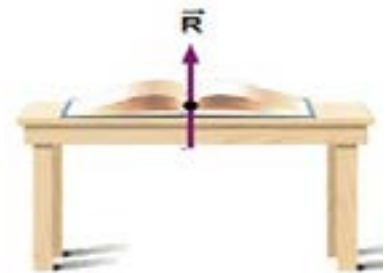
On calcule la force gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet (le poids) à l'aide de la formule :

$$P = m \cdot g \quad \left\{ \begin{array}{l} m: \text{la masse de l'objet en (kg)} \\ g: \text{intensité de pesanteur} = 9,81 \text{ N/kg} \\ p: \text{poids de l'objet en (N)} \end{array} \right.$$

2- La force normale

Est la réaction de résistance de la surface d'un corps à une force exercée par un autre corps en contact.

La force normale est toujours perpendiculaire à la surface de contact entre les deux corps.



3- La force des frottements

Le frottement ($\vec{f}$) est une force qui s'oppose au mouvement. Cette force est dirigée dans le sens contraire du mouvement ou de la tendance au mouvement.



4- Force de tension

La tension ($\vec{T}$) est la force de traction qu'un câble (ou tout objet long et mince) exerce sur un corps.

On suppose généralement que la masse du câble est négligeable, que l'épaisseur du câble est négligeable et que le câble ne s'étire pas.



REPRESENTATION VECTORIELLE D'UNE FORCE

Une force est représentée graphiquement par une flèche (vecteur)

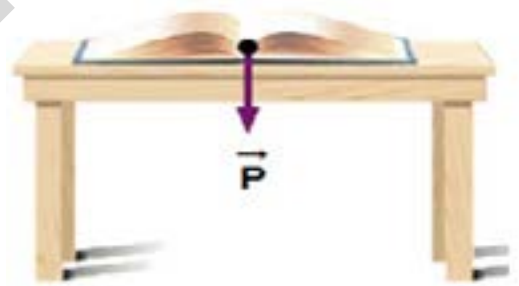
- La taille de la flèche donne l'intensité, ou encore par un nombre qui indique sa valeur.
- La direction et le sens de la flèche montrent comment la force agit.
- Le point de départ de la flèche = point d'application.



☒ Une échelle de représentation doit-être choisie.

Exemple : Un livre posé sur une table :

Le poids est représenté par une flèche dirigée vers le bas, partant du centre du livre.



Sujet de débat :

"Peut-on voir les forces, ou ne sont-elles qu'une invention des physiciens ?"

RESULTANTE DE DEUX FORCES

I- Forces concourantes

Définition :

Des forces sont concourantes si elles ont même point d'application ou si leur ligne d'action passe par un même point.

Deux forces concourantes peuvent être remplacées par une force unique appelée résultante.

La résultante $\vec{R}$ de deux forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$, appliquée au même point O, est représentée par un vecteur diagonal du parallélogramme construit sur les deux vecteurs représentant $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$.

LA VALEUR DE LA RESULTANTE DE DEUX FORCES CONCOURANTES

- ✓ Forces dans la même direction et le même sens :

$$R = F_1 + F_2$$

Exemple : $F_1 = 5N$; $F_2 = 8N$: $R = 5 + 8 = 13N$



- ✓ Forces dans la même direction et des sens opposés :

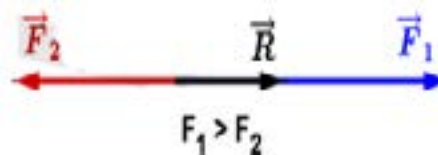
La résultante est la différence entre les deux forces, et elle est dans le sens de la force la plus grande.

- $R = F_1 - F_2$ Si F_1 est plus grande que F_2

- $R = F_2 - F_1$ Si F_2 est plus grande que F_1

Exemple : en bras de fer

$$F_1 = 8N; F_2 = 5N : R = F_1 - F_2 = 3N$$

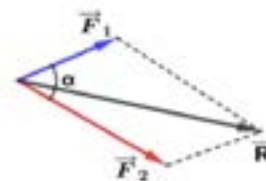


- ✓ Forces dans des directions différentes

Soient deux forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ appliquées en un point O, formant un angle α entre elles. $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \times \cos \alpha}$

Exemple : $F_1 = 3N$; $F_2 = 4N$: $\alpha = 60^\circ$

$$R = \sqrt{3^2 + 4^2 + 2 \times 3 \times 4 \times \cos 60^\circ} = 6,08N$$

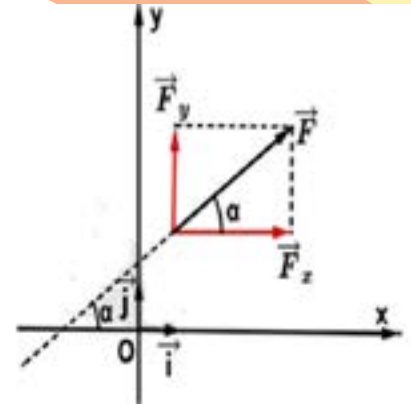


Inversement, il est parfois commode de remplacer une force $\vec{F}$ appliquée en un point O par deux forces de direction ox et oy ; celles-ci $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ doivent admettre $\vec{F}$ comme résultante.

On dit que la force $\vec{F}$ a été décomposée en deux composantes $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ suivant les directions Ox et Oy .

Exemple : $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$

$$\begin{cases} F_x = F \cos \alpha \\ F_y = F \sin \alpha \end{cases}$$



Application :

De la figure ci-dessus, pour $F = 4N$, $\alpha = 30^\circ$; calculer les intensités des composantes F_x et F_y de la force $\vec{F}$.

$$\begin{cases} F_x = F \cos \alpha = 4 \cos 30^\circ = 2\sqrt{3}N \\ F_y = F \sin \alpha = 4 \sin 30^\circ = 2N \end{cases}$$

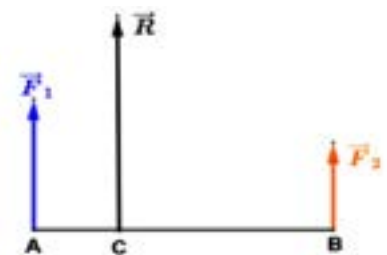
II- Forces parallèles

Définition

Des forces sont parallèles si leurs lignes d'action sont parallèles. Ces forces peuvent avoir même sens ou des sens opposés.

Résultante de forces parallèles

- 1- La résultante de deux forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$, de même sens appliquée en deux points A et B, est une force $\vec{R}$, parallèle aux deux premières, de même sens, d'intensité



$R = F_1 + F_2$; et appliquée au point C de AB tel que l'on ait :

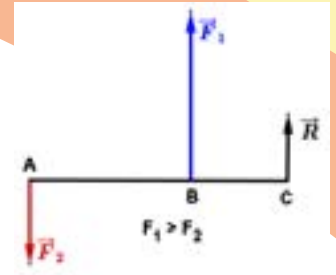
$$F_1 \times AC = F_2 \times BC$$

2- La résultante de deux forces $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$, de sens contraires, appliquées en deux points A et B, est une force $\vec{R}$, parallèle aux deux premières, du sens de la plus grande, d'intensité

$$R = F_1 - F_2$$

et appliquée au point C extérieur au segment AB tel que l'on ait :

$$F_1 \times AC = F_2 \times BC$$



Exercice d'application :

Deux enfants poussent un chariot dans la même direction :

- $F_1 = 20 \text{ N}$

- $F_2 = 35 \text{ N}$, placé 1 mètre derrière F_1

1. Calculez la résultante des deux forces
2. Indiquez sa direction et son sens
3. Déterminez graphiquement la position de la résultante sur le chariot

Correction

1- $R = F_1 + F_2 = 20 + 35 = 55 \text{ N}$

2- Direction : horizontale, même sens que F_1 et F_2 .

3- Position de la résultante au point C tel que :

$$F_1 \times AC = F_2 \times BC \text{ Comme : } BC = 1 - AC \Rightarrow AC = \frac{F_2}{F_1 + F_2} = \frac{35}{55} = 0,636 \text{ m}$$

Exercice 1 :

Une caisse est tirée par deux cordes : $F_1 = 40 \text{ N}$ vers l'est $F_2 = 30 \text{ N}$ vers le nord.

- 1- Représenter ces deux forces à l'échelle $1 \text{ cm} = 10 \text{ N}$.
- 2- Par la méthode du parallélogramme, déterminer graphiquement la résultante R.

3- Estimer graphiquement l'intensité et la direction de R.

Exercice 2 :

Deux enfants poussent un chariot dans deux sens opposés direction :

- $F_1 = 20\text{ N}$
- $F_2 = 35\text{ N}$, placé 1 mètre derrière F_1 .

1- Calculer la résultante des deux forces.

2- Déterminer la position du point d'application de la résultante $\vec{R}$ sur le chariot.

Sujet de débat :

"La résultante de deux forces est-elle toujours une simple addition ?"

Contexte pour lancer le débat :

En physique, quand deux forces s'appliquent à un objet, leur effet combiné (la *résultante*) peut être calculé. Mais est-ce toujours aussi mécanique que " $1 + 1 = 2$ " ? Et si on compare cela à des situations de la vie où des "forces" opposées (sociales, artistiques, politiques) s'affrontent ?

Exercices résolus

Exercice 1 : QCM

- 1- Une force peut
- a- Modifier la forme d'un objet
 - b- Modifier la vitesse d'un objet ;
 - c- Ne jamais avoir d'effet
 - d- Modifier la direction du mouvement.

Réponses : a, b, d

- 2- Une force est représentée par :
- a- Un vecteur
 - b- Une droite
 - c- Un nombre
 - d- Une flèche orientée

Réponses : a, d

- 3- Parmi les grandeurs suivantes, lesquelles caractérisent une force ?
- a- La direction
 - b- L'intensité
 - c- La masse
 - d- Le sens

Réponses : a, b, d

- 4- Le poids d'un objet est une force qui dépend de :
- a- Sa position sur Terre
 - b- Sa masse
 - c- Sa couleur
 - d- L'altitude

Réponses : a, b, d

- 5- L'unité de la force dans le Système International est :
- a- Le kilogramme
 - b- Le mètre par seconde
 - c- Le newton
 - d- Le joule

Réponse : c

6. La réaction d'un support peut être :
- a- Une force verticale
 - b- Toujours dirigée vers le bas
 - c- Dirigée vers le haut
 - d- Nulle si l'objet ne touche pas le support

Réponses : a, c, d

Exercice 2 :

Un seau est maintenu en équilibre avec une corde en exerçant une force de 75 N.

1- Nommer les forces qui s'exercent sur le seau.

2- Caractériser ces deux forces.

3- Représenter les deux forces sur le schéma en précisant l'échelle choisie.



Force	Point d'application	Direction	Sens	Intensité

Correction :

6- Les caractéristiques des forces

Force	Point d'application	Direction	Sens	Norme
La tension du fil ($\vec{T}$)	A	Verticale	Vers le haut	$T=75\text{N}$
Le poids ($\vec{P}$)	G	Verticale	Vers le bas	$P=T=75\text{N}$

7- $P = m \cdot g \Rightarrow m = \frac{P}{g} = \frac{75}{10} = 7,5\text{kg}$.

Mots casés :

Recopie et complète la grille pour découvrir le « mot mystère » dans la colonne colorée.

a. Effet de l'action d'un objet sur un ressort vertical.

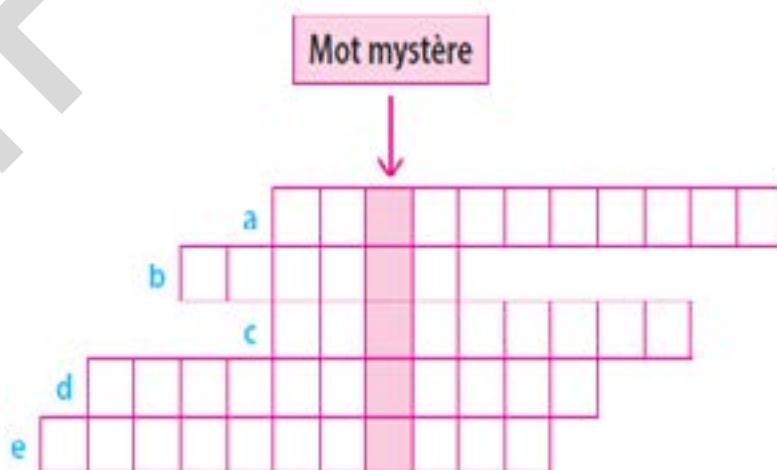
b. Unité de mesure d'une force

c. L'une des quatre caractéristiques d'une force.

d. Peut-être de contact ou à distance.

e. Appareil de mesure de la valeur d'une force.

Quel est le mot mystère ?



Exercices

Exercice 1 :

Représenter une force d'intensité 8N faisant l'angle 45° avec l'horizontale orienter vers le haut à droite.

Echelle : 1cm correspond à 2N.

Exercice 2

- a- Avec un vocabulaire approprié, décrire ce qu'est une force.
- b- Lorsqu'un objet subit une force, que peut-il lui arriver ?
- c- Quelle est l'unité de mesure de la force ?

Exercice 3

Donner un exemple de la vie courante où une force est mise en jeu et préciser le sens, la direction et le point d'application de cette force.

Exercice 4

Citer quelques exemples de forces ?

Exercice 5

Compléter les phrases en utilisant les mots suivants : Déformer, valeur ; mouvement ; dynamomètre ; sens ; Newton

- 1- Une force est caractérisée par son point d'application, sa direction son et sa
- 2- Un Permet de mesurer la valeur d'une force qui s'exprime en
- 3- Une force peut modifier le D'un objet et/ou le

Exercice 6 :

Un livre de 1,5 kg est posé sur une table horizontale

- 1- Représenter les forces qui s'exercent sur le livre.
- 2- Nommer-les et préciser pour chacune force :
 - a- Son point d'application
 - b- Sa direction
 - c- Son sens
 - d- Son intensité

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

Exercice 7 : QCM :

Une force est dite résultante lorsqu'elle :

a- Est la plus grande des forces

b- Est égale à la somme vectorielle des autres forces

c- Remplace l'effet de plusieurs forces

d- A le même point d'application que les autres.

EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES

- 1- Condition d'équilibre
- 2- Equilibre d'un solide suspendu à un ressort
- 3- Equilibre d'un solide immergé dans un liquide (poussée d'Archimède)

Objectifs :

- Comprendre quand un objet reste immobile s'il subit deux forces.
- Comprendre l'équilibre d'un objet suspendu.
- Découvrir la force qui s'oppose au poids d'un objet dans un liquide.
- Analyser l'équilibre d'un objet sur une pente.

1- CONDITION D'EQUILIBRE

L'équilibre sous l'action de deux forces correspond à une situation où la force résultante est nulle.

- La **force résultante** ($\vec{R}$) est la force qui correspond à la somme de toutes les forces appliquées sur un corps.
- Dans le cas où un objet est soumis à deux forces de même intensité mais de sens opposé, la force résultante est nulle et l'objet demeure au repos s'il est initialement immobile. Ainsi, les deux forces se compensent.

Condition d'équilibre : Un objet reste en équilibre si :

- Les deux forces ont la même direction.
- Elles ont même valeur.
- Elles sont de sens opposé.
- Elles s'exercent sur la même droite d'action.

Exemple : Un livre posé sur une table.

- Le poids (vers le bas) notée $\vec{P}$
- La réaction de la table (vers le haut) notée $\vec{R}$

Le livre ne bouge pas il est en équilibre.

☒ Etat d'équilibre :

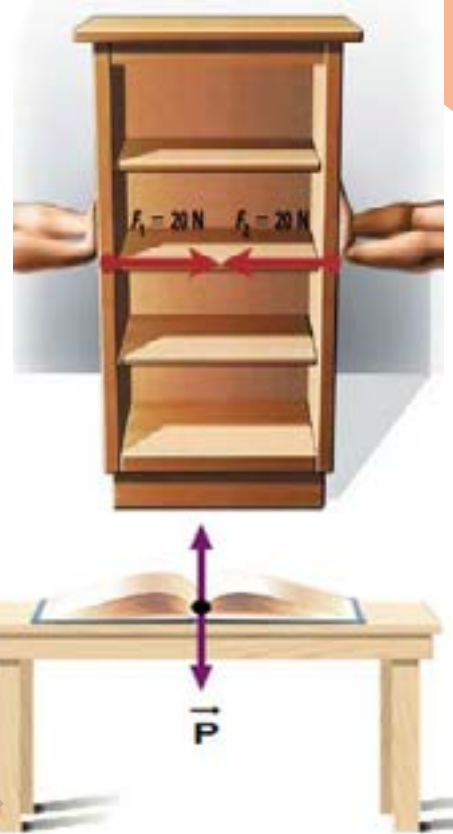
Un objet est en état d'équilibre si aucune force n'agit sur lui ou si la force résultante est nulle.

Exemple :

Le livre est en équilibre si : $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$; ce qui implique que $\vec{R} = -\vec{P}$

Les caractéristiques de force de réaction $\vec{R}$:

- ✓ Point d'application : où la force agit (point de contact avec la table).
- ✓ Direction : verticale.
- ✓ Sens : vers le haut.
- ✓ Valeur (intensité) : $R = P = mg$.



L'essentiel à retenir

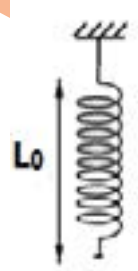
- ✓ La force résultante est une force équivalente à la somme vectorielle de toutes les forces qui agissent sur un objet à un moment donné.
- ✓ Condition d'équilibre : la force résultante est nulle.
- ✓ Les deux forces ont la même direction, même valeur de sens opposé.

2- EQUILIBRE D'UN SOLIDE SUSPENDU A UN RESSORT

Ressort :

Un ressort est une tige métallique fine et souple, souvent enroulée en spirale. Capable à changer de taille :

- On l'étire : Il s'allonge.
- On le compresse : Il se raccourcit.
- On le lâche : Il revient à sa taille d'origine (ou presque !).

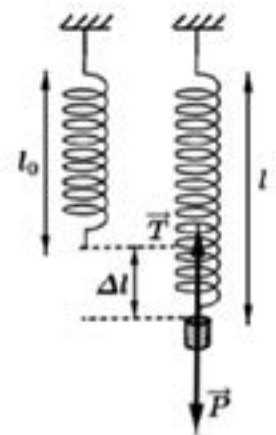


Le corps suspendu :

Nous attachons un solide (un "corps", comme on dit en physique) à l'extrémité de ce ressort, et que nous le suspendons. Qu'arrive-t-il ?

Le ressort exerce une force $\vec{T}$ sur le solide, cette force est verticale dirigée vers le haut (elle empêche le corps de tomber)

De même, le poids du solide $\vec{P}$ tire le ressort vers le bas.



Remarque :

- Plus l'objet est lourd, plus il va étirer le ressort. Le ressort devra "lutter" plus fort pour le retenir.
- Si le ressort est "plus dur" (plus difficile à étirer), il ne s'étirera pas beaucoup, même avec un objet lourd.

Les forces appliquées sur le solide sont :

- Le poids : $P = mg$
- La tension du ressort : $T = K \cdot \Delta L$

K : Constante de raideur du ressort

ΔL : l'allongement du ressort : variation de sa longueur : $\Delta L = L - L_0$

Avec : L : sa longueur en charge

L_0 : sa longueur à vide

L'équilibre :

- Le solide est immobile si la force exercée par le ressort (traction vers le haut) est égale au poids de l'objet (vers le bas).

$$P = T$$

$$mg = K \cdot \Delta L = K (L - L_0)$$

Exercice d'application

Exercice 1 – QCM

Un objet suspendu à un ressort est immobile. Cela signifie que :

- a- Le ressort est rigide
- b- Le poids est supérieur à la force du ressort
- c- Le ressort exerce une force égale et opposée au poids
- d- Il n'y a aucune force

Correction : C

Car l'objet est immobile (en équilibre) sous deux forces son poids vers le bas et la force de tension exercée par le ressort (vers le haut).

Exercice 2 :

Un objet de masse 200 g est suspendu à un ressort. Il s'allonge de 4 cm à l'équilibre.

- Calculer le poids de l'objet.
- En déduire la constante de raideur k du ressort

Correction

- Le poids : $P = m \times g = 0,2 \times 10 = 2 \text{ N}$
- Constante de raideur du ressort

$$P = T = k\Delta L \Rightarrow K = \frac{P}{\Delta L} = \frac{2}{0,04} = 50 \text{ N/kg}$$

Situation de recherche

- Rechercher comment le principe du ressort est utilisé dans la conception de sièges de voiture, de matelas, ou de systèmes d'amortissement dans les véhicules.

Comment l'élasticité contribue-t-elle au confort et à la sécurité ?

- Citer trois objets de votre quotidien qui utilisent le principe du ressort et expliquer brièvement comment.

3- EQUILIBRE D'UN SOLIDE IMMERGE DANS UN LIQUIDE (POUSSEE D'ARCHIMEDE)

Expérience d'observation :

Matériel :

- ✓ Un grand récipient
- ✓ Eau
- ✓ Divers objets : petite pierre, morceau de bois, trombone

Manipulation :

Plonger les différents objets dans l'eau.

Observation :

- Faire couler une pierre
- Faire flotter un morceau de bois.

Définition :

- Tout objet plongé dans un liquide subit une poussée vers le haut : la poussée d'Archimède.
- Elle compense en partie ou en totalité le poids.
- ✓ Si la poussée égale au poids, l'objet flotte.
- ✓ Si la poussée inférieure au poids, l'objet coule

Exemple : Un glaçon dans un verre d'eau flotte car la poussée d'Archimède équilibre son poids.

Mesure de la poussée :

- ✓ Peser un objet dans l'air (son poids réel P).
- ✓ Peser le même objet immergé dans l'eau (son poids apparent P_{ap}).

« On constate que l'objet semble 'plus léger' dans l'eau. C'est la poussée d'Archimède qui le 'soutient'.

La poussée d'Archimède (F_A) est donc égale à la différence entre le poids dans l'air et le poids dans l'eau :

$$F_A = P - P_{ap}$$

La formule de poussée d'Archimède

$$F_A = \rho_{\text{liquide}} \times v_{\text{immergé}} \times g$$

- F_A : poussée d'Archimède en (N)
- ρ_{liquide} : la masse volumique du liquide
- $v_{\text{immergé}}$: volume immergé
- g : intensité de pesanteur



Exercice d'application

Un cube de cuivre (Cu) de 5 cm de côté est suspendu à un dynamomètre puis on le plonge entièrement dans l'eau. Qu'indique le dynamomètre ?

On donne : $\rho_{\text{Cu}} = 8900 \text{ kg/m}^3$; $g = 10 \text{ N/kg}$

Correction :

Volume du cube : $V = a^3 = (5 \times 10^{-2})^3 = 1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ Le dynamomètre indique la valeur du poids apparent :

- Poids dans le vide : $P = m \times g = \rho_{\text{Cu}} \times V \times g = 8900 \times 1,25 \times 10^{-4} \times 10 = 11,125 \text{ N}$
- Poussée d'Archimède : $F_A = \rho_{\text{eau}} \times V \times g = 1000 \times 1,25 \times 10^{-4} \times 10 = 1,25 \text{ N}$
- Le poids apparent : poids apparent est égal poids à vide moins poussée d'Archimède
 $P_{\text{app}} = P - F_A = 11,125 - 1,25 = 9,87 \approx 9,8 \text{ N}$

L'essentiel à retenir

- Un objet **immergé dans un liquide** subit une **force dirigée vers le haut** : c'est la poussée d'Archimède.
- Elle est **égale au poids du volume du liquide déplacé**.
- Si la poussée > poids l'objet **flotte**.
Si la poussée < poids l'objet **coule**.

Exemple : un bouchon flotte sur l'eau grâce à la poussée d'Archimède

L'objet flotte ou coule ?

Un objet plonger dans un liquide, est soumis à deux forces principales :

- Son poids $\vec{P}$ qui le tire vers le bas
- Poussée d'Archimède $\vec{F}_A$ qui le pousse vers le haut

Trois cas possibles :

1. Si $F_A > P$: L'objet flotte. (La poussée est plus forte que le poids, l'objet remonte).
2. Si $F_A < P$: L'objet coule. (Le poids est plus fort que la poussée, l'objet s'enfonce).
3. Si $F_A = P$: L'objet reste entre deux eaux (en équilibre). (Les forces s'annulent).

Où en fonction des masses volumiques :

- Si $\rho_{\text{objet}} < \rho_{\text{liquide}}$ l'objet flotte
- $\rho_{\text{objet}} > \rho_{\text{liquide}}$ L'objet coule
- $\rho_{\text{objet}} = \rho_{\text{liquide}}$ L'objet reste en équilibre

Texte court :

Tout objet dans un liquide subit une force vers le haut égale au poids du volume déplacé.

Questions de débat/recherche :

- Un bateau en acier flotte, mais un clou coule. Pourquoi ?
- Peut-on faire flotter un humain dans l'eau comme dans la mer Morte ?
- Comment les sous-marins montent et descendent ?
- "Pourquoi un caillou coule-t-il alors qu'un tronc d'arbre flotte ?"

Activité documentaire

Texte : Archimède et la couronne

Il y a plus de deux mille ans, dans la ville grecque de Syracuse, vivait un savant nommé Archimède. Il était connu pour son intelligence et sa passion pour les sciences.

Un jour, le roi Hiéron lui confia une mission très spéciale. Le roi avait donné de l'or pur à un artisan pour qu'il fabrique une magnifique couronne. Mais des rumeurs couraient : l'artisan aurait peut-être volé une partie de l'or et l'aurait remplacée par un métal moins précieux, comme l'argent. Le roi voulait en avoir le cœur net, mais sans abîmer la couronne.

Archimède réfléchit longtemps, sans trouver de solution. Il savait qu'il ne pouvait pas fondre la couronne pour comparer sa densité. Il lui fallait une autre idée.

Un jour, alors qu'il prenait son bain, il remarqua que plus il entrait dans l'eau, plus celle-ci montait dans la baignoire. C'est alors qu'une idée brillante lui vint à l'esprit : **le volume d'eau déplacé dépend du volume de l'objet plongé** ! Et si deux objets ont le même volume mais des masses différentes, c'est qu'ils n'ont pas la même densité.

Archimède sauta hors de sa baignoire et courut nu dans les rues de Syracuse en criant : « **Eurêka ! Eurêka !** », ce qui signifie « J'ai trouvé ! » en grec.

Grâce à cette découverte, il compara le volume d'eau déplacé par la couronne avec celui d'un lingot d'or de même masse. Les volumes étaient différents : la couronne n'était donc pas faite d'or pur.

Le roi découvrit la trahison de l'artisan, et Archimède venait, sans le savoir, de poser les bases d'un principe de physique célèbre aujourd'hui : **le principe d'Archimède**.

Questionnaires :

- 1- Pourquoi le roi Hiéron demande-t-il de l'aide à Archimède ?
- 2- Que remarque Archimède dans sa baignoire ?
- 3- Que signifie le mot "Eurêka" que crie Archimède ?
- 4- Quel est le principe découvert par Archimède ?

Expliques-en une phrase comment Archimède a prouvé que la couronne n'était pas en or pur.

Quelle qualité d'Archimède ressort de cette histoire ?

4 - EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A TROIS FORCES

SOLIDE EN EQUILIBRE SUR UN PLAN INCLINE

Condition d'équilibre

Un solide est en équilibre si toutes les forces qui s'exercent sur lui se compensent.

Cela signifie que : Il ne bouge pas (immobile ou en mouvement rectiligne uniforme).

Quand un corps est soumis à 3 forces non parallèles, il est en équilibre si et seulement si :

- ✓ Les trois forces sont concourantes (leurs directions se croisent en un même point).
- ✓ Les trois forces soient coplanaires (dans le même plan)
- ✓ Elles se compensent : leur somme vectorielle est nulle.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

Exemple : un objet sur un plan incliné

Un objet est posé sur un plan incliné. Il est immobile. Trois forces agissent :

- 1- Le poids vertical vers le bas, au centre de l'objet.
- 2- La réaction du plan perpendiculaire au plan, vers le haut.
- 3- La force de frottement (ou une force de traction) parallèle au plan, vers le haut pour empêcher de glisser.

Pour que l'objet reste immobile, ces 3 forces doivent se compenser.

Dans le repère (Ox, Oy) Le poids $\vec{P}$ est décomposé suivant ses deux composantes :

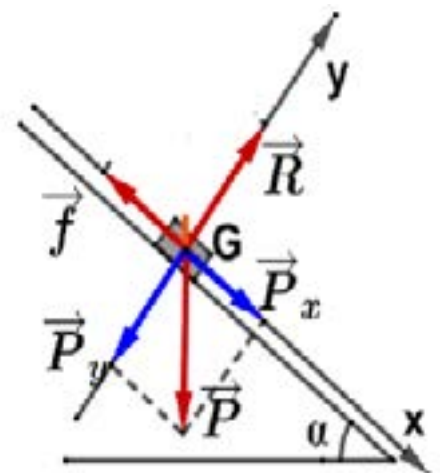
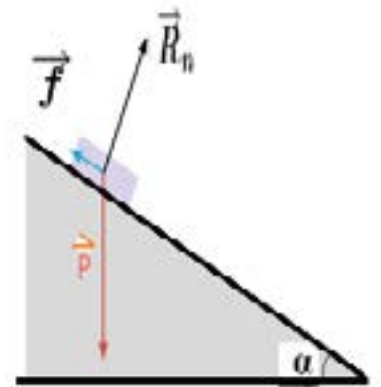
- $P_x = P \sin \alpha$
- $P_y = P \cos \alpha$.

A l'équilibre la somme des forces sur chacun des axes est nulle :

- Sur l'axe parallèle au plan incliné : $f = P_x = P \sin \alpha$
- Sur l'axe normale : $R = P_y = P \cos \alpha$.

$$\begin{cases} f = P_x = P \sin \alpha \\ R = P_y = P \cos \alpha \end{cases} \quad \text{Ce qui permet de calculer :}$$

$$\sin \alpha = \frac{f}{P}; \quad \cos \alpha = \frac{R}{P}; \quad \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{f}{R}$$



L'essentiel à retenir

Trois forces peuvent se compenser si :

- Elles sont **coplanaires** (dans le même plan).
- Leurs **directions se croisent en un même point**.
- La somme vectorielle est nulle.

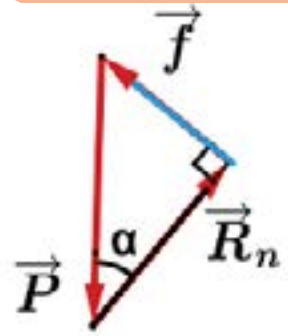
Vocabulaire :

- Plan incliné : une surface inclinée qui est utilisée pour faire glisser des objets plutôt que les soulever directement
- Angle d'inclinaison : l'angle que forme un plan par rapport à l'horizontale, influençant les forces exercées sur un objet sur ce plan.

Méthode de résolution graphique (triangle des forces)

On peut faire un schéma des forces. Si l'objet est immobile, les trois forces doivent former un triangle fermé.

1. Représenter les trois forces à l'échelle.
2. Les placer bout à bout, tête à queue.
3. Si cela forme un triangle fermé le corps est en équilibre.



Remarque :

Un solide de masse m et de poids P repose sur un plan incliné d'un angle α

Par rapport à l'horizontale. Le contact entre le solide et le plan du support est supposé sans frottement.

L'équilibre est réalisé grâce à un fil de tension $\vec{T}$.

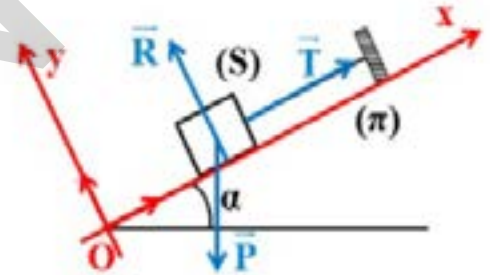
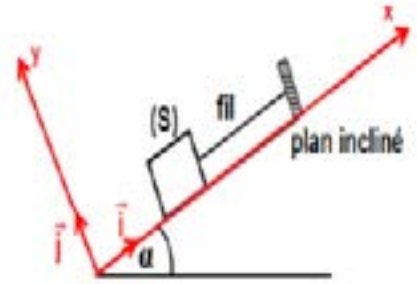
Les frottements sont négligeables, la réaction $\vec{R}$ est perpendiculaire au plan. Le poids P est décomposé suivant ses deux composantes $P \sin \alpha$ et $P \cos \alpha$.

Soit T la tension du fil qui maintient le solide immobile sur le plan incliné.

On se propose de vérifier qu'à l'équilibre on a

$$T = P \sin \alpha$$

$$R = P \cos \alpha.$$



Exercice d'application

Exercice 1 – QCM

Pour qu'un solide soumis à trois forces soit en équilibre, ces forces doivent :

- a- Être parallèles
- b- Avoir le même point d'application
- c- Être concourantes, coplanaires et leur somme vectorielle doit être nulle
- d- Avoir la même intensité

Correction : C

Exercice 2 : compléter les vides en utilisant les mots suivants : concourantes ; bouge ; vectorielle ; nulle.
Un corps est en équilibre s'il ne ...1... pas. Lorsqu'il est soumis à trois forces, ces forces doivent être ...2... et leur somme ...3... doit être ...4....

Réponses :

- 1 : bouge
- 2 : concourantes
- 3 : vectorielle
- 4 : nulle

Exercice 3 :

Une caisse de marchandise de 25 kg glisse le long d'une rampe munie de rouleaux éliminant pratiquement tout le frottement.

La rampe forme un angle de 30° avec le sol.

- a) représenter les forces agissant sur la caisse.
- b) Quelle est la valeur de la force normale agissant sur la caisse ?
- c) Quelle force de frottement faut-il appliquer sur la caisse pour la maintenir immobile ?

Correction :

- a- Les forces agissant sur la caisse sont : son poids $\vec{P}$; réaction de la rampe $\vec{R}$ et la force de frottement de la surface $\vec{F}$ sont représentées selon la figure :

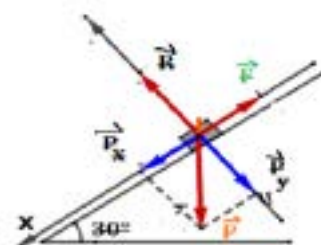
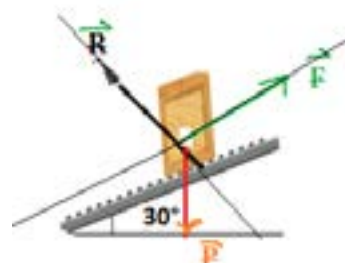
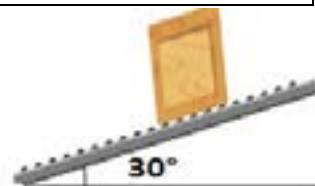
- b- Valeur de la force normale

$$R = P \cos \alpha = mg \cos \alpha = 25 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 125 \times \sqrt{3} \text{ N}$$

- c- Valeur de force de frottement :

Pour que la caisse soit immobile il faut qu'elle vérifie la condition d'équilibre sur le plan incliné :

$$F = P_x = P \sin \alpha = mg \sin \alpha = 25 \times 10 \times 0,5 = 125 \text{ N}$$



Sujet de débat : "L'équilibre est-il toujours un compromis entre plusieurs forces ?"

Exercice

Exercice 1 : QCM

- 1- Un corps est en équilibre sous l'action de trois forces non parallèles. Que peut-on affirmer ?
 - a- Les forces ont la même intensité ;
 - b- Les forces sont parallèles ;
 - c- Les directions des forces se croisent en un même point ;
 - d- Les trois forces forment un triangle rectangle.
- 2- Deux forces de même direction, même sens et même intensité sont :
 - a- En équilibre
 - b- Egales
 - c- Concourantes
 - d- Nécessairement opposées

Exercice 2 :

On dispose d'un ressort de longueur à vide $L_0 = 10 \text{ cm}$ et de raideur $k = 80 \text{ N/m}$. On accroche l'extrémité supérieure du ressort à un crochet, puis on tire sur l'autre extrémité avec une force de valeur $F = 4 \text{ N}$.

- 1) Quelle est la longueur L prise par le ressort ?
- 2) Quelle est la valeur F' de la force exercée quand le ressort a une longueur $L' = 12 \text{ cm}$?
- 3) Quelle est la raideur d'un ressort, possédant la même longueur à vide que le précédent, qui prend la longueur $L' = 12 \text{ cm}$ quand on exerce sur son extrémité libre une force de valeur $f = 4 \text{ N}$.

Exercice 3 :

Dessiner une situation simple (un objet de masse m placé sur un plan incliné de 30° par rapport à l'horizontale).

- Représenter les forces et calculer la valeur de la force de frottement qui maintient l'objet immobile.
- Données : $m = 200 \text{ g}$; $g = 10 \text{ N/kg}$
- Dessiner le triangle des forces.

Exercice 4 : en se basant au texte « Archimède et la couronne »

QCM – Coche la bonne réponse

a. Pourquoi le roi Hiéron demande-t-il de l'aide à Archimède ?

- ☐ Pour fabriquer une nouvelle couronne
- ☐ Pour prouver que la couronne est en or pur
- ☐ Pour fondre la couronne et en récupérer l'or
- ☐ Pour retrouver un voleur

b. Que remarque Archimède dans sa baignoire ?

- ☐ L'eau change de couleur
- ☐ L'eau devient chaude
- ☐ L'eau monte quand il entre dedans
- ☐ La couronne flotte

c. Que signifie le mot "Eurêka" que crie Archimède ?

- ☐ J'ai trouvé
- ☐ À l'aide !
- ☐ C'est faux
- ☐ Quelle belle idée



d. Quel est le principe découvert par Archimède ?

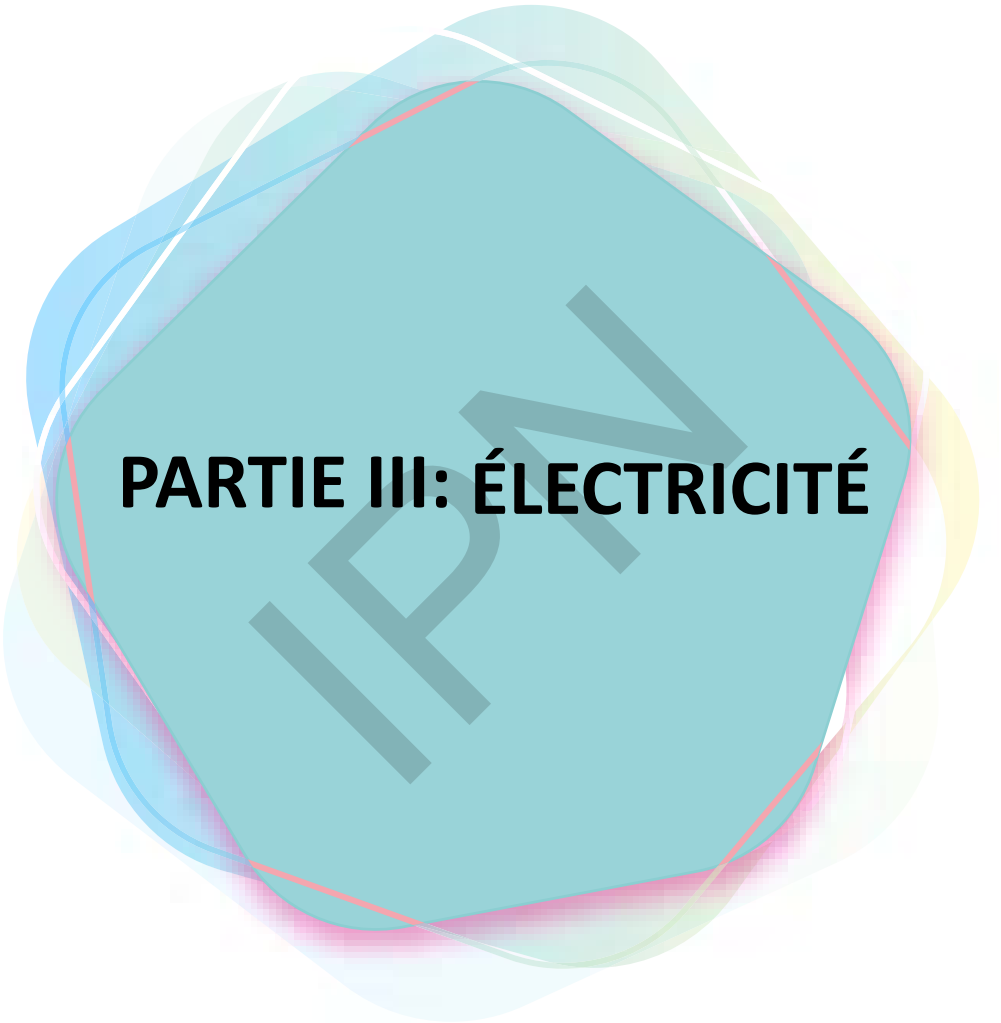
- ☐ La poussée d'un gaz sur un corps
- ☐ Un objet plongé dans un liquide déplace un volume d'eau égal au sien
- ☐ La chaleur fait fondre l'or
- ☐ Le métal la plus lourde coule toujours

Exercice 5 :

Un objet de 10 kg est immobile sur un plan incliné à 45° .

- Calculer le poids.
- Proposer une représentation des trois forces agissant sur le corps.
- Les forces peuvent-elles être en équilibre ?

IPN



PARTIE III: ÉLECTRICITÉ

CHAPITRE 3 : INTENSITE ET TENSION

1- Intensité du courant électrique continu

2- Tension électrique

Les objectifs

- Connaitre la nature et le sens conventionnel du courant dans un circuit.
- Utiliser un ampèremètre
- Appliquer la loi des nœuds
- Utiliser un voltmètre
- Calculer une tension en appliquant la relation d'additivités des tensions.

1- L'INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE

1.1. Nature du courant électrique

Activité :

Matériel : générateur, lampe, un interrupteur, fils de connexion et ampèremètre.

On réalise le montage suivant :

- On ferme l'interrupteur
- On ouvre l'interrupteur et on inverse le sens du branchement de l'ampèremètre.

Qu'observe-t-on ?

Observation :

- La lampe s'allume.
- L'ampèremètre affiche une valeur.

Interprétation :

La lampe qui s'allume indique le passage d'un courant électrique.

L'induction de l'ampèremètre donne la valeur du courant électrique.

Lorsqu'on inverse le sens de branchement de l'ampèremètre : il indique la même valeur mais négative.

Définition :

L'intensité notée (I) mesure la quantité d'électricité qui traverse un circuit par seconde.

- Dans un conducteur métallique (comme un fil en cuivre) :
Le courant est dû au déplacement **d'électrons libres** dans le métal. Ces électrons sont les **porteurs de charge négatifs**.
- Dans un électrolyte (comme une solution salée ou acide) :
Le courant résulte du déplacement **d'ions**.

Exemple : si une rivière représente un fil électrique, l'intensité, c'est **la** quantité d'eau qui coule par seconde.

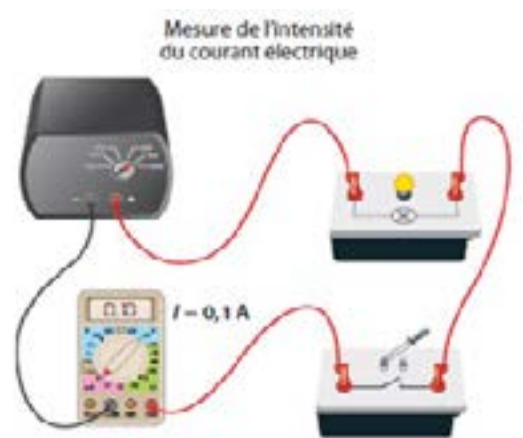
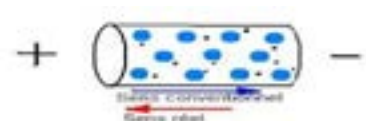
1.2. Déplacement des porteurs de charge

- Dans les **métaux** : seuls les **électrons** se déplacent.
- Dans les **électrolytes** : ce sont les **ions positifs et négatifs** qui se déplacent.



1.3. Sens conventionnel du courant

Par convention, le courant circule de la borne positive vers la borne négative du générateur, à l'extérieur de celui-ci, même si en réalité ce sont les électrons qui vont dans le sens inverse.



1.4. Représentation du sens du courant

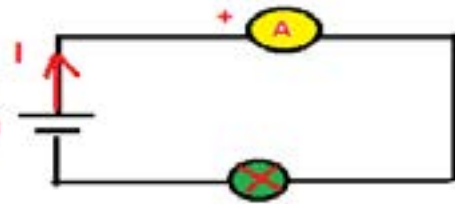
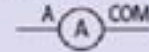
- Sur un schéma de circuit électrique, on indique le sens du courant par une **flèche orientée de la borne positive vers la borne négative**.
- Cette flèche montre le **sens conventionnel** du courant.



1.5. Mesure de l'intensité du courant

- L'**intensité du courant** mesure le **débit de charge électrique** qui traverse un conducteur, symbole (I)
- Elle se **mesure à l'aide d'un ampèremètre**, qui se **branche en série** dans le circuit.
- Unité** : l'**ampère** (symbole : A)

Le symbole de l'ampèremètre est :



1.6. Notion de quantité d'électricité (Q)

- La **quantité d'électricité** représente la charge électrique qui a traversé une section du conducteur pendant un certain temps.
- Elle s'exprime en **coulombs (C)**.
- Relation fondamentale : $Q = I \times t$
 - Q : quantité d'électricité en **coulombs (C)**
 - I : intensité du courant en **ampères (A)**
 - t : durée du passage du courant en **secondes**.

Exemple : Calculer la quantité d'électricité traversant une section de circuit parcourue par un courant d'intensité 2A, pendant une minute.

Corrigé : $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ secondes}$;

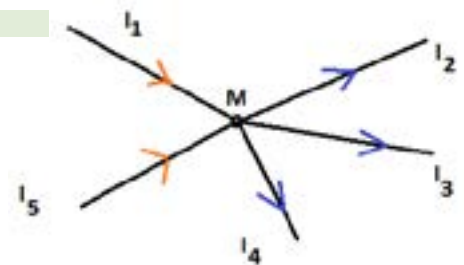
$$Q = I \times t = 2 \times 60 = 120 \text{ C}$$

1.7. Loi des nœuds (loi de conservation de la charge)

Dans un circuit électrique, la somme des intensités des courants qui entrent dans un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en sortent.

Exemple : selon le schéma ci-contre

$$I_1 + I_5 = I_2 + I_3 + I_4$$



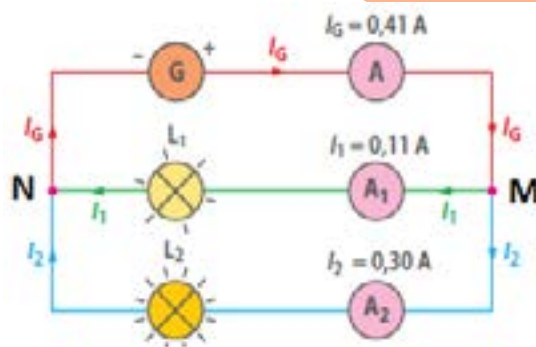
Cela traduit le fait qu'il n'y a **pas de perte de courant** dans un circuit bien fermé.

Exemple d'application

Dans le circuit ci-contre au nœud M :

- Un courant de 0,41 A entre.
- Deux courants sortent : un de 0,11 A et un autre de 0,30 A.

Vérification : $I_G = I_1 + I_2$



Vocabulaire :

- Dipôle : un composant qui a deux bornes de branchements ;
- Générateur : dipôle fournissant du courant ;
- Récepteur : dipôle qui utilise du courant pour fonctionner ;
- Conducteur : matériau qui laisse passer le courant électrique
- Isolant : matériau qui ne laisse pas passer le courant.

L'essentiel à retenir

- L'intensité du courant électrique se mesure avec un ampèremètre. Son unité est l'ampère notée A
- L'ampèremètre se branche en série dans un circuit électrique
- La somme des intensités entrantes en un nœud est égale à celles des sortantes.

2- LA TENSION ELECTRIQUE

La tension électrique

Activité :

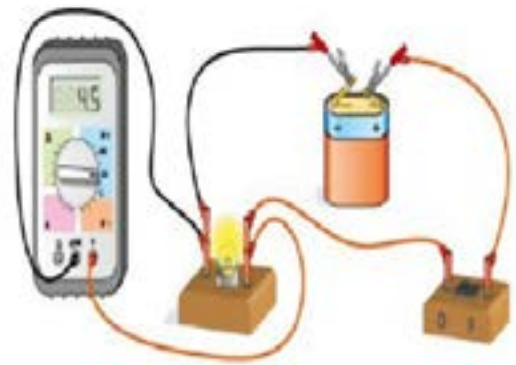
Réalisons le circuit électrique comme l'indique le support suivant :

Fermons l'interrupteur :

La lampe s'allume, le multimètre affiche une valeur.

Cette valeur donne la tension aux bornes de la lampe.

Invertissons le branchement de multimètre, il affiche la même valeur précédemment mais négative.



2.1. Définition

La **tension électrique** (notée U ; ou différence de potentiel) représente la différence d'état électrique entre deux points d'un circuit.

C'est la force qui pousse les électrons à se déplacer dans un circuit électrique.

Comme la **pression fait circuler l'eau** dans une canalisation.

2.2. Tension : grandeur algébrique

La tension est une **grandeur algébrique** :

- Elle peut être **positive** ou **négative**, selon le **sens de mesure** (de A vers B ou de B vers A).
- Par convention : $U_{AB} = V_A - V_B$
Où V_A et V_B sont les **potentiels électriques** des points A et B.



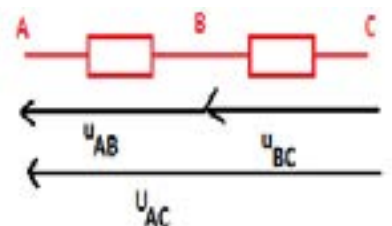
2.2.1. Représentation sur un schéma

Sur un schéma de circuit, la tension est représentée par une **flèche** pointant du **point de plus haut potentiel** (souvent noté en rouge ou avec "+") vers le **point de plus bas potentiel** (souvent noté en bleu ou avec "-").

2.2.2. Additivité des tensions

- Dans un circuit en série, les tensions s'**additionnent** le long d'un trajet :

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$$



Cela signifie que la **tension totale** entre A et C est la **somme des tensions** sur les segments successifs.

2.2.3. Tensions dans un circuit en dérivation

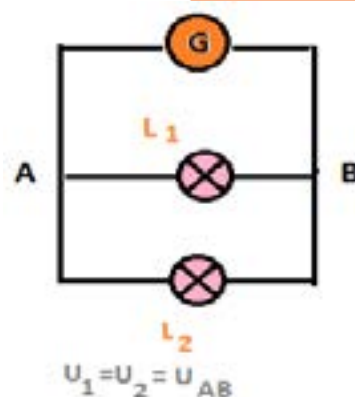
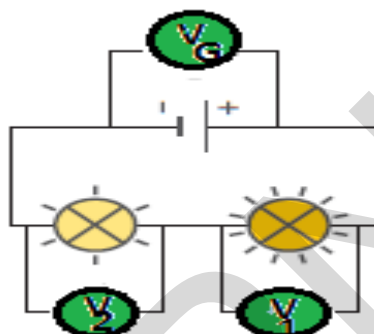
Deux dipôles (composants) **en dérivation** (branchés entre les mêmes points A et B) sont **soumis à la même tension** :

2.2.4. Tension aux bornes d'un fil conducteur

La tension aux bornes d'un **fil de connexion** (idéalement sans résistance) est **quasiment nulle**, c'est-à-dire : $U \approx 0 \text{ V}$.

2.2.5. Mesure de la tension

- La tension se **mesure avec un voltmètre**, qui se **branche en dérivation** (en parallèle) aux bornes du dipôle concerné.
- Symbole du voltmètre** est
- L'unité est le volt.



2.3.6. Tension et courant alternatif

Dans les installations domestiques, on utilise du **courant alternatif (CA)** :

- Il est produit par des générateurs comme ceux des **centrales électriques**.
- La **tension varie périodiquement** (en sinusoïde) autour de 0 V.
- En Mauritanie, la tension du secteur est **220 V** entre **phase** et **neutre**.



Vocabulaire :

- Le volt : l'unité de la tension électrique
- Voltmètre : appareil permettant de mesurer une tension électrique.

L'essentiel à retenir

- ✓ La tension électrique se mesure avec un voltmètre, son unité est le volt.
- ✓ En série, la tension aux bornes du générateur est égale à la somme de celles aux bornes des récepteurs.
- ✓ En dérivation, la tension est la même aux bornes du générateur et aux bornes de chaque branche.
- ✓ Le voltmètre est branché en dérivation.

Exercices résolus

QCM :

1. Quelle est l'unité de l'intensité électrique ?
 - a) Volt
 - b) Ampère
 - c) Ohm

Réponse : b) Ampère

2. Quelle lettre symbolise l'intensité électrique ?
 - a) U
 - b) I
 - c) R

Réponse : b) I

3. Quel appareil permet de mesurer l'intensité électrique ?
 - a) Voltmètre
 - b) Ampèremètre
 - c) Ohmmètre

Réponse : b) Ampèremètre

4. Comment doit-on brancher un ampèremètre dans un circuit ?
 - a) En dérivation
 - b) En série

Réponse : b) En série

Exercice 1 :

Une pile fournit une charge électrique de $Q = 320C$, en 1 minute.

1. Calculer l'intensité du courant I fourni par la pile.
2. Sachant que la charge élémentaire est $e = 1,6 \times 10^{-19}C$, calculer le nombre d'électrons qui traversent un point du circuit en 1 minute.

Correction :

1. L'intensité : $I = \frac{Q}{t} = \frac{320}{60} = 5,33A$

2. Nombre d'électrons : $n = \frac{Q}{e} = \frac{320}{1,6 \times 10^{-19}} = 200 \times 10^{19} = 2 \times 10^{21} \text{ électrons}$

QCM :

1. Quelle est l'unité de la tension électrique ?
 - a- Volt
 - b- Ampère
 - c- Watt.

Réponse : a) Volt

2. Comment mesure-t-on la tension aux bornes d'un dipôle ?

- a- Avec un potentiomètre.
- b- Avec un voltmètre en dérivation
- c- Avec un ampèremètre en série

Réponse : b) Avec un voltmètre en dérivation

3. La tension aux bornes d'un fil conducteur parcouru par un courant est :
- a- Égale à la tension de la pile ;
 - b- Nulle.

Réponse : b) Nulle

Exercice 2 : vrai ou faux

Indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses. Corriger les fausses.

1. Dans un fil de connexion, la tension est environ nulle.
2. La tension est toujours positive.
3. La tension entre deux points se mesure avec un ampèremètre.
4. En courant alternatif, la tension entre phase et neutre est de 220 V en Mauritanie.

Correction :

1. Vrai.
2. Faux : c'est une grandeur algébrique, elle peut être négative.
3. Faux : on utilise un voltmètre, pas un ampèremètre.
4. Vrai (tension efficace du secteur)

Exercice 3 :

Retrouver les bonnes correspondances.

- | | |
|------------------------|--------------|
| (1) Grandeur | a) Volt |
| (2) Appareil de mesure | b) Tension |
| (3) Unité | c) Voltmètre |

✓ Correction :

1	2	3
b	c	a

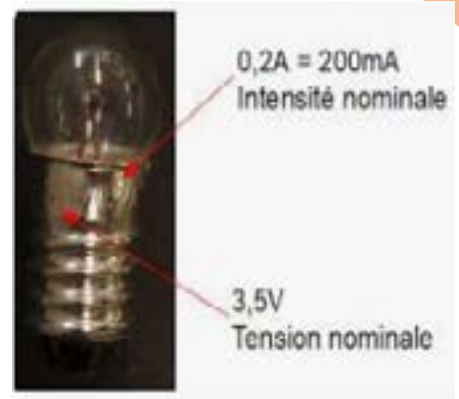
Fiche technique

Valeur nominale d'un appareil : c'est la **valeur prévue par le constructeur** pour un fonctionnement normal.

Par exemple :

- Une ampoule a une **tension nominale** de 230 V, elle doit être alimentée sous 230 V pour fonctionner correctement.
- Un disjoncteur de **10 A nominal** déclenche si l'intensité dépasse 10 A.

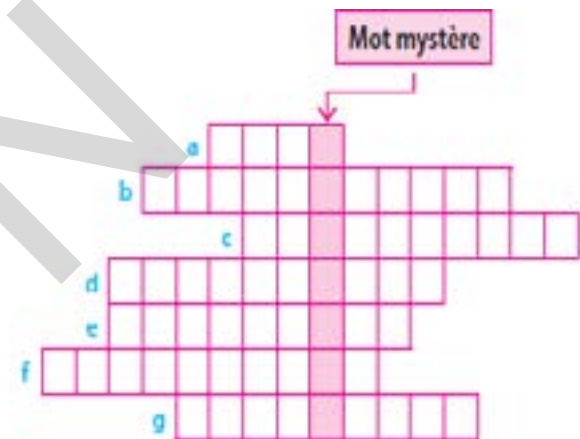
Ces valeurs sont **indiquées sur l'étiquette** ou la **fiche technique** de l'appareil.



Mots casés

Recopie et complète la grille pour découvrir le « mot mystère » dans la colonne colorée.

- Unité de mesure de la tension.
 - Appareil qui permet de mesurer l'intensité.
 - Dipôle ayant toujours une tension entre ses bornes.
 - Se produit lorsqu'un récepteur est alimenté par une tension trop élevée.
 - Se mesure en ampère.
 - Mode de branchement du voltmètre.
 - Qualifie les valeurs de tension et d'intensité indiquées par le fabricant sur un récepteur.
- Quel est le mot mystère ?



Texte court :

Tension (V) = "pression" électrique (comme la hauteur d'un barrage).

Intensité (A) = débit des électrons (comme le débit d'une rivière).

Questions de débat/recherche :

- 1- Pourquoi les oiseaux sur les fils électriques ne sont-ils pas électrocutés ?
- 2- Faut-il avoir peur de la foudre ? (Comparer tension d'une pile et d'un éclair)

Exercices

1- Vrai ou Faux et Justification :

- a- L'Ampère mesure la "force" de l'électricité.
- b- Un appareil qui demande une forte intensité consomme beaucoup d'électricité.
- c- Une pile de 9V a plus de "pression" qu'une prise de 220V.
- d- Les électrons circulent vers le pôle + d'une pile.
- e- Un voltmètre se branche en série dans un circuit.
- f- La tension aux bornes de deux dipôles en dérivation est identique.

2- Associer chaque situation à l'Intensité du courant ou à la Tension électrique :

- a- « C'est ce qui détermine l'intensité lumineuse des lampes. »
- b- « C'est l'information inscrite sur la pile de votre télécommande. »
- c- « C'est ce qui peut provoquer le déclenchement du disjoncteur lorsqu'on branche trop d'appareils. »
- d- « C'est la grandeur mesurée en ampères. »
- e- « C'est la grandeur mesurée en volts. »

Exercice 3 : Question ouverte :

Expliquer avec vos propres mots la différence entre l'intensité et la tension électriques, en utilisant une analogie de votre choix (fleuve, route, etc.).

Exercice 4 : Choisir la bonne réponse

		A	B	C
1	L'unité de mesure de la tension est	L'ampère	Le volt	Le watt
2	La tension se mesure avec un	Ampèremètre	Tensiomètre	Voltmètre
3	Un récepteur fonctionne correctement si la tension entre ses bornes est proche de :	Sa tension nominale	Sa tension nominative	Son intensité nominale
4	On mesure l'intensité avec un :	Tensiomètre	Voltmètre	Ampèremètre
5	L'unité de mesure de l'intensité est	Le watt	Le volt	L'ampère

Exercice 5 :

Voici quelques valeurs de tensions approximatives.

Situation	Pile de montre	Pile ronde neuve	Batterie de scooter	Prise électrique
Tension	Quelques mV	1,5 V	6 V	230 V

Combien de piles rondes seraient nécessaires pour fournir une tension équivalente à celle d'une prise électrique.

Exercice 6 :

1. Dans un fil métallique, quel est le type de porteurs de charge qui se déplacent ?
2. Pourquoi dit-on que le sens conventionnel du courant est opposé au déplacement des électrons dans un métal ?
3. Sur un schéma de circuit, comment représente-t-on le sens du courant ?

Exercice 7 :

Un élève mesure l'intensité du courant dans un circuit avec un ampèremètre et trouve 0,5 A.

1. Quelle est l'unité de l'intensité du courant ?
2. Si ce courant circule pendant 2 minutes, calculer la quantité d'électricité (en Coulombs) qui traverse le circuit.

Exercice 8 :

Observer le schéma suivant (imaginaire ou dessiné au tableau) avec trois branches :

- $I_1 = 2 \text{ A}$ (entrant dans le nœud),
- $I_2 = 1 \text{ A}$ (sortant du nœud),
- $I_3 = ?$ (Sortant du nœud).

1. Appliquer la loi des nœuds pour trouver l'intensité I_3 .

Exercice 9 : Tension électrique et mesures

1. Quelle est la différence entre V_A et V_B si $U_{AB} = 6 \text{ V}$?
2. Sur un schéma, comment représente-t-on la tension U_{AB} ?
3. Pourquoi dit-on que la tension aux bornes d'un fil conducteur est nulle ?

Exercice 10 : Additivité des tensions

Dans un circuit série, on mesure :

- $U_{AB} = 3 \text{ V}$,
 - $U_{BC} = 5 \text{ V}$.
1. Calculer U_{AC} en utilisant l'additivité des tensions.

Exercice 11 :

Si on ouvre une pile plate de 4,5V ; on peut observer 3 piles rondes de 1,5V :

Ces piles sont-elles branchées en série ou en dérivation ?



Exercice 12 :

Un courant électrique d'intensité I traverse une charge Q pendant une durée Δt .

Recopier et compléter le tableau ci-dessous :

Q	I	Δt
50 C		20 s
$6 \times 10^{-2} \text{ C}$	24 A	
	6 mA	30 s
	10 A	2 min

Exercice 13 :

Durant un orage, un coup de foudre « négatif » transfère du sol au nuage une charge électrique de 350 C à une intensité de 120 kA.

- a- Combien d'électrons sont transférés durant ce coup de foudre ?
- b- Calculer la durée de ce phénomène.



CHAPITRE 4 : LES EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE

- Les objectifs :
- Se protéger et protéger les appareils des dangers du courant électrique.
- Introduction
- Lorsqu'un courant électrique circule dans un conducteur, il peut produire différents effets selon le type de matériau et les conditions. On distingue trois effets principaux :
 - Effets thermiques
 - Effets magnétiques
 - Effets chimiques.

EFFETS THERMIQUES, MAGNETIQUES ET EFFETS CHIMIQUES.

1- L'effet thermique

Expérience :

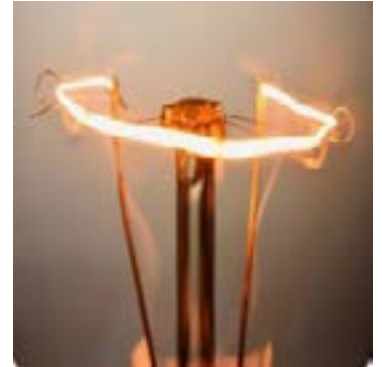
On fait circuler un courant électrique dans un **fil de fer fin** (comme dans une lampe à incandescence).
On observe que le fil **devient chaud** et peut même rougir.

Explication :

Le courant électrique, en traversant un conducteur, **échauffe** ce conducteur.
Cet échauffement dépend de l'intensité du courant, de la résistance du fil, et du temps de passage.

Applications :

- Le **grille-pain**, le **fer à repasser**, le **radiateur électrique** utilisent cet effet pour produire de la chaleur.
- Les **fusibles** fondent sous l'effet thermique pour **protéger les circuits** en cas de surcharge.



2- L'effet magnétique

Expérience :

On place une **boussole** près d'un **fil conducteur** relié à une pile.
Quand le courant circule, l'aiguille de la boussole **s'oriente différemment**.

Explication :

Le courant électrique crée un **champ magnétique** autour du fil. Ce champ peut agir sur des objets aimantés ou produire un mouvement.

Applications :

- Les **électroaimants** (utilisés dans les grues pour soulever la ferraille).
- Les **moteurs électriques** (aspirateurs, ventilateurs, voitures électriques).



3- L'effet chimique

Expérience :

On plonge deux électrodes dans une **solution d'eau salée** ou de **sulfate de cuivre**, puis on les relie à une pile.

On observe la **formation de bulles** ou de **dépôts métalliques** sur les électrodes.

Explication :

Le courant électrique peut provoquer une **réaction chimique** dans certaines solutions : c'est l'**électrolyse**.
Les ions présents dans la solution migrent et réagissent aux électrodes.

Applications :

- La **galvanoplastie** : dépôt d'une fine couche de métal sur un objet (plaquage d'or ou d'argent).
- Le **chargement des batteries** (électrolyse dans les accumulateurs).
- Le **traitement de l'eau** (électrolyse pour purifier).



ELECTROLYSE DE L'EAU PURE

1- Définition de l'électrolyse

- L'électrolyse est une transformation chimique provoquée par un courant électrique.
- Elle se déroule dans une solution appelée électrolyte, à l'aide de deux électrodes reliées à un **générateur**.

L'eau **purement distillée** ne conduit **presque pas** l'électricité.

Pour faire une électrolyse, on ajoute donc quelques gouttes d'un **électrolyte** (comme **acide sulfurique** H_2SO_4 ou **hydroxyde de sodium**) pour améliorer la **conductivité**.

2. Le montage expérimental

Matériel :

- Un **bécher** contenant de l'eau + électrolyte
- Deux **électrodes** (plaque de carbone ou platine)
- Un **générateur** de courant continu
- Deux tubes à essais renversés pour recueillir les gaz



Electrolyseur

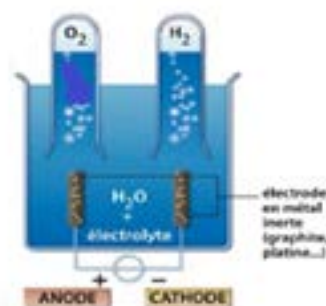
3. Ce que l'on observe

Lorsqu'on fait circuler le courant :

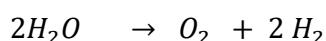
Des bulles de gaz apparaissent aux **deux électrodes**.

- Le volume de gaz produit à l'une des électrodes est **deux fois plus grand** qu'à l'autre.

Cela correspond à la **décomposition de l'eau** en **dihydrogène** et **dioxygène**.



4- La réaction bilan de l'électrolyse de l'eau : peut-être modélisée par l'équation suivante :



- Deux volumes dihydrogène pour un volume de dioxygène.
- L'eau est décomposée en ses éléments constitutifs : H et O.

Applications de l'électrolyse

- Production de **gaz dihydrogène** (énergie propre).
- Traitement des métaux (galvanoplastie).
- Fabrication de produits chimiques (soude, chlore, etc.).

Sujet de débat : "L'hydrogène issu de l'électrolyse de l'eau : solution d'avenir ou fausse promesse écologique ?"

L'essentiel à retenir

Effet	Observation	Applications
Thermique	Le fil chauffe	Chauffage, cuisson, sécurité
Magnétique	Aiguille de boussole déviée	Moteurs, électroaimants
Chimique	Dépôt ou bulles aux électrodes	Batteries

Fiche technique

SECURITE (PROTECTION DES PERSONNES ET DES INSTALLATIONS)

Les objectifs

- Sensibiliser aux dangers de l'électricité et aux règles fondamentales de sécurité.

Les dangers de l'électricité

Le courant électrique peut provoquer :

- Des chocs électriques (électrisation, électrocution),
- Des brûlures, La chaleur dégagée par le passage du courant.
- Des incendies en cas de court-circuit ou de surcharge.



Électrisation : passage du courant à travers le corps sans conséquence mortelle.

Électrocution : passage du courant pouvant provoquer la mort.



Protection des personnes

a) Mise à la terre

- Elle permet d'évacuer le courant dangereux vers le sol en cas de défaut (fuite de courant).
- Tout appareil métallique relié à la terre devient inoffensif en cas de problème.

b) Disjoncteur différentiel

Il détecte une fuite de courant (vers la terre ou vers une personne) et coupe immédiatement le circuit.



Protection des installations

Fusible et disjoncteur : Définitions et rôles

Objectif commun :

Les deux dispositifs protègent les installations électriques en coupant le courant en cas de surcharge ou de court-circuit, afin d'éviter les incendies ou d'endommager les appareils.

Le Fusible

Définition :

Un fusible est un dispositif de sécurité contenant un fil métallique qui fond quand l'intensité du courant dépasse une certaine valeur.

Fonctionnement :

- Le fil à l'intérieur du fusible chauffe quand le courant est trop intense.
- S'il dépasse une valeur limite (ex. : 10 A), le fil fond et interrompt le circuit.

Inconvénient :

- Usage unique : une fois fondu, il doit être remplacé.

Le disjoncteur

Définition :

Un disjoncteur est un appareil qui ouvre automatiquement le circuit en cas de surcharge ou de court-circuit.

Fonctionnement :

- Il utilise un mécanisme thermique (chaleur) ou magnétique (champ magnétique) pour détecter les anomalies.
- Il coupe le courant instantanément si le seuil est dépassé.

Avantages :

- Réutilisable : il suffit de le réarmer après l'avoir déclenché.
- Plus précis et plus rapide qu'un fusible.

Application pratique :

- Dans les habitations modernes, les disjoncteurs sont utilisés dans le tableau électrique principal.
- Les fusibles sont parfois encore présents dans des anciens circuits ou pour protéger des petits appareils



Notion de Phase, Neutre et Terre

1. Le conducteur de phase

- **Rôle** : C'est le fil par lequel le **courant électrique arrive** depuis la source (générateur ou réseau).
- **Danger** : Il est **sous tension** (souvent 230 V en courant domestique). Il est donc **dangereux** au toucher.
- **Couleur normale (en électricité domestique)** : Noir, marron, ou gris.



2. Le conducteur neutre

- **Rôle** : C'est le fil qui **ramène le courant** vers la source après qu'il ait traversé l'appareil électrique.
- **Tension** : En théorie, il est à **0 volt** (par rapport à la terre).
- **Couleur** : **Bleu clair**.
- **Remarque** : Il est relié à la terre au niveau du transformateur du fournisseur d'électricité.



3. Le conducteur de terre

- **Rôle** : Il sert à la **sécurité**. Il **protège les personnes** en cas de fuite de courant (ex. : si un appareil devient défectueux).
- **Fonctionnement** : Il dirige le courant **vers la terre** au lieu de le laisser passer par le corps humain.
- **Couleur** : **Vert et jaune**.
- **Tension** : Toujours **nulle** (0 V).



Exemple d'application : **la sécurité**

- Si un fil de phase touche la carcasse métallique d'un appareil, **la carcasse devient dangereuse**.
- Grâce à la **mise à la terre**, le courant prend un chemin direct vers le sol : le disjoncteur **saute immédiatement**, coupant le courant.
- Cela protège les **personnes d'une électrocution**.

Comparaison :

Élément	Rôle	Tension typique	Danger
Phase	Apporte le courant	220 V	Oui
Neutre	Retourne le courant	0 V	Faible
Terre	Sécurité / protection	0 V	Non

LES REGLES D'OR DE LA SECURITE :

- Ne jamais toucher un fil dénudé ou un appareil endommagé.
- Ne jamais utiliser d'appareils électriques près de l'eau.
- Débrancher les appareils avant de les manipuler ou de les nettoyer.
- Ne pas surcharger les prises (multiprises).
- Importance des disjoncteurs et fusibles : Expliquer leur rôle de «garde-fous» qui coupent le courant en cas de problème.
- Ne pas jouer avec l'électricité.
- En cas de danger : Couper le courant au disjoncteur principal, alerter un adulte, ne pas intervenir soi-même.

Les signes de danger : Odeur de brûlé, étincelles, disjoncteur qui saute fréquemment.

Exercices résolus

QCM :

1. Quel effet provoque l'échauffement d'un conducteur parcouru par un courant ?
 - a) Effet thermique
 - b) Effet Oersted
 - c) Effet photoélectrique

Réponse : a) Effet thermique

2. Que fait une boussole placée près d'un fil parcouru par un courant ?
 - a) Elle reste immobile
 - b) Elle est perturbée par un champ magnétique

Réponse : b) Elle est perturbée par un champ magnétique

3. Lorsqu'un courant traverse un liquide conducteur, que se passe-t-il ?
 - a) Il n'y a aucun effet
 - b) Il y a des réactions chimiques aux électrodes

Réponse: b) Il y a des réactions chimiques aux électrodes

QCM :

4. L'électrolyse de l'eau pure produit :
 - a) Du dioxygène et du dihydrogène
 - b) Du dioxyde de carbone
 - c) De l'eau gazeuse

Réponse : a) Du dioxygène et du dihydrogène

5. Lors de l'électrolyse, le volume de gaz recueilli à la cathode est :
 - a) Le double de celui recueilli à l'anode
 - b) Égal à celui recueilli à l'anode
 - c) La moitié de celui recueilli à l'anode

Réponse : a) Le double

Exercice 2 : Électrolyse de l'eau

1. Définir l'électrolyse de l'eau.
2. Quels sont les gaz produits aux électrodes ?
3. Écrire l'équation-bilan de la réaction.

Correction :

1. L'électrolyse de l'eau est la décomposition de l'eau en dioxygène et dihydrogène par le passage d'un courant électrique.
2. À la cathode, on recueille du dihydrogène (H_2) ; à l'anode, du dioxygène (O_2).
3. Équation-bilan : $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

Exercice 3 : QCM

- 1- Pourquoi est-il dangereux de brancher trop d'appareils sur une même multiprise ?
- a) Risque de surcharge et d'incendie
 - b) Risque de baisse de tension
 - c) Aucun risque

Réponse : a) Risque de surcharge et d'incendie

- 2- Quel dispositif protège les personnes contre les électrocutions ?
- a) Le disjoncteur
 - b) Le fusible
 - c) Le voltmètre

Réponse : a) Le disjoncteur

- 3- Que faut-il faire en cas de contact avec un fil électrique sous tension ?
- a) Toucher directement la personne
 - b) Couper immédiatement le courant avant d'intervenir

Réponse: b) Couper immédiatement le courant avant d'intervenir

Exercice 5 : Sécurité

Expliquer pourquoi il est important d'utiliser un disjoncteur différentiel dans une installation électrique domestique.

Correction :

Le disjoncteur détecte les fuites de courant qui peuvent être dangereuses pour les personnes (risque d'électrocution) et coupe automatiquement le courant pour protéger les personnes et les installations .

Activités :

Discussion en classe :

Partage d'expériences personnelles liées à l'électricité (panne de courant, anecdote de sécurité).

Création d'un mini-glossaire :

Les élèves rédigent des définitions simples des termes clés appris (Ampère, Volt, disjoncteur, etc.).

Exercices

Exercice 1 :

Compléter un tableau avec les différents effets de l'électricité et des exemples d'appareils qui les utilisent.

Effet de l'électricité	Exemples d'appareils
Thermique	
Magnétique	
Chimique	

Exercice 2 :

Un appareil ne fonctionne plus. Décrire les étapes que vous suivriez pour identifier la cause probable en utilisant vos connaissances sur les effets de l'électricité (exemple : une ampoule ne s'allume pas, un moteur ne tourne pas).

Exercice 3 : Petits textes descriptifs

Choisir un appareil électrique de la maison (fer à repasser, aspirateur, télévision) et décrire comment l'électricité agit pour le faire fonctionner, en mentionnant les effets pertinents.

Exercice 4 :

1- Cas pratiques et Conseils de Sécurité :

Pour chaque situation, identifier le danger et proposer le conseil de sécurité approprié.

- Vous voyez un fil électrique effiloché sur une lampe.
- Un ami utilise son sèche-cheveux au bord de la baignoire.
- Vous voulez brancher une multiprise sur une autre multiprise pour avoir plus de prises.
- Votre petit frère veut jouer avec une prise murale avec ses doigts.

Exercice 5 : Slogan ou Affiche de Prévention :

Créer un slogan percutant ou esquisser une petite affiche pour sensibiliser à la sécurité électrique.

Exercice 6 : Question de Réflexion :

Pourquoi est-il si important de respecter les règles de sécurité électrique, même si l'électricité est invisible?

IPN



PARTIE IV : CHIMIE

CHAPITRE 1 : STRUCTURE DE LA MATIERE

1- Structure de l'atome

2- Les molécules

3- Les ions

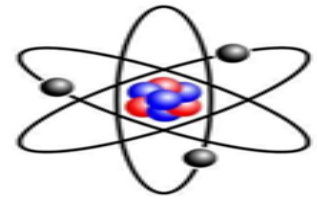
Les objectifs :

- Identifier le numéro atomique et le nombre de masse.
- Reconnaître des isotopes.
- Donner la structure électronique des 20 premiers éléments (Z étant donné).
- Utiliser la représentation de Lewis.
- Situer un élément dans le tableau périodique connaissant son numéro atomique.
- Interpréter l'existence des liaisons dans des molécules simples.
- Représenter les molécules par des formules développées planes
- Prévoir la charge d'un ion monoatomique d'après la place de l'élément dans la classification périodique

1- L'atome :

C'est la plus petite entité de la matière, Il est composé de deux parties :

- Un **noyau central**.
- Des **électrons** qui évoluent autour du noyau.



2- Noyau et électrons

a) Le noyau atomique

Situé au centre de l'atome. Composé de :

- Protons (chargés positivement)
- Neutrons (chargés neutres)

Ensemble, les protons et neutrons sont appelés nucléons.

b) Les électrons

- Particules très légères, chargées négativement.
- Ils tournent autour du noyau.

3- La charge élémentaire

La plus petite charge électrique possible est appelée charge élémentaire. Elle vaut : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, (coulombs)

- Le proton porte une charge positive noté $q_p = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- Le neutron a une charge nulle $q_N = 0$
- L'électron porte une charge négative notée $q_e = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Les masses de particules :

- La masse de proton est : $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- La masse de neutron est : $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, masse de proton est pratiquement égale à celle de neutron
- La masse de l'électron est : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

NB :

- La masse d'un nucléon est : $m_p = m_n = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$
- Les électrons ont une masse négligeable par rapport aux nucléons.

4- Structure d'un atome

Un atome est caractérisé par deux nombres :

- Numéro atomique (Z) : nombre de protons dans le noyau = nombre d'électrons.
- Nombre de masse (A) : nombre total de nucléons (protons + neutrons).

Exemple :

L'atome d'hydrogène est composé d'1 proton et 0 neutron, soit 1 seul nucléon dans son noyau, et donc d'1 électron autour du noyau :

$$z = 1; A = 1$$

L'atome d'hélium comporte 2 protons et 2 neutrons, soient 4 nucléons dans son noyau, et donc 2 électrons autour du noyau :

$$Z = 2; A = 4. \text{ Nombre de neutrons} = A - Z$$

Remarque : Le nombre de neutrons, noté N, dans un noyau est égal à la différence entre son nombre de charge Z et son nombre de masse A : $N = A - Z$

Représentation symbolique :

On symbolise un noyau par : ${}_Z^AX$ avec :

$\begin{cases} X: \text{symbole de l'atome correspondant} \\ A: \text{nombre de masse} \\ Z: \text{nombre de charge} \end{cases}$



Exemples :

Noyau de l'atome (X)	Nombre de charge Z	Nombre de masse A	Symbole
Hydrogène (H)	1	1	${}_1^1\text{H}$
Carbone (C)	6	12	${}_6^{12}\text{C}$
Carbone (C)	6	14	${}_6^{14}\text{C}$
Argon (Ar)	18	40	${}_{18}^{40}\text{Ar}$
Potassium (K)	19	40	${}_{19}^{40}\text{K}$

Charge du noyau :

Un noyau renfermant Z protons, a une charge électrique : $Q = Z \cdot e$.

Sa charge, exprimée en charge élémentaire, est alors égale à Z : c'est pour cette raison que Z est appelé nombre de charge.

Charge de l'atome : « L'atome est électriquement neutre »

La charge positive du noyau est compensée par les charges négatives portées chacune par un électron.

La masse de noyau :

La masse m d'un noyau renfermant A nucléons est alors pratiquement égale à :

$$m \approx A \cdot m_{\text{nucléon}} \approx A \times 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

La masse du noyau, exprimée en masse de nucléon, est égale à A : c'est pour cette raison que A est appelée nombre de masse.

La masse de l'atome : est pratiquement égale à la masse de son noyau.

Exemples :

La masse d'un atome du carbone $^{12}_6\text{C}$: $m_c = 12 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 20 \times 10^{-27} = 2 \times 10^{-26} \text{ kg}$

L'essentiel à retenir

- Un atome est constitué d'un noyau central, autour duquel gravitent un ou plusieurs électrons
- Le noyau est chargé positivement.
- Un noyau est caractérisé par :
 - Son nombre de charge Z qui est égal au nombre de protons ;
 - Son nombre de masse A qui est égal au nombre de nucléons.
 - Le noyau d'un atome X de nombre de charge Z et de nombre de masse A est symbolisé par A_ZX .

1- Élément chimique

Un **élément chimique** est défini par son **numéro atomique Z**. Tous les atomes ayant le même Z appartiennent au même élément.

2- L'isotopes

Deux **isotopes** d'un même élément :

- Ont le **même nombre de protons (Z)**.
- Mais un **nombre différent de neutrons** : donc A différent.

Exemple :

$^{12}_6\text{C}$ et $^{14}_6\text{C}$ sont deux isotopes du carbone.

3- Répartition des électrons sur les couches électroniques

Les électrons d'un atome se répartissent sur différentes couches autour du noyau appelées niveaux d'énergie.

Ces niveaux d'énergie ou couches sont désignés par des lettres majuscules : K, L, M, N,

Chaque couche a un nombre maximal d'électrons :

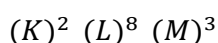
Couche	K	L	M
Nombre maximum d'électrons	2	8	18

Pour représenter la structure électronique d'un atome, on répartit successivement ses électrons sur les différentes couches en commençant par la couche K. On passe à la couche suivante lorsque la couche en remplissage est saturée.

Application : Exemple de l'aluminium Al ($Z = 13$)

- 2 électrons sur la couche K
- 8 électrons sur la couche L
- 3 électrons sur la couche M.

La structure électronique est :



4- Représentation de Lewis

La représentation de Lewis a pour but de schématiser la couche externe d'un atome.

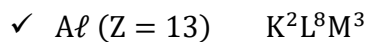
Les électrons de valence, représentés par des points, sont répartis équitablement sur quatre faces autour du symbole chimique de l'atome.

Deux électrons sur une même face correspondent à un doublet, tandis qu'un électron seul sera appelé « célibataire ».

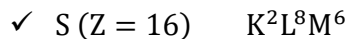
Les électrons célibataires sont représentés par un point

Les doublets d'électrons sont représentés par un tiret

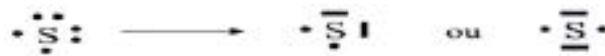
Application



La couche externe est la couche M comportant trois électrons ($3 e^-$). On a :



La couche externe comporte six électrons ($6 e^-$). On a :



5 - Classification périodique des éléments

Tableau de classification

1°) Règles d'édification du tableau de Mendeleïev

- Les éléments chimiques sont classés par numéro atomique Z croissant.
- Les éléments dont les atomes ont le même nombre d'électrons sur leur couche externe sont disposés dans une même colonne et constituent une famille.
- Une nouvelle ligne du tableau, appelée période, est utilisée chaque fois que le remplissage électronique fait intervenir une nouvelle couche électronique.

2°) Tableau périodique simplifié des 20 premiers éléments chimiques

${}_1H$							${}_2He$
${}_3Li$	${}_4Be$	${}_5B$	${}_6C$	${}_7N$	${}_8O$	${}_9F$	${}_{10}Ne$
${}_{11}Na$	${}_{12}Mg$	${}_{13}Al$	${}_{14}Si$	${}_{15}P$	${}_{16}S$	${}_{17}Cl$	${}_{18}Ar$
${}_{19}K$	${}_{20}Ca$						

La première ligne (période) du tableau concerne le remplissage de la couche électronique K.

La deuxième période concerne le remplissage de la couche électronique L, ... etc.

Principe de la classification périodique

- Les **propriétés chimiques** des éléments sont liées au **nombre d'électrons de valence**.
- Des éléments d'une **même colonne** ont des **comportements chimiques semblables**.
- La classification permet de **prévoir** la **réactivité chimique**, les **liaisons**, etc.

Les principales grandes familles ou groupes :

Famille	Nom	Propriétés
Famille I (ou groupe 1)	Alcalins	Métaux ; solides mous ;
Famille II (ou groupe 2)	Alcalinoterreux	Métaux ; solides mous
Famille VII (ou groupe 7)	Halogènes	Non-métaux,
Famille VIII (ou groupe 8)	Gaz inertes	Non-métaux

Quelques repères :

- Ligne = **période** : nombre de couches électroniques.
- Colonne = **famille** : même nombre d'électrons de valence.

Exemple :

- ✓ L'aluminium Al (Z = 13) : $K^2L^8M^3$: situé : Ligne 3 : M ; colonne 3 : 3 électrons externes
- ✓ Le soufre S (Z = 16) : $K^2L^8M^6$: situé à : ligne 3 : M ; colonne 6 : 6 électrons externes

A retenir :

Symbole	Nom de l'élément
H	Hydrogène
He	Hélium
Li	Lithium
Be	Béryllium
B	Bore
C	Carbone
N	Azote
O	Oxygène
F	Fluor
Ne	Néon
Na	Sodium
Mg	Magnésium
Al	Aluminium
Si	Silicium
P	Phosphore
S	Soufre
Cl	Chlore
Ar	Argon
K	Potassium
Ca	Calcium

Activité : création d'une affiche :

"Mon élément chimique préféré" (numéro atomique, utilisations, dessin de Lewis).

Deux phrases qui illustrent la formule chimique de 18 premier éléments chimique du tableau périodique, en prenant la et/ou deuxième lettre de chaque mot de ces phrases :

Lili Bèche Bien Chez Notre Oncle François Nestor.

Napoléon Manga Allègrement Six Poulets Sans Claquer Après.

1- Molécule

Une **molécule** est un **ensemble d'atomes liés entre eux**. Les atomes s'unissent grâce à des **liaisons covalentes**.

2- Liaisons covalentes :

- Une liaison covalente est une **mise en commun de deux électrons** entre deux atomes.
- Elle permet aux atomes d'atteindre une configuration stable.

Selon Lewis une liaison entre deux atomes A et B résulte de la mise en commun de deux électrons externes entre ces atomes. Chaque atome apporte un seul électron.



Le doublet mis en commun est appelé doublet liant et correspond à une liaison de covalence ou liaison covalente. Pour rendre compte de la structure d'une molécule, on utilise simplement des schémas ou des structures de Lewis où chaque liaison est représentée par un trait.



3- Règle du duet et de l'octet :

- Les **atomes "légers"** (comme H) cherchent à avoir **2 électrons** autour d'eux (**duet**).
- Les autres cherchent à avoir **8 électrons (octet)** dans leur couche externe.

Exemples de molécules simples :

Molécule	Composition	Schéma simplifié
H ₂	2 atomes d'hydrogène liés	H—H
Cl ₂	2 atomes de chlore	Cl—Cl
O ₂	2 atomes d'oxygène	O=O
H ₂ O	2 H + 1 O	H—O—H
CH ₄	1 C + 4 H	C au centre, 4 H autour
CO ₂	1 C + 2 O	O=C=O

Sujet de débat :

"Doit-on limiter l'utilisation des molécules chimiques de synthèse dans l'alimentation et la cosmétique ?"

LES IONS

Définition : Un ion est un atome ou une molécule qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons.

- Perte d'électron(s) : ion positif (*cation*)
- Gain d'électron(s) : ion négatif (*anion*)

Remarque : L'un des moyens utilisés par les atomes pour acquérir la structure en octet est la formation d'ions.

1°) **Les ions monoatomiques** : Ce sont des ions formés d'un seul atome.

1.1°) **Les cations** : Ce sont les ions positifs issus de la perte d'électrons.

Exemples :

- Le sodium Na ($Z = 11$) : formule électronique $(K)^2(L)^8(M)^1$.

Pour avoir la structure en octet $\Rightarrow$ perte d'un électron $\Rightarrow (K)^2(L)^8$ d'où l'ion Na^+ ion sodium.

On écrit : Na donne Na^+

- Le magnésium Mg ($Z = 12$) : formule électronique $(K)^2(L)^8(M)^2$.

Structure en octet $\Rightarrow$ perte de deux électrons $\Rightarrow (K)^2(L)^8$ d'où l'ion Mg^{2+} ion magnésium.

On écrit : Mg donne Mg^{2+} .

Remarque : Les métaux alcalins et alcalino-terreux ont tendance à donner des cations. Ils sont dits éléments électropositifs.

1.2°) **Les anions** : Ce sont les ions négatifs issus du gain d'électrons.

Exemples :

- Le chlore Cl ($Z = 17$) : formule électronique $(K)^2(L)^8(M)^7$.

Pour avoir la structure en octet $\Rightarrow$ gain d'un électron $\Rightarrow (K)^2(L)^8(M)^8$ d'où l'ion Cl^- ion chlorure.

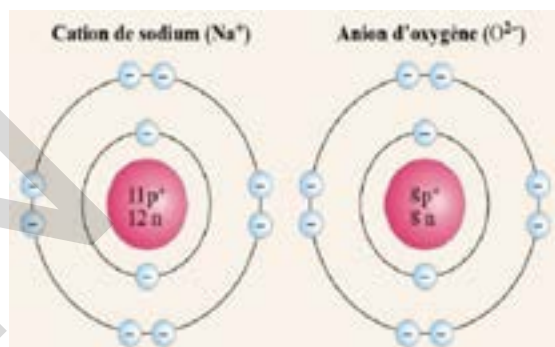
On écrit : Cl donne Cl^- .

- L'oxygène ($Z = 8$) : formule électronique $(K)^2(L)^6$.

Structure en octet $\Rightarrow$ gain de deux électrons $\Rightarrow (K)^2(L)^8$ d'où l'ion O^{2-} ion oxyde ou ion oxygène.

On écrit : O donne O^{2-} .

Remarque : Les halogènes (les éléments de la colonne 7) ont tendance à donner des anions. Ils sont dits éléments électronégatifs.



NB :

- ✓ Le passage d'un atome en son ion ne modifie pas son noyau, c'est le cortège électronique qui est affecté.
- ✓ La formation des ions est beaucoup plus difficile pour les éléments appartenant aux colonnes éloignées des extrémités du tableau périodique.

2°) Ions polyatomiques : Ce sont des ions formés de plusieurs atomes liés entre eux.

Exemples :

Nom	Formule	Charge
Ion hydronium	H_3O^+	+1
Ion hydroxyde	OH^-	-1
Ion carbonate	CO_3^{2-}	-2
Ion nitrate	NO_3^-	-1
Ion ammonium	NH_4^+	+1
Ion sulfate	SO_4^{2-}	-2

Recherche appliquée : Lister des produits du quotidien contenant des ions

Sujet de débat : "Faut-il craindre les produits chimiques contenant des ions dans notre quotidien ?"

L'essentiel à retenir

Notion	Définition
Atome	Plus petite entité de la matière, neutre
Proton	Particule positive du noyau
Neutron	Particule neutre du noyau
Électron	Particule négative autour du noyau
Numéro atomique Z	Nombre de protons = électrons
Nombre de masse A	Protons + neutrons
Élément chimique	Ensemble des atomes ayant même Z
Isotopes	Atomes d'un même élément avec A différent
Répartition électronique	Distribution des électrons sur les couches
Représentation de Lewis	Représentation des électrons de valence
Classification périodique	Tableau organisé selon Z croissant et propriétés

Exercices résolus

Exercice 1 : Compléter le tableau

Élément	Symbole	Nombre de protons	Nombre d'électrons (atome)
Hydrogène	H		
Carbone	C		
Chlore	Cl		
Potassium	K		
Magnésium	Mg		

Correction :

Élément	Symbole	Nombre de protons	Nombre d'électrons (atome)
Hydrogène	H	1	1
Carbone	C	6	6
Chlore	Cl	17	17
Potassium	K	19	19
Magnésium	Mg	12	12

QCM 1 : Qu'est-ce qu'un électron ?

- a) Une particule située dans le noyau
- b) Une particule chargée positivement
- c) Une particule négative qui gravite autour du noyau
- d) Une particule neutre

Réponse : c)

Exercice 2 : Compléter les phrases

1. Une molécule d'eau est composée de ____ atomes d'hydrogène et ____ atome(s) d'oxygène.
2. Le dioxygène est une molécule formée de ____ atomes d'oxygène.
3. Dans CH_4 , le carbone forme ____ liaisons covalentes avec ____ atomes d'hydrogène.

Correction :

1. 2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène
2. 2 atomes d'oxygène
3. 4 liaisons avec 4 atomes d'hydrogène

QCM 2 : La règle de l'octet signifie que :

- a- Tous les atomes doivent avoir 8 protons
- b- Tous les atomes doivent avoir 8 neutrons
- c- Les atomes cherchent à avoir 8 électrons sur leur couche externe
- d- Les atomes ont 8 liaisons

Réponse : c)

QCM 3 : Parmi les molécules suivantes, laquelle est constituée de deux atomes identiques ?

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
H ₂ O	O ₂	CO ₂	CH ₄

Réponse : b) O₂

Exercice 3 : Dire si les phrases sont vraies ou fausses

1. Un ion est un atome neutre.
2. Un ion Cl⁻ a gagné un électron.
3. Un ion Ca²⁺ a perdu deux électrons.
4. L'ion OH⁻ est un ion polyatomique.

Correction :

1	2	3	4
Faux	Vrai	Vrai	Vrai

QCM 4 : Lequel de ces ions est un cation ?

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Na ⁺	OH ⁻

Réponse : c) Na⁺

QCM 5 : Quel ion correspond à un métal alcalin ?

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Mg ²⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻

Réponse : b) K⁺

Associer chaque formule à son nom :

Formule	Nom
H ₃ O ⁺	a) Ion hydroxyde
OH ⁻	b) Ion ammonium
NH ₄ ⁺	c) Ion hydronium

Correction :

- H₃O⁺ : c) Ion hydronium
- OH⁻ : a) Ion hydroxyde
- NH₄⁺ : b) Ion ammonium

Exercices

Exercice 1

- 1- De quoi est constitué un atome ?
- 2- Donner les caractéristiques de chacun des constituants de l'atome (charge électrique, position dans l'atome).
- 3- Que veut dire l'expression « un atome est électriquement neutre » ?

Exercice 2 :

- 1- D'où provient un ion simple ?
- 2- Compléter les phrases suivantes :
 - Un atome qui a gagné des électrons donne naissance à un.....
 - Un atome qui a perdu des électrons donne naissance à un
- 3- a) la charge électrique du noyau d'un atome de soufre S est $q = 25,6 \times 10^{-19}C$. combien de charges positives contient le noyau de cet atome ? Comparer ce nombre à celui des électrons qui gravitent autour de ce noyau.
b) L'atome de soufre peut gagner 2 électrons pour devenir un ion. Donner les symboles de l'atome de soufre et de l'ion correspondant.

Exercice 3

Le noyau d'un atome est représenté par A_ZX :

- a- Que représentent X, A, Z ?
- b- Donner le nom de chacune des particules qui constituent les atomes ainsi que le signe de leur charge. Préciser l'unité de la charge électrique.
- c- Indiquer le nombre de particules de chaque type contenu dans les atomes suivants :
 ${}^{14}_7N$ ${}^{56}_{26}Fe$ ${}^{16}_8O$
- d- Donner le nom des éléments de symboles : N, Fe, O, H, Cl.
- e- Calculer la masse du noyau de l'atome de cuivre ($A = 65$; $Z = 29$; masse du proton = masse du neutron $= 1,67 \times 10^{-27}kg$)
- f- Pourquoi peut-on dire que la masse d'un atome est égale à celle de son noyau

Exercice 4 :

On considère un atome de chlore (Cl) dont le noyau contient $N=20$ neutrons.

La charge totale de ses électrons est $Q_e = -27,2 \times 10^{-19}C$

1. Combien d'électrons renferme cet atome ?
2. Déterminer :
 - a- Le nombre de charge
 - b- Le nombre de masse

3. Donner le symbole du noyau de cet atome de chlore. On donne : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$

Exercice 5 :

L'élément chimique oxygène est naturellement présent sur Terre. On le rencontre notamment sous la forme de trois atomes :



- Quelle est la composition de chacun de ces atomes d'oxygène ?

Justifie ta réponse en expliquant tes calculs.

- Explique pourquoi ces trois atomes représentent le même élément chimique.

Exercice 6 :

Un atome possède 7 électrons dans son cortège électronique.

- 1- Donner la répartition électronique de cet atome dans son état fondamental.
- 2- Préciser le nombre d'électrons de valence.

Exercice 7 :

Un atome a comme structure électronique $(K)^2(L)^8(M)^5$. Il possède un neutron de plus que de protons.

- a- Quel est le numéro atomique de cet atome ?
- b- Quel est son nombre de neutrons ?
- c- Combien d'électrons externes a-t-il ?

Exercice 8 :

L'atome de sodium de symbole Na possède 11 électrons qui gravitent autour de son noyau .

- a- Donner le signe de la charge d'un électron.
 - b- Donner, sans calcul, la valeur de la charge globale de l'atome .
- 1- Calculer charge Q portée par tous les électrons de l'atome .
 - 2- Déduire la charge Q ' du noyau de l'atome de sodium.
 - 3- L'atome de sodium peut perdre un électron. On obtient l'ion sodium.
 - a- S'agit-il d'un anion ou d'un cation ?
 - b- Donner le symbole de l'ion sodium

Exercice 9 :

4- Recopier et compléter le tableau suivant :

Nom	Nombre de protons	Nombre d'électrons	Charge	Formule
Ion chlorure		18	-1	Cl^-
Ion calcium	20		+2	Ca^{2+}
Ion phosphore		15		

5- Écrire la formule des ions formés lorsque :

- L'atome d'hydrogène (H) perd un électron ;
- L'atome de fluor (F) gagne un électron ;
- L'atome de (Mg) perd deux électrons.

Questions /débat/recherche

- Pourquoi les gaz nobles (comme le néon) n'interagissent-ils presque pas avec les autres éléments ?
- Pourquoi certains éléments (comme le carbone) existent-ils sous plusieurs formes.

Recherche :

Dessiner la représentation de Lewis de la molécule O_2 . Pourquoi les atomes d'oxygène se lient-ils par deux?

CHAPITRE 2 : QUANTITE DE MATIERE

1. La mole
2. Quantité de matière
3. Calcul de prévision

Les objectifs :

- Calculer la masse molaire d'une espèce chimique.
- Calculer la quantité de matière n (en moles) d'un échantillon dont on connaît la masse m ($n = m/M$)
- Ecrire les relations de proportionnalité entre coefficients stœchiométriques et nombre de mole.

1- LA MOLE

1.1. La mole : une unité pour compter les particules

Dans le monde microscopique (atomes, molécules...), il y a un très grand nombre de particules dans une toute petite quantité de matière.

Pour éviter d'écrire des nombres trop longs, les scientifiques utilisent une unité de comptage spéciale : la mole (symbole : mol).

Définition :

1 mole = $6,02 \times 10^{23}$ particules (atomes, ions ou molécules).

Ce nombre est appelé le nombre d'Avogadro, noté N_A .

$$N_A = 6,02 \times 10^{23}.$$

Exemple :

1 mole de molécules d'eau (H_2O) contient $6,02 \times 10^{23}$ molécules d'eau.

1.2. La masse molaire atomique

Chaque élément chimique a une masse pour 1 mole d'atomes, appelée masse molaire atomique. Elle est exprimée en grammes par mole (g/mol).

Exemple :

- Masse molaire de l'hydrogène (H) : 1 g/mol
- Masse molaire du carbone (C) : 12 g/mol
- Masse molaire de l'azote (N) : 14 g/mol.
- Masse molaire de l'oxygène (O) : 16 g/mol

1.3. La masse molaire moléculaire

On peut calculer la masse molaire d'une molécule en additionnant les masses molaires des atomes qui la composent.

Exemple :

Molécule d'eau H_2O

2 hydrogènes (2×1) + 1 oxygène (1×16) = 18 g/mol

Donc : 1 mole d'eau pèse 18 g

1.4. Le volume molaire d'un gaz

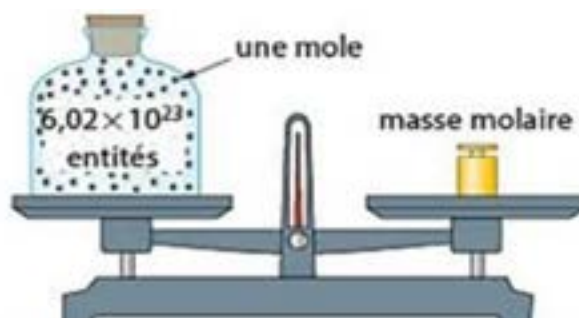
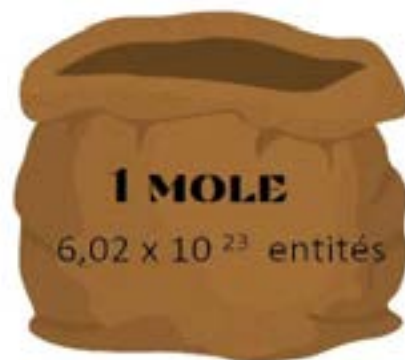
À température et pression normales ($T = 0^\circ C$ et $P = 1$ atm), 1 mole d'un gaz occupe un volume constant :

Volume molaire = 22,4 L/mol ;

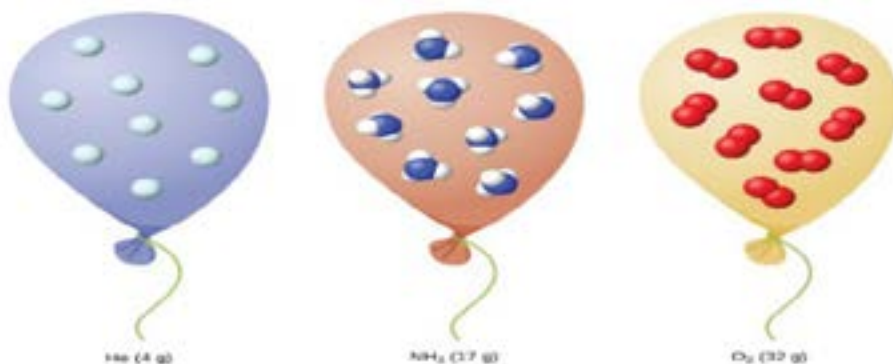
Exemple :

1 mole de dioxygène (O_2) occupe 22,4 L

2 moles de dioxygène : $2 \times 22,4 = 44,8$ L



$$V_m = 22,4 \text{ L/mol}$$



Remarque :

- Dans les conditions ordinaires ($T=20^{\circ}\text{C}$; $P=1\text{ atm}$), $V_m = 24\text{ L/mol}$
- Le volume molaire dépend de la température.

Sujet de débat :

"Mesurer la matière en moles : une abstraction inutile ou un outil indispensable de la science ?"

2- QUANTITE DE MATIERE

Quantité de matière (n)

La quantité de matière (notée n) s'exprime en mole. Elle permet de relier :

- Le nombre de particules
- La masse
- Le volume d'un gaz

Formules à connaître (à retenir comme des outils simples) :

Situation	Formule	Unités
Nombre de particules	$n = \frac{N}{N_A}$	N : nombre de particules ; $N_A = 6,02 \times 10^{23}$
Masse connue	$n = \frac{m}{M}$	m : masse en g ; M : masse molaire en g/mol
Volume d'un gaz	$n = \frac{V}{V_m}$	V : volume en L ; V_m : 22,4 L/mol

Sujet de débat :

"Le calcul précis des quantités en chimie est-il réservé aux scientifiques ou utile à tous dans la vie quotidienne ?"

3- CALCUL DE PREVISION

Calculs de prévision :

Les calculs de prévision permettent de prévoir des quantités (massiques, volumiques) à partir d'une réaction chimique.

Exemple 1 :

Combien de grammes pèsent 0,5 mole de dioxyde de carbone CO_2 ?

$$M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ g/mol}$$

$$m = n \times M = 0,5 \times 44 = 22 \text{ g.}$$

Exemple 2 :

Quel est le volume occupé par 3 moles de méthane (CH_4) ?

$$V = n \times V_m = 3 \times 22,4 = 67,2 \text{ L}$$

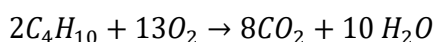
Remarque :

À partir d'une équation chimique équilibrée, on peut effectuer de nombreux calculs qui nous renseignent sur les quantités de réactifs et de produits impliqués dans la réaction décrite. Par exemple, on peut déduire la quantité d'un produit à partir de la quantité d'un réactif. On peut aussi déterminer les quantités de réactifs nécessaires à la production d'une certaine quantité de produit désirée.

1- Calculer la quantité d'un produit :

Exemple :

Déterminer la masse d'eau H_2O , formée à partir de 40 g du butane C_4H_{10} selon l'équation suivante :



- Vérifier que l'équation chimique est équilibrée.
- Convertir la masse du réactif en moles (40 g) :

$$n = \frac{m}{M_{\text{C}_4\text{H}_{10}}} = \frac{40}{58} = 0,68 \text{ mol}$$

On détermine le nombre de moles en effectuant le rapport molaire :

L'équation	$2\text{C}_4\text{H}_{10}$	$+ 13\text{O}_2$	$\rightarrow 8\text{CO}_2 +$	$10\text{H}_2\text{O}$
Rapport molaire	2	13	8	10
Quantité	0,68			x

$$\frac{2}{0,68} = \frac{10}{x} \Rightarrow x = \frac{0,68 \times 10}{2} = 3,4 \text{ mol}$$

la masse de l'eau est : $m = n \times M_{H_2O} = 3,4 \times 18 = 61,2$ grammes

2- Calculer la quantité d'un réactif :

Exemple :

On veut déterminer la masse d'aluminium (Al) nécessaire à la formation de 100 g de fer (Fe) selon l'équation chimique équilibrée suivante : $2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

1. On vérifie que l'équation chimique est équilibrée.

2. On convertit la masse de produit (100 g de fer) en moles.

$$M(Fe) = 56 \text{ g/mol} : n = \frac{m}{M_{Fe}} = \frac{100}{56} = 1,78 \text{ mol}$$

3- On détermine le nombre de moles d'aluminium (Al) nécessaires en effectuant un rapport molaire.

	$2Al$	+	Fe_2O_3	$\rightarrow$	Al_2O_3	+	$2Fe$
	2		1		1		2
Quantité	x		-		-		1,78

$$\frac{2}{x} = \frac{2}{1,78} \Rightarrow x = 1,78 \text{ mol d'aluminium}$$

On convertit la quantité de réactif (1,78 mol de Al) en grammes : $M_{Al} = 27 \text{ g/mol}$

$$m = n \cdot M_{Al} = 1,78 \times 27 = 48,06 \text{ g}$$

Résumé :

Terme	Signification	Unité
Mole	Quantité de matière	mol
Nombre d'Avogadro	Nombre de particules dans 1 mole	$6,02 \times 10^{23} (mol^{-1})$
Masse molaire (M)	Masse de 1 mole d'une substance	g/mol
Volume molaire V_m	Volume de 1 mole de gaz (à 0 °C)	22,4 L/mol
Quantité de matière (n)	Nombre de moles	mol

Sujet de débat : "La chimie permet-elle de tout prévoir, ou laisse-t-elle une place à l'imprévu"

Exercices résolus

QCM – Choisis la bonne réponse

○ Une mole de molécules contient :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
1 000 molécules	12 molécules	$6,02 \times 10^{23}$ molécules	22,4 molécules

Réponse : C.

3. La masse molaire de CO_2 est :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
28 g/mol	44 g/mol	12 g/mol	32 g/mol

Réponse : B.

(12 pour C et $16 \times 2 = 32$ pour les deux O $\rightarrow 12 + 32 = 44$)

4. Le volume occupé par 2 moles de gaz à CNTP est :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
44,8L	22,4L	11,2L	33,6L

Réponse : A.

($2 \times 22,4 = 44,8$ L)

5. La formule $n = \frac{m}{M}$; permet de calculer :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Une masse	Une quantité de matière	Un volume	Une température

Réponse : B

6. La masse molaire de la molécule H_2O est :

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
2 g/mol	20 g/mol	18 g/mol	16 g/mol

Réponse : C

($2 \times 1 + 16 = 18$ g/mol)

Exercice 1 : Masse et quantité de matière

On donne :

- Masse molaire de l'eau H_2O : 18 g/mol
- Masse d'un échantillon d'eau : 36 g

Question : Combien de moles de molécules d'eau contient cet échantillon ?

Correction :

On utilise la formule : $n = \frac{m}{M} = 36/18 = 2$ mol.

Exercice 2 : Nombre de molécules

On a 0,5 mol de dioxygène (O_2).

Données : Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Question : Combien de molécules de dioxygène cela représente-t-il ?

Correction :

$$N = n \times N_A = 0,5 \times 6,02 \times 10^{23} = 3,01 \times 10^{23}$$

Exercice 3 : Volume d'un gaz

On a 3 moles de dioxyde de carbone (CO_2).

Données : Volume molaire : 22,4 L/mol (conditions normales)

Question : Quel volume ce gaz occupe-t-il ?

Correction :

$$V = n \times V_m = 3 \times 22,4 = 67,2 \text{ L}$$

Exercice 4 : Masse molaire d'une molécule

Question : Calculer la masse molaire de la molécule de méthane CH_4 .

Données :

- $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g/mol}$
- $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g/mol}$

Correction :

CH_4 = 1 atome de C + 4 atomes de H

$$M = 12 + 4 \times 1 = 16 \text{ g/mol}$$

Exercice 5 : Prédiction de masse

On veut produire 1 mole de CO_2 . Quelle masse de CO_2 faut-il ?

Données : $M(\text{CO}_2) = 12 + 2 \times 16 = 44 \text{ g/mol}$

✓ Correction :

$$m = n \times M = 1 \times 44 = 44 \text{ g}$$

Jeu de rôle : quantité de matière

Objectif de jeu :

Créer une **nouvelle boisson** (ou un produit de santé) en respectant une **formule chimique** précise, basée sur le **calcul de la quantité de matière**, pour qu'elle soit efficace, économique, et sans danger.

Rôles à distribuer

Rôle	Fonction
Chimiste	Responsable du calcul des quantités de matière. Il explique pourquoi la formule est importante.
Responsable marketing	Veut un produit séduisant et économique. Il pousse à réduire les coûts (moins de matière).
Médecin	Soucieux de la santé. Il insiste sur la dose efficace et sans danger.
Client citoyen	Représente le consommateur moyen. Il veut comprendre ce qu'il achète

Contexte du jeu :

Une entreprise crée une boisson pour améliorer la concentration. Le **chimiste** propose **0,025 mole** du composé actif X par bouteille. Le **marketing** veut réduire à **0,015 mole** pour économiser. Le **médecin** estime qu'en dessous de **0,020 mole**, l'effet serait insuffisant.

Quelle quantité choisir ? Et comment justifier ce choix auprès du public ?

Exercice intégré

Si la masse molaire de X est **120 g/mol**, combien de grammes faut-il pour 0,025 mole ?

Réponse attendue : $m = n \times M = 0,025 \times 120 = 3 \text{ g}$

On peut répéter le calcul pour 0,020 mole et 0,015 mole.

Déroulement

- 1- Introduction sur le cotexte
- 2- Chaque groupe prépare ses arguments

Débat animé

Chacun défend sa position (le chimiste peut faire les calculs à voix haute)

Conclusion :

Résume les enjeux : efficacité, coût, sécurité, compréhension publique.

Exercices

Données : les masses atomiques en g/mol :

H :1 ; C :12 ; N :14 ; O :16 ; Mg : 24 ; Al :27 ; S :32 ; P :31 ; Cl :35,5 ;

Exercice 1 :

Déterminer la masse molaire des composés suivants.

- a- Le glucose, $C_6H_{12}O_6$
- b- Le sulfate d'aluminium, $Al_2(SO_4)_3$
- c- L'acétone, CH_3COCH_3

Exercice 2 : On veut calculer la masse molaire du phosphate de calcium, $Ca_3(PO_4)_2$.

Exercice 3 :

- a- On veut convertir $1,50 \times 10^{-2}$ mol de carbonate de calcium, $CaCO_3$, en son équivalent en grammes.
- b- On veut convertir 10 g de méthanol, CH_3OH , en son équivalent en moles.

Exercice 4 :

1- Déterminer la masse de chacun des échantillons suivants.

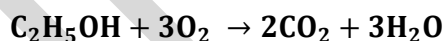
- a- 1,56 mol $NaCl$
- b- $4,50 \times 10^{-2}$ mol CH_3CH_2OH
- c- 2×10^{-3} mol NH_3

2- Déterminer le nombre de moles de composés dans ces échantillons.

- a- 1,50 g CH_3COOH
- b- $3,45 \times 10^{-2}$ g $(NH_4)_3PO_4$

Exercice 5 :

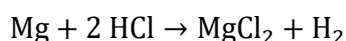
On sait que l'équation de la combustion de l'éthanol est la suivante.



Quel est le nombre de moles de dioxyde de carbone (CO_2) formés lorsqu'on fait brûler totalement 0,254 mol d'éthanol ?

Exercice 6 :

Quelle quantité de $MgCl_2$ et de H_2 (en grammes) peut-on produire par la réaction d'une quantité suffisante de HCl avec 6 g de magnésium pur ?



Exercice 7 :

On sait que l'équation chimique de la production de Al_2S_3 est la suivante : $2Al + 3S \rightarrow Al_2S_3$

Calculer les masses d'aluminium et de soufre nécessaires pour produire $1,2 \times 10^{-2}$ mol de Al_2S_3 .

Exercice 8 :

Calculer le nombre de moles de $Mg(NO_3)_2$ produites à partir de 4,5 mg de Mg dans la réaction chimique suivante : $Mg + 2HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2$

Bibliographie :

1. Micromégas physique-chimie cycle 4 édition 2017
2. Espace physique-chimie cycle 4.
3. Delta physique optique 2e cycle cahier d'apprentissage.
4. <https://www.kartable.fr/ressources/physique-chimie/quiz/lintensite-du-courant-electrique-3/42970/137913>
5. <https://qcmweb.fr/entrainement.php?numqcm=113>
6. https://www.sunudaara.com/physique_chimie/série-dexercices-intensité-du-courant-électrique-2nd-s
7. <https://fr.scribd.com/document/688270940/Tension-Electrique>
8. <https://fr.scribd.com/document/846478670/Tension-Electrique-Exercices-Tronc-Commun-Sciences-3>
9. <https://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e02coura.htm>
10. <https://coursdrek.files.wordpress.com/2020/05/electrolyse-et-synthese-de-leau-1.pdf>
11. <http://joobpc.yolasite.com/qcm.php>
12. <https://fr.scribd.com/document/511535861/Correction-Test-1-securite-electrique>
13. Microméga physique chimie cycle 4.
14. Espace physique Cycle 2,3,4édition2019
15. Maxicours.com
16. Pcaulycée.e-monsite.com
17. Les bonprofs.com
18. Hatier.clic.fr
19. Senprof.education.sn
20. Pcstl.langg.net
21. Lelivrescolaires.fr
22. Médittheque.accesmad.org
23. Lycéedadulttes.fr
24. Spcl.ac.montpellier.fr
25. ml.lycée.fr
26. topeducation.com
27. qcmweb.fr
28. Library.si.edu
29. Agence spatiale canadienne : (dispersion de la lumière par un prisme)
30. Chimie mise à niveau.2^e édition

IPN

IPN