

# PHYSIQUE-CHIMIE 11EME ANNEE

## PHYSIQUE :

### I- Le champ gravitationnel :

#### 1- Définition :

On appelle **gravitation**, la **force attractive** qu'exerce tout **corps massif** sur tout autre corps. Le phénomène peut être soumis à l'**expérience** en suspendant un corps au **bras** d'une **balance de torsion** et en approchant un autre corps placé sur un support fixe : le bras de la balance tend à tourner vers ce dernier.

On peut observer que, lorsque la distance entre les corps varie, l'**intensité** du phénomène varie aussi : la force agissant dépend des **positions**. Cela signifie que l'**espace** entre autour d'un corps quelconque est le siège d'un **champ de forces**.

On peut donc définir en tout point un **vecteur** (fonction des **coordonnées spatiales**) qui représente, en **direction, sens** et **intensité**, l'action à laquelle est soumis un autre corps. Le champ ainsi défini prend le nom de **champ de gravitation**.

#### 1- Enoncé :

La gravitation est donnée par la **loi de Newton**, appelée aussi **loi de gravitation universelle** (l'**attraction** entre deux corps est proportionnelle au **produit** de leurs **masses** et inversement proportionnelle au **carré** de leur **distance**). Elle s'exprime par la formule :

$$F = G \frac{mM}{R^2}$$

qui toute fois s'écrit plus correctement sous forme vectorielle :

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

Dans cette formule,  $m$  et  $M$  sont les masses des deux corps  $P_m$  et  $P_M$ ,  $r$  leur distance,  $F$  est le vecteur joignant  $P_m$  à  $P_M$ ,  $F$  la force exercée par  $P_M$  sur  $P_m$ ,  $F/r$  indique la direction de la force dont support est toujours la droite joignant les deux corps.

Le coefficient  $G$ , appelé **constante de gravitation universelle**, a été mesuré pour la première fois par **H. Cavendish (1798)**. Il vaut, dans le système S.I. :  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm/kg}^2$ .

Il ne dépend pas du milieu où se produit le phénomène, ni de la nature des corps des corps considérés. On peut en outre définir le vecteur champ de gravitation du corps  $P_M$  :

$$X = F/m$$

qui représente la force agissant sur la masse unité à chaque point, indépendamment de la présence en ce point d'un corps quelconque. Le champ de gravitation est **conservatif** et admet donc une fonction potentielle  $U = -GM/r$ .

Il est possible de calculer le **travail** de la force de gravitation dans le déplacement d'un corps de masse  $m$  d'un point **A** à un point **B** :

$$e = m (U_B - U_A).$$

## 2- Expression :

Des lois de la **dynamique** de Newton et du concept de champ gravitationnel découlent toutes les **lois** de la **mécanique céleste**. La force d'attraction exercée par la **Terre** sur un corps constitue une force de gravitation : le **mouvement** d'un **projectile** dans le **vide**, la chute d'une pomme sur le **sol**, le mouvement de la **Lune** autour de la Terre sont des phénomènes tout à fait analogues car la **pesanteur** sur la **Planète** ou sur la Terre, n'est pas autre chose qu'un cas particulier de la gravitation universelle.

## II- Le Champ de pesanteur :

Un champ de **scalaires** (de **vecteurs**, de **tenseurs**, etc.) sur une partie **A** d'un espace vectoriel ou affiné **E** est une application continue  $v : P \rightarrow v(P)$  de **A** dans le corps de base **K** de **E** (dans l'espace vectoriel associé de **E**, dans un espace tensoriel construit sur **E**, etc.).

Par **exemple**, en **mécanique**, la notion de champ de vecteurs est importante ; on parle de champ de **forces**, de champ de **vitesse**s, de champ d'**accélérations** suivant que les **vecteurs images** représentent des forces, des vitesses ou des accélérations.

### 1- Définition :

La **pesanteur** est l'**action** à laquelle sont soumis tous les corps qui se trouvent dans le champ de la **gravitation terrestre**. Il résulte de cette action que les **corps** ont tendance à tomber verticalement lorsqu'ils n'en sont pas empêchés par d'autres **forces**.

La pesanteur est un cas particulier de la gravitation universelle, modifiée par la **force centrifuge** due à la **rotation** de la **Terre** autour de son axe.

La force de pesanteur, appelée aussi **poids du corps**, se compose donc de la **force d'attraction terrestre** qui augmente avec la **latitude** et diminue avec l'**altitude**, et la force centrifuge qui a pour effet de réduire le poids que le corps aurait si la Terre était immobile (dans la proportion de **1/289** à l'**équateur**).

### 2- Énoncé :

En **première** approximation, le champ de gravitation de la Terre se calcule facilement en assimilant la Terre à une **sphère homogène**. Dans ce cas, la **masse M** de la Terre intervient dans le calcul comme si elle était concentrée en un point (le centre de la sphère), et on peut écrire  $g = GM/R^2$ , où **G** désigne la gravitation constante et **R** la distance entre le centre et le point où on mesure le champ ; **g** s'appelle l'**accélération** de la pesanteur.

Les variations de l'accélération de la pesanteur le long d'un **méridien** présentent une particulière importance et sont étudiées en **gravimétrie**.

$$F_c = - m\omega^2 r$$

où **R**, est le **rayon** du parallèle passant par le point **P** et  $\omega r$  la **vitesse angulaire** de rotation de la Terre. Cette force, force apparente car due au **mouvement relatif**, dirigée perpendiculairement au parallèle et orientée vers l'extérieur, réduit et déforme l'effet du champ de la pesanteur.

Elle est nulle au **pôle**, croît lorsque la **latitude** diminue. Les valeurs de l'accélération de la pesanteur sont en fait de **9,83 m/s<sup>2</sup>** aux pôles et de **9,78 m/s<sup>2</sup>** à l'**équateur**.

Dans la pratique, on retient sa valeur à la latitude de **45°**, soit  $g = 9,806/s^2$  (on prend souvent  $g = 9,81 m/s^2$ ), qui est prise comme valeur standard.

### III- Le Champ électrostatique :

#### 1- Définition :

On appelle **champ électrique**, une **force** due à la présence de **corps** électriquement chargés : le champ électrique est un **champ vectoriel** (de vecteurs, de tenseurs, etc.).

#### 2- Enoncé :

- **Champ de vecteurs.** Application  $v$  d'une partie d'un espace affiné dans l'espace vectoriel associé. Un repère étant choisi dans l'espace affiné, le champ de vecteurs est donné par ses **trois composantes** dans la base correspondante, chacune d'entre elles étant une fonction des **trois coordonnées** du point  $P$  du domaine de définition.

On appelle **trajectoire** ou ligne de force du champ de vecteurs tout **arc de courbe** simple et régulier continument différentiable qui, en chacun de ses points  $P$ , admet  $v(P)$  pour vecteur **tangent**.

Si on connaît les trajectoires d'un champ de vecteurs, alors la direction de  $v$  en chaque point  $P$  est connue : c'est la tangente à la trajectoire.

S'il existe un point  $O$  de  $E$  tels que les vecteurs  $OP$  et  $v(P)$  soient **colinéaires** quelque soit  $P$ , le champ de vecteurs est dit : **central** et le point  $O$  est appelé le **centre** du champ.

Par **convention**, on peut décider de tracer un nombre de **lignes** de force qui, par unité de surface, serait proportionnel à l'intensité du champ : la densité des lignes permet alors de mesurer l'intensité du champ. Les lignes de force du champ, orientées en chaque point dans la direction du vecteur en ce point, donneront ainsi (au moins dans les cas les plus simples) une représentation complète du champ de, en définissant l'intensité, la direction et le sens du vecteur  $v(P)$  en chaque point  $P$ .

En **physique**, les champs de vecteurs les plus importants sont les **champs conservatifs** ou **irrotationnels** et ceux qui dépendent d'un **potentiel vecteur**.

### IV- Le condensateur :

#### 1- Définition :

Termes désignant un **système** constitué de **deux** ou **plusieurs corps conducteurs** (**armatures du condensateur**) séparés l'un de l'autre par un **matériau isolant**.

Les condensateurs trouvent des applications dans le champ industriel (**remise en phase, moteurs asynchrones monophasés, lampes fluorescentes**, etc.) et dans les circuits électroniques (**syntonisation des récepteurs, couplage d'amplificateurs**, etc.).

## 2- Les Types :

La **structure** des condensateurs est différente selon les **amplifications** et capacité à atteindre :

- **Les condensateurs en papier** à haute capacité pour usages industriels (par **exemple** : pour la remise en phase, en basse fréquence) sont constitués par un rouleau de papier isolant interposé entre **deux surfaces** métalliques (feuille d'**étain** ou d'**aluminium**), le tout étant immergé dans de l'**huile d'isolation**.

- **Les condensateurs électroniques**, de grande capacité, sont constitués par un **système** d'**électrodes** plongées dans un liquide électrolytique qui, en se décomposant partiellement, donne lieu à la formation de très fines surfaces isolantes, qui confèrent au système une capacité élevée.

- **Les condensateurs variables à secteurs tournants**, utilisés en **radiotechnique** et pour des faibles capacités, une des **armatures** est mobile (elle tourne autour d'un axe) et peut donc se trouver en regard de l'autre armature qui est fixe, dans des proportions plus ou moins grandes. La capacité croît quand les surfaces en regard augmentent.

## 3- Charge, décharge et capacité d'un condensateur :

### a- Charge :

**Unité physique** fondamentale définie comme la quantité d'électricité contenue dans un corps. Les effets produits par les charges électriques, ou les **interactions** entre des corps chargés, sont étudiés en **électrologie** et, plus particulièrement, en **électrostatique** si les charges sont arrêtées, en **électrodynamique** si les charges sont en **mouvement**.

## b- Décharge :

**Passage de courant électrique** entre les électrodes séparées par un matériau isolant. Les décharges électriques dans les **gaz** sont des types très variés selon l'intensité des différences de potentiel appliquées, la nature chimique des gaz, la forme des électrodes, la **pression** du gaz, etc.

## c- Capacité :

**Rapport** entre la charge existante sur un conducteur isolé et son potentiel. Dans ces conditions, le rapport est constant et dépend uniquement de la forme du conducteur et du **diélectrique** dans lequel il est immergé.

Dans le cas de **deux** condensateurs **A** et **B** séparés par un diélectrique, on peut définir la capacité électrostatique comme le rapport entre la charge sur **A** (identique pour la valeur mais de signe opposé à celle de **B**) et la **ddp** entre **A** et **B**. Ce système constitue le condensateur électrique. Le concept de capacité se généralise dans le cas de systèmes formés de plus de **deux** conducteurs, comme cela se produit dans les lignes électriques à haute tension.

## V- La mécanique :

La **mécanique** est la partie de la **physique** qui étudie les causes du **mouvement** et de l'**équilibre** des **corps** ainsi que les **lois** qui les régissent.

La mécanique comprend traditionnellement **trois parties** : **la cinématique**, qui étudie le mouvement des corps indépendamment des causes qui les produisent (**concepts de position, déplacement, trajectoire, loi horaire, vitesse accélération**) ; **la dynamique**, qui étudie les **relations** entre le mouvement des corps et les causes qui le produisent (concepts de **force, de masse, de travail, d'énergie**, etc.) ; **la statique**, qui étudie les conditions d'équilibre des corps.

On considère l'**hydrodynamique**, l'**hydrostatique**, l'**aérodynamique** et l'**aérostatique** comme des disciplines séparées en raison de leur complexité.

**Théorie** qui fournit une description des **phénomènes physiques microscopiques** pour lesquels on peut négliger les **effets relativistes**.

La mécanique quantique coordonne les théories élaborées, au début du **XXe siècle**, pour surmonter les difficultés que les théories classiques de la matière et du rayonnement rencontraient dans l'interprétation du **corps noir**, de l'**effet photoélectrique**, des **spectres atomiques**, etc.

Pour expliquer ces phénomènes, on tenta d'abord d'ajouter des hypothèses « **ad hoc** » aux principes classiques, obtenant ainsi quelques résultats satisfaisants.

Mais la « **vieille théorie des quantas** » fut rapidement remplacée par la **mécanique ondulatoire**, qui associait à chaque système physique (**microscopique**) une fonction d'onde  $\Psi$  régie par l'équation de **Schrödinger**.

Cette théorie rend compte de l'existence de niveaux d'énergie dans les atomes et permet de calculer la position des termes spectraux. **M. Born** donna une interprétation de type **probabiliste** à la fonction d'onde (que Schrödinger refusa) : pour un système constitué d'une seule particule et décrit par la fonction d'onde  $\Psi$ , la quantité  $\Psi \Psi^* dv$  (où  $\Psi^*$  est le complexe de  $\Psi$ ), désigne la probabilité de trouver la particule dans un **volume  $dv$**  autour du point, à l'**instant  $t$** .

Au même moment, **W. Heisenberg** développait la **mécanique des matrices**, dans laquelle toute **variable dynamique** est représentée par une **matrice  $Q$** .

En utilisant des raisonnements analogues à ceux de la mécanique classique, l'équation régissant l'évolution dans le temps de la **matrice  $Q$**  s'écrit :

$$i\hbar \frac{dQ}{dt} = QH - HQ$$

où  $H$  est la matrice obtenue par analogie avec fonction de Hamilton classique, en substituant aux variables dynamiques classiques les matrices de Heisenberg correspondantes, et où  $\hbar$  est la constante de Planck divisée par  $2\pi$ .

L'expression  **$QH-HQ$**  est appelée **commutateur** de  **$Q$**  et  **$H$** , et se note généralement  **$(Q, H)$**  (sa valeur est non nulle puisque le produits des matrices n'est pas commutatif).

La reconnaissance de l'équivalence entre mécanique ondulatoire et mécanique des matrices fut le signe de la naissance de la mécanique quantique, énoncée dans sa forme actuelle par **P. Dirac**.

Selon la mécanique quantique, l'état d'un système physique est représenté par un **vecteur** de l'espace de **Hilbert** (un espace vectoriel abstrait doté d'un produit scalaire entre deux vecteurs que nous définirons plus bas) ; les variables dynamiques sont représentées par des **opérateurs linéaires** agissant sur les vecteurs (**états**) de l'**espace de Hilbert**, et l'évolution d'un système physique peut être décrite de deux façons.

La première est celle de Schrödinger qui consiste à considérer comme fixes les opérateurs et à supposer que c'est le vecteur représentant l'état qui évolue au cours du temps, selon l'équation :

$$i\hbar \frac{d\psi}{dt} = H\psi$$

où  $\psi$  indique le vecteur état du système et  $H$  l'opérateur représentant l'énergie. L'espace de Hilbert étant abstrait, il est possible, au moins d'un point de vue théorique, de retrouver les résultats de la mécanique quantique sans jamais spécifier la nature concrète de ses éléments.

Cependant, l'application à des problèmes particuliers est considérablement facilitée par le choix d'une réalisation mathématique. Une réalisation possible est celle dans laquelle les vecteurs  $\psi$  sont des fonctions complexes de  $r$ , de carré sommable dans l'espace euclidien à trois dimensions, et où le produit scalaire de deux vecteurs est défini par :

$$\langle \psi | \phi \rangle = \int \psi^*(r) \phi(r) d^3r,$$

l'intégrale s'effectuant sur l'espace tout entier. La mécanique ondulatoire correspond en fait à la mécanique quantique dans la description de Schrödinger avec comme réalisation particulière celle de l'espace de Hilbert.

La seconde description, celle de Heisenberg, suppose que les vecteurs d'état sont fixés et que ce sont les opérateurs qui évoluent au cours du temps suivant l'équation :

$$i\hbar Q' = [Q, H]$$

où  $Q'$  est dérivée par rapport au temps de  $Q$ . Cette description équivaut à celle de la mécanique des matrices lorsque l'on choisit une représentation de Hilbert dans laquelle les opérateurs linéaires sont des matrices (en général de dimensions infinies).

Il est possible, et parfois même préférable, de choisir une représentation intermédiaire, dans laquelle à la fois les opérateurs et les vecteurs d'états évoluent dans le temps. On peut démontrer que les opérateurs correspondant aux variables de position et d'impulsion satisfont la réalisation de commutation. :

$$[Q, P] = i\hbar$$

Où  $F$  représente l'opérateur identité. Il en résulte que la position et l'impulsion ne peuvent être mesurées simultanément avec une précision arbitraire ; c'est le résultat fondamental énoncé par le principe d'indétermination de Heisenberg.

La mesure d'une variable dynamique  $Q$  donnera un résultat bien déterminé  $q$  seulement si le vecteur  $\psi$ , qui décrit l'état du système, satisfait l'équation  $Q\psi = q\psi$ .

Lorsque cette condition est satisfaite, on dit que  $\psi$  est le vecteur propre de  $Q$ , correspondant à la valeur propre  $q$ .

Le caractère probabiliste de la mécanique quantique a conduit certains auteurs à considérer comme incomplète la description du monde qu'elle fournit.

C'est ainsi qu'A. Einstein, L. de Broglie et d'autres ont soutenu l'idée qu'il existe d'autres variables dynamiques, appelées **variables cachées**, dont la détermination devrait permettre de prédire avec toute la précision voulue le résultat d'une mesure. La question de l'existence des variables cachées est encore ouverte.

## **CHIMIE :**

### **I- Détermination de la formule brute d'un composé organique :**

#### **1- Définitions :**

### **II- La masse molaire d'une substance :**

#### **1- La molécule :**

La molécule est la plus petite unité chimique d'un élément ou d'un composé, contenant toutes les particularités de cet élément ou composé.

**Exemple :** dans 0,012 kg de **carbone 12** ( $^{12}_6\text{C}$ ).

Dans 1 mole entité, nous avons **N** entités élémentaires, soit un atome, une molécule ou un ion.  $N = n - N$ .

**N** est le nombre d'**Avogadro**.  $N = 0,02 \cdot 10^{24} \text{ mol}^{-1}$ .

Avec N nombre de molécules, d'atomes ou d'ions.

$n$  = nombre de moles.

$$n = \frac{V}{V_0} \quad \text{ou} \quad n = \frac{N}{N_0}$$

## 2- Le volume molaire d'un gaz :

Le volume molaire d'un gaz est le volume d'une mole de ce gaz.

$$V_0 = 22,4 \text{ l/m ou l.mol}^{-1}$$

Dans les conditions normales de température ( $T_0 = 273 \text{ K}$ ) et de pression ( $P_0 = 1,013 \cdot 10^5$ )

## 3- La masse molaire atomique :

La masse molaire atomique est la masse d'une mole d'atome. Elle s'exprime en  $\text{g/mol}^{-1}$ .

$$M/C = 12 \text{ g/mol}^{-1}$$

## 4- La masse molaire moléculaire :

La masse molaire moléculaire est la masse d'une mole de molécule. Elle correspond à la somme des masses molaires atomiques des différents éléments entrant dans la composition du corps.

**Exemple:**  $M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + M(\text{O}) \times 2$

$$= 12 + 16 \times 2$$

$$= 12 + 32 = 44 \text{ g/mol}$$

## 5- Loi d'Avogadro-Ampère:

Dans les mêmes conditions de température et de pression, les volumes égaux de n'importe quel gaz renferment les mêmes nombres de mole.

## 6- Densité d'un gaz par rapport à l'air :

### a- Définition :

La densité d'un **gaz** par rapport à l'**air** est le quotient de la masse d'un certain volume de ce gaz par rapport à la masse du même volume d'air (les **deux volumes** étant mesurés dans les mêmes conditions de température et de pression).

$$d = \frac{m \text{ (masse du gaz)}}{m \text{ (masse de l'air)}}$$

## A- Etude qualitative :

### 1- Description de l'expérience :

Un courant de **dihydrogène** est envoyé sur l'**oxyde de cuivre II** (oxyde cuivrique **CuO**) chauffé à environ **410°C**.

Progressivement, l'oxyde de cuivre noir est remplacé par un corps solide d'aspect métallique et rougeâtre.

Le gaz qui s'échappe à l'extrémité du tube donne par condensation sur une paroi froide des gouttelettes d'eau.

L'équation bilan s'écrit :

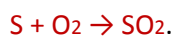


### 2- Equation bilan d'une réaction – Loi de Lavoisier :

#### a- Définition :

Equation bilan d'une réaction est la représentation schématique de cette réaction chimique.

**Exemple** : la réaction de combustion du **soufre**, son équation s'écrit :



Le bilan d'une réaction se traduit par :

- la conservation des éléments ;
- la conservation du nombre des atomes.

**b- Loi de Lavoisier :**

Au cours d'une réaction chimique la masse des réactifs est égale à la masse des produits formés.

**c- Réaction stœchiométrique :**

Une réaction stœchiométrique est une réaction au cours de laquelle tous les réactifs disparaissent totalement.

**d- Réaction non stœchiométrique :**

C'est une réaction au cours de laquelle un seul réactif disparaît, appelé **réactif en défaut**.

**III- La formule brute d'une substance :**

**IV- Composé organique**

**2- Densité d'un gaz :**

**3- Loi d'Avogadro-Ampère :**

**a- Énoncé :**

**b- Conséquence de la loi :**

**c- Loi des proportions définies :**

**V- Énoncé :**

**4- Isomérisation :**

**VI- Les hydrocarbures saturés:**

**VII- Les hydrocarbures insaturés :**