

EXPERTS 4

Chimie

Bienvenue dans le livre-cahier d'Experts Chimie !

Experts t'accompagnera tout au long de l'année dans l'apprentissage des sciences et plus particulièrement de la chimie. Pour cette 4^e année, la matière de chimie est divisée en UAA (unité d'acquis d'apprentissage). Ces UAA sont eux-mêmes divisés en plusieurs chapitres pour une organisation structurée de la matière.

Nous n'avons pas l'ambition de faire de toi un expert mais de te montrer le chemin pour y parvenir.

- En début de chaque chapitre, une page récapitulative reprend les différentes compétences que tu vas développer dans le chapitre.

Au terme de ce chapitre, tu seras capable de :

Compétences à développer

Analysé le tableau périodique des éléments pour en extraire des informations pertinentes.

Processus

- Connaitre**
 - Expliquer la composition d'un atome.
 - Expliquer le concept de période à partir de l'ordre des éléments.
 - Expliquer les qualités, les limites et les caractères distinctifs d'une théorie scientifique à partir de l'exemple de la théorie atomique.
- Appliquer**
 - Utiliser un atome pour décrire un modèle atomique élémentaire.
 - Expliquer les interactions entre les éléments atomiques et les interactions entre les atomes et molécules, ainsi que pour énoncer la théorie des liaisons covalentes.
- Transférer**
 - À partir des propriétés macroscopiques d'un élément, en déduire la localisation de l'élément correspondant dans le tableau périodique des éléments.

Stratégie transversale :

Représenter les éléments d'un modèle.

- Devant chaque exercice de ton livre-cahier, tu trouveras ce sigle qui t'indique le niveau d'acquisition à atteindre :



* ! Savoirs et savoir-faire ! Bien qu'absents du nouveau référentiel sous ces termes précis, il nous semble utile de les indiquer afin que l'élève puisse clarifier ses apprentissages. Nous insistons sur le fait que seuls les processus « Appliquer », « Transférer » et « Connaitre » sont susceptibles d'être évalués de manière certificative.

Quelques explications avant de te lancer dans ton livre-cahier:



Ce bonhomme t'indique la **fiche-outil** à consulter (qui se trouve à la fin de ton manuel) pour t'aider à résoudre l'activité ou l'expérience qui t'est demandée.



Ce logo accompagne les cadres « **Info +** ». Ceux-ci contiennent des informations supplémentaires sur la matière qui te permettent généralement de faire un lien avec la vie courante.

Expérience



Si le cadre expérience est accompagné de ce logo, c'est ton professeur qui réalise l'expérience.



Si, par contre, il est accompagné de ce logo, c'est toi, avec ou sans tes camarades de classe, qui réalises l'expérience !



Ce bonhomme indique le **rappel** d'une notion déjà vue.



Ce logo indique une analogie.



Ces cadres t'indiquent la présence d'une **definition**, d'une **conclusion** ou de **concepts indispensables**.



Ces cadres mettent l'accent sur les **différentes étapes de la démarche scientifique** (j'observe, j'interprète, je conclus).

Activité

Les **activités** et les **tâches d'application** te mettent en action pour te permettre de découvrir la matière par toi-même ou de t'exercer.

Synthèse

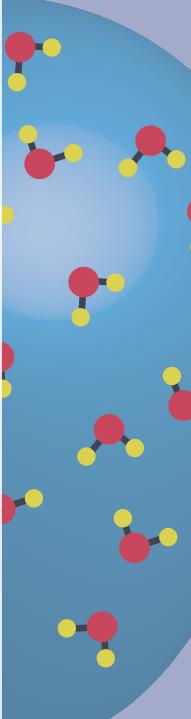
Les **synthèses** sont évolutives : dans un premier temps, les synthèses sont données ou à compléter. Dans les derniers chapitres, tu devras être capable de rédiger toi-même, et/ou avec l'aide de ton professeur, la totalité de la synthèse.



UAA 3

Chapitre 4

**Volume molaire
d'un gaz
et problèmes
stœchiométriques
associés**



Au terme de ce chapitre, tu seras capable de :

Compétence à développer (UAA 3)

Résoudre des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec des réactifs en quantités stœchiométriques et non stœchiométriques.



Processus

Appliquer

- Calculer une quantité de matière à partir d'un volume de gaz.
- Déterminer expérimentalement une quantité de matière de gaz produit par une réaction chimique.

Ressources

Prérequis

- UAA1 à UAA3.

Savoirs

- Volume molaire d'un gaz (CNTP).

Savoir-faire

- Calculer le volume molaire à partir de problèmes stœchiométriques.

I. Appropriation d'un concept : volume molaire gazeux, V_m

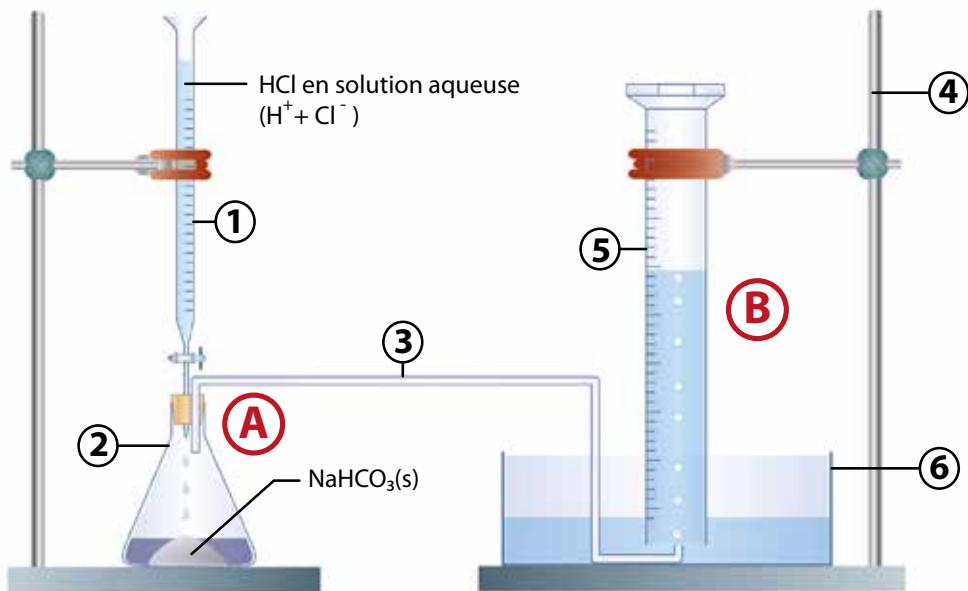
Bien souvent, lors des réactions chimiques, on utilise ou on obtient des substances gazeuses. Dans ce cas, les quantités de ce gaz ne s'expriment pas uniquement en masse mais en volume. Il est par ailleurs plus facile de mesurer des volumes de gaz.

La question qui se pose aux chimistes est : « Comment convertir un volume exprimé en litres (ℓ) en une quantité de matière équivalente exprimée en moles (mol) et, inversement, comment passer des mol aux ℓ ? »



Expérience

► Détermine le volume de gaz produit lors d'une réaction chimique dans différentes conditions expérimentales. On réalise le montage expérimental suivant :



Un tube en verre relie l'rlenmeyer à l'éprouvette graduée remplie d'eau retournée de façon à pouvoir entraîner, dans l'éprouvette, le gaz produit lors de la réaction chimique se déroulant dans l'rlenmeyer.

► J'établis l'équation de la réaction :

L'expérience est réalisée dans trois conditions expérimentales différentes.

- Condition n°1 : l'rlenmeyer contient une masse de 0,5 g d'hydrogénocarbonate de sodium.
- Condition n°2 : l'rlenmeyer contient une masse de 1 g d'hydrogénocarbonate de sodium.
- Condition n°3 : L'rlenmeyer contient une masse de 1,5g d'hydrogénocarbonate de sodium.

On ouvre le robinet de la burette graduée de façon à faire s'écouler le HCl.

Des bulles apparaissent montrant la formation de gaz. On ferme le robinet une fois qu'il n'y a plus d'effervescence.

Je note les volumes de gaz pour les deux conditions expérimentales à l'aide de la graduation sur l'éprouvette (en $\text{m}\ell$ ou en cm^3).

► Je complète le tableau avec les résultats expérimentaux et les calculs.

Conditions	Conditions expérimentales	Nombre de moles de NaHCO_3	Nombre de moles de gaz formé d'après l'équation	Volume de gaz récolté (en cm^3 et en ℓ)	Rapport entre le volume de gaz, en ℓ , et le nombre de moles, n.
1

2

3



J'interprète

Je conclus

Activité 1

Hypothèse : le rapport entre le nombre de moles et le volume de n'importe quel solide, liquide ou gaz est constant.

Le tableau ci-dessous représente le volume de différents échantillons composés de 1 mole de corps pur mis dans les mêmes conditions de température et de pression (CNTP*).

* CNTP : conditions normales de température et de pression, c'est-à-dire $P = 1 \text{ atm}$ et $T = 0^\circ\text{C}$.

État physique	Corps pur	Volume (cm ³ ou mℓ)
Solide	 Fer plomb	7,2 18,3
Liquide	 Eau éthanol	18 37,5
Gaz	 Dihydrogène Dioxygène Dioxyde de carbone Néon Méthane	22 400 22 400 22 400 22 400 22 400

J'observe

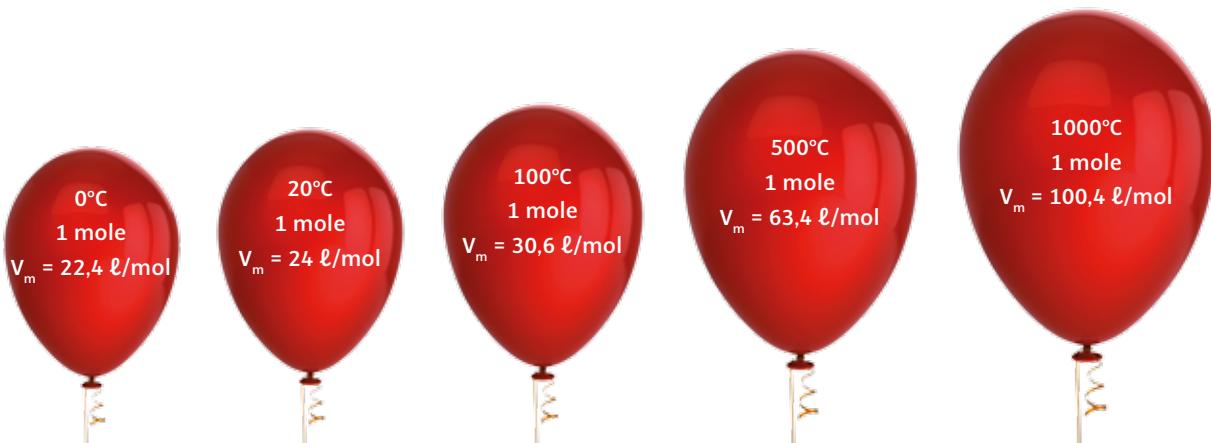
J'interprète

Je conclus

Activité 2

Le tableau ci-dessous reprend quelques valeurs importantes du volume occupé par une mole de n'importe quel gaz dans des conditions définies.

Température	Pression (atm)	Volume (ℓ)
0 °C ou 273 K* (CNTP)	1**	22,4
15 °C ou 293 K	1	23,6
20 °C ou 293 K (CHTP)***	1	24,1
25 °C ou 298 K (CSTP)****	1	24,5



J'interprète

Je conclus

Je définis

* 0 Kelvin correspond à 273 degrés Celsius (on ajoute 273 aux °C pour obtenir K).

** 1 atmosphère (atm) équivaut à 1013 hPa ou à 760 mmHg.

*** CHTP : conditions habituelles de température et de pression.

**** CSTP : conditions standards de température et de pression.

II. Relation entre V_m et n

Activité 1

► Trouve une relation entre n, V et V_m .

On donne : 10 moles d' O_2 et 10 moles de CO_2 occupent un volume de 224 l dans des CNTP. Le même nombre de moles occupe un volume de 245 l dans des CSTP.

$$n = \dots$$

À l'aide de ce concept, nous pouvons maintenant convertir un volume gazeux exprimé en litres (l) en quantité de matière équivalente exprimée en moles (mol).

Inversement, pour obtenir le volume gazeux (V) exprimé en l, les chimistes utilisent la relation :

$$V(l) = \dots$$

Exemple : 0,2 mol de H_2 (CSTP) occupera un volume $V = 0,2 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ l/mol} = 4,9 \text{ l}$.

Synthèse

Le volume molaire est le volume occupé par de corps pur. On le note

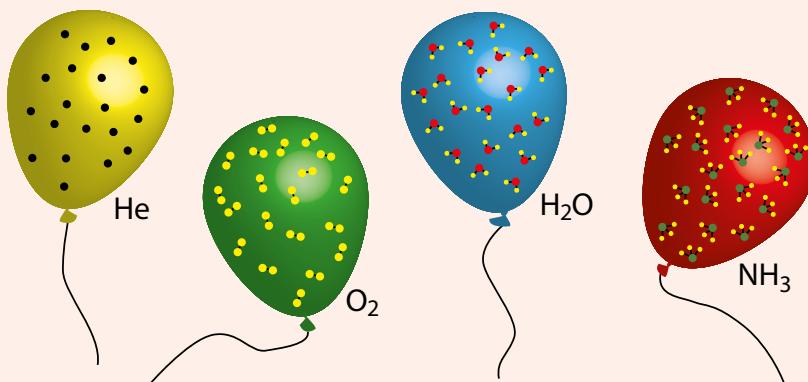
..... ont des volumes molaires différents.

Des volumes égaux de gaz différents, pris dans les mêmes conditions de température et de pression, contiennent quantité de matière.

Dans les mêmes conditions de température et de pression, tous les corps purs pris à l'état ont volume molaire V_m dont l'unité est Dans les

..... (CNTP), une mole de n'importe quel gaz occupe un volume de ; V_m est donc égal à

Le volume (V) et la quantité de matière (n) d'un échantillon de corps pur de volume molaire V_m peuvent être calculés par la relation



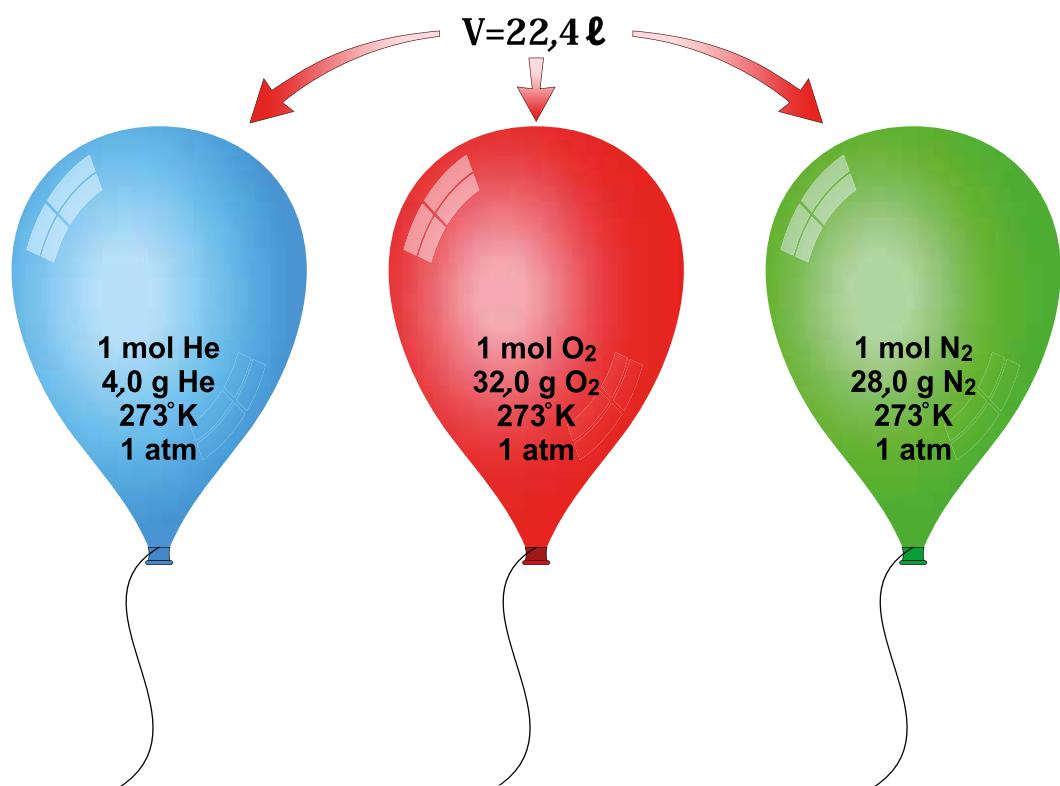
Activité 2

► En connaissant la masse du réactif, comment pourrais-tu déterminer théoriquement le volume du gaz produit dans les CNTP ?

Je reprends l'expérience du début du chapitre dans laquelle on fait réagir 0,5 g d'hydrogénocarbonate de sodium_(s) avec du chlorure d'hydrogène et je complète le tableau d'avancement.

Composés chimiques	.....	.....	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....	.....	.....
Quantité de matière initiale (en mol)	.....	.....	.....	.....	.....
Quantité de matière finale (en mol)	.....	.....	.....	.....	.....
Réponse à la question	.....	.....	.....	.....	.....

Je conclus



Exercices

Notions abordées : nombre d'Avogadro, masse molaire atomique et masse molaire moléculaire, mole, masse, volume molaire, quantités stœchiométriques.



► 1. Calcule la quantité de matière, dans CNTP, correspondant à :

- 11,5 l d' O_2 (g) :
- 0,2 l de CH_4 (g) :
- 22,4 l de CO_2 (g) :



► 2. Calcule le volume occupé par les quantités des gaz suivants (CNTP) :

- 3 mol d'ammoniac :
- 10^{-3} mol de dioxyde de soufre :
- 10 mol de monoxyde de carbone :



► 3. Calcule le volume occupé par les gaz suivants dans les CNTP (22,4 l/mol) :

- 425 g d'ammoniac (NH_3) :
- $3,0 \cdot 10^{26}$ molécules de dioxyde de carbone :
- $4,8 \cdot 10^{24}$ molécules de sulfure d'hydrogène gazeux :
- 12 g d'hélium :



► 4. Lors d'une électrolyse de $CuCl_2$, on observe un dégagement de 230 mL dans des conditions NTP.

Combien de moles de dichlore ont été produites ?

Quelle masse correspond à cette production ?



► 5. Lors d'une électrolyse de l'eau, on obtient un dégagement de 250 mL de dioxygène dans les conditions NTP. Quelle quantité de matière et quelle masse de dioxygène ont été produites ?



► 6. On gonfle une piscine avec 2300 l d'air.

Calcule les proportions des gaz contenus dans cet air, en considérant qu'il est composé de 20 % de dioxygène et de 80 % de diazote (dans les conditions NTP).

Calcule la masse d'air contenue dans cette piscine.





- 7. Un chauffe-eau, mal réglé, rejette du monoxyde de carbone (gaz inodore, incolore et très toxique). La valeur limite de tolérance est de 100 mg/m^3 pour 15 minutes d'exposition. À quel volume (CSTP) de monoxyde de carbone cela correspond-il ?



- 8. Complète le tableau et indique ton raisonnement mathématique.

Nom des gaz	Formule	Masse molaire M (g/mol)	Quantité de matière n (mol)	Masse m (g)	Nombre d'entités N	Volume V (l) (CNTP)
Sulfure d'hydrogène				7		
	Ne				5,6	
	CO			7		
					3,01•10 ²²	
Dioxyde de soufre						
Ammoniac				5		



- 9. On réalise la combustion complète de 12 g de magnésium. Quelle masse d'oxyde de magnésium va-t-on obtenir et quel volume de dioxygène CNTP est nécessaire pour cette combustion ?

Composé chimique	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....
Donnée/inconnues	.....	.....	.....
Quantité de matière initiale (en mol)	.....	.....	.....
Quantité de matière finale	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....



- 10. La synthèse industrielle de l'ammoniac (NH_3) gazeux se fait à partir de dihydrogène et de diazote gazeux. On utilise 2 m^3 de diazote lors de cette synthèse. Quel volume (CNTP) de dihydrogène un industriel doit-il prévoir ? Quel volume (CNTP) d'ammoniac va-t-il obtenir ?

Équation pondérée :

Composé chimique	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....
Donnée/inconnues	.....	.....	.....
Quantité de matière initiale (en mol)	.....	.....	.....
Quantité de matière finale	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....



- 11. La respiration cellulaire est considérée comme la combustion du glucose. Quel volume de dioxygène sera nécessaire pour « bruler » 5 moles de glucose ? Quel volume de dioxyde de carbone sera dégagé (CSTP) ?

Composés chimiques	.....	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....	.....
n_i (mol)	.....	.....	.....	.....
n_f (mol)	.....	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....	.....



- 12. Lors de l'électrolyse de 4,5 g d'eau, quels volumes de dihydrogène et de dioxygène obtient-on (CSTP) ?

Composés chimiques	.....	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....	.....
n_i (mol)	.....	.....	.....	.....
n_f (mol)	.....	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....	.....



- 13. Le dioxyde de carbone est l'un des principaux gaz responsables de l'effet de serre. Lors de la réaction de combustion du carbone dans l'air, il se forme du dioxyde de carbone. Quel volume de CO₂ (CSTP) sera produit par la combustion complète de 10 g de carbone ?

Composés chimiques	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....
n _i (mol)	.....	.....	.....
n _f (mol)	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....



- 14. Les voitures actuelles sont équipées d'airbags. Ces coussins se gonflent lors d'un choc brutal grâce à la production d'un gaz, le diazote, provenant de la décomposition de l'azoture de sodium : $2 \text{NaN}_3 \longrightarrow 3 \text{N}_2 + 2 \text{Na}$. Quel volume de diazote sera produit si le constructeur a placé 122 g de NaN₃ dans l'airbag ?



Composés chimiques	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....
n _i (mol)	.....	.....	.....
n _f (mol)	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....

- 15. Un chauffe-eau défectueux a rejeté du monoxyde de carbone lors de la combustion de butane (C_4H_{10}). Sachant que le chauffe-eau a consommé $1,05\text{ m}^3$ de butane, calcule le volume de monoxyde de carbone que le chauffe-eau va rejeter (CSTP).



Composés chimiques	.....	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....	.....
n_i (mol)	.....	.....	.....	.....
n_f (mol)	.....	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....	.....

- 16. Les fumées produites par la combustion des déchets ménagers doivent être épurées avant leur rejet dans l'atmosphère. Une des étapes de l'épuration élimine les oxydes d'azote. Ceux-ci se combinent à l'hydroxyde d'ammonium et sont transformés en diazote et en vapeur d'eau. Quelle masse d'hydroxyde est nécessaire pour éliminer 10 l de trioxyde de diazote ? Quels volumes (CNTP) de diazote et de vapeur d'eau seront rejétés dans l'atmosphère ?

Composés chimiques	.....	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....	.....
n_i (mol)	.....	.....	.....	.....
n_f (mol)	.....	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....	.....

- 17. Pour faire lever certaines pâtes lors de la cuisson, on utilise soit du bicarbonate de soude, soit de la poudre à lever baking powder. Cette dernière, en plus de contenir du $NaHCO_3$, possède un acidifiant ($Na_2H_2P_2O_7$). Que faut-il ajouter au bicarbonate de sodium pour qu'il puisse faire lever la pâte ?





- 18. On réalise la synthèse de l'eau à partir de 10 mL de dioxygène et de 10 mL de dioxygène. Quel nombre de molécules va-t-on obtenir (CSTP) ?

Composés chimiques	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....
Quantité de matière initiale (en mol)	.....	.....	.....
Δn	.....	.....	.....
Quantité de matière finale	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....



- 19. Les bougies actuelles sont fabriquées avec de la paraffine solide (alcane solide, distillat du pétrole) et de la stéarine (extrait de graisse animale et végétale). Lorsqu'on allume la mèche d'une bougie, la chaleur fait fondre la paraffine qui se vaporise. 250 g de paraffine gazeuse formée, $C_{25}H_{52}$, subissent une combustion.

Sachant qu'on a utilisé 45,6 litres d'air (CSTP) (l'air contient 20 % de dioxygène) pour brûler une bougie, calcule le volume de dioxyde de carbone obtenu ? On considère que la bougie n'est composée que de paraffine !



Composés chimiques	.....	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....	.....
Quantité de matière initiale (en mol)	.....	.....	.....	.....
Δn	.....	.....	.....	.....
Quantité de matière finale	.....	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....	.....



- 20. Quel volume de dihydrogène recueilli dans des conditions STP et quelle masse de chlorure de magnésium sont produits lorsqu'un ruban de magnésium de 1,0 g est mis en contact avec 300 mL d'une solution de chlorure d'hydrogène 0,500 mol/L ? Peut-on considérer que l'on est dans des conditions stœchiométriques ? Justifie.

Composés chimiques	.....	.....	.....	.....
Lecture molaire	.....	.....	.....	.....
Donnée/inconnue	.....	.....	.....	.....
Quantité de matière initiale (en mol)	.....	.....	.....	.....
Δn	.....	.....	.....	.....
Quantité de matière finale	.....	.....	.....	.....
Réponse finale	.....	.....	.....	.....