

TRANSFORMATIONS

CHI-5061-2

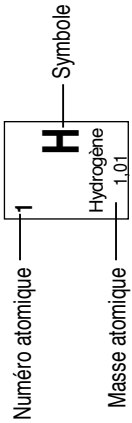
PROPRIÉTÉS DES GAZ ET ÉNERGIE CHIMIQUE



sofad

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

1 IA	2 IIA	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA		
1 H Hydrogène 1,01	2 He Hélium 4,00	3 Li Lithium 6,94	4 Be Béryllium 9,01	5 B Bore 10,81	6 C Carbone 12,01	7 N Azote 14,01	8 O Oxygène 16,00	9 F Fluor 19,00	10 Ne Néon 20,18
11 Na Sodium 22,99	12 Mg Magnésium 24,31	13 Al Aluminium 26,98	14 Si Silicium 28,09	15 P Phosphore 30,97	16 S Sulfre 32,06	17 Cl Chlore 35,45	18 Ar Argon 39,95	19 K Potassium 39,10	20 Ca Calcium 40,08
37 Rb Rubidium 85,47	38 Sr Strontium 87,62	39 Y Yttrium 88,91	40 Zr Zirconium 91,22	41 Nb Niobium 92,91	42 Mo Molybdène 95,95	43 Tc Technétium (98)	44 Ru Ruthénium 101,07	45 Rh Rhodium 102,91	46 Pd Palladium 106,42
55 Cs Césium 132,91	56 Ba Baryum 137,33	72 Hf Hafnium 178,49	73 Ta Tantale 180,95	74 W Tungstène 183,84	75 Re Rhenium 186,21	76 Os Osmium 190,23	77 Ir Iridium 192,22	78 Pt Platine 195,08	79 Au Or 196,97
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	104 Rf Rutherfordium (267)	105 Db Dubnium (268)	106 Sg Seaborgium (271)	107 Bh Bohrium (272)	108 Hs Hassium (270)	109 Mt Meitnerium (276)	110 Ds Darmstadtium (281)	111 Rg Roentgenium (280)
51 Sb Antimoine 121,76	52 Te Tellure 127,60	81 Tl Thallium 204,38	82 Pb Plomb 207,2	83 Bi Bismuth 208,98	84 Po Polonium (209)	85 At Astate (210)	86 Rn Radon (222)	53 I Iode 126,90	54 Xe Xénon 131,29
49 In Indium 114,82	48 Cd Cadmium 112,41	80 Hg Mercure 200,59	81 Tl Thallium 204,38	82 Pb Plomb 207,2	83 Bi Bismuth 208,98	84 Po Polonium (209)	85 At Astate (210)	50 Sn Étain 118,71	51 Sb Antimoine 121,76
31 Ga Gallium 69,72	30 Zn Zinc 65,38	80 Hg Mercure 200,59	29 Cu Cuivre 63,55	28 Ni Nickel 58,69	27 Co Cobalt 58,93	26 Fe Fer 55,85	25 Mn Manganèse 54,94	32 Ge Germanium 72,63	33 As Arsenic 74,92
31 Ga Gallium 69,72	30 Zn Zinc 65,38	80 Hg Mercure 200,59	29 Cu Cuivre 63,55	28 Ni Nickel 58,69	27 Co Cobalt 58,93	26 Fe Fer 55,85	25 Mn Manganèse 54,94	34 Se Sélénium 78,97	35 Br Brome 79,90
113 Nh Nihonium (284)	112 Cn Copernicium (285)	111 Rg Roentgenium (280)	110 Ds Darmstadtium (281)	109 Mt Meitnerium (276)	108 Hs Hassium (270)	107 Bh Bohrium (272)	106 Sg Seaborgium (271)	114 Fl Flerovium (289)	115 Uup (Ununpentium) (288)
113 Nh Nihonium (284)	112 Cn Copernicium (285)	111 Rg Roentgenium (280)	110 Ds Darmstadtium (281)	109 Mt Meitnerium (276)	108 Hs Hassium (270)	107 Bh Bohrium (272)	106 Sg Seaborgium (271)	116 Lv Livermorium (293)	117 Uus (Ununseptium) (294)
113 Nh Nihonium (284)	112 Cn Copernicium (285)	111 Rg Roentgenium (280)	110 Ds Darmstadtium (281)	109 Mt Meitnerium (276)	108 Hs Hassium (270)	107 Bh Bohrium (272)	106 Sg Seaborgium (271)	118 Uuo (Ununoctium) (294)	119 Uu (Ununennium) (295)



État à 25 °C :
(Couleur symbole)

- Solide
- Liquide
- Gazeux

57 La Lanthane 138,91	58 Ce Cérium 140,12	59 Pr Praséodyme 140,91	60 Nd Néodyme 144,24	61 Pm Prométhium (145)	62 Sm Samarium 150,36	63 Eu Europium 151,96	64 Gd Gadolinium 157,25	65 Tb Terbium 158,93	66 Dy Dysprosium 162,50	67 Ho Holmium 164,93	68 Er Erbium 167,26	69 Tm Thulium 168,93	70 Yb Ytterbium 173,05	71 Lu Lutécium 174,97
89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232,04	91 Pa Protactinium 231,04	92 U Uranium 238,03	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Américium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkélium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendélévium (258)	102 No Nobélium (259)	103 Lr Lawrencium (262)



Propriétés des gaz et énergie chimique

CHI-5061-2

Guide d'apprentissage

The logo for 'sofad' is a black square with the word 'sofad' written in white lowercase letters.

Propriétés des gaz et énergie chimique

Ce guide d'apprentissage a été produit par la Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec (SOFAD).

Équipe de production

Chargé de projets :	Alain Pednault (SOFAD)
Rédaction :	Judith Sévigny
Illustration :	Marc Tellier
Révision de contenu :	Josée Locas Gilles St-Louis
Révision linguistique :	Johanne St-Martin
Maquette graphique, mise en page et infographie :	Daniel Rémy (I. D. Graphique inc.)
Lecture d'épreuves :	Johanne St-Martin
Première parution :	Janvier 2016

Dans cette production, la rédaction épïcène assure l'équilibre de la représentation des hommes et des femmes.

© SOFAD, 2016

Tous droits de traduction et d'adaptation, en totalité ou en partie, réservés pour tous pays.

Toute reproduction, par procédé mécanique ou électronique, y compris la microreproduction, est interdite sans l'autorisation écrite d'un représentant dûment autorisé de la SOFAD.

Nonobstant cet énoncé, la reproduction des activités notées est autorisée uniquement pour les besoins des utilisateurs du guide de la SOFAD correspondant.

Cet ouvrage est financé par le Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche du Québec.

Dépôt légal - 2016

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

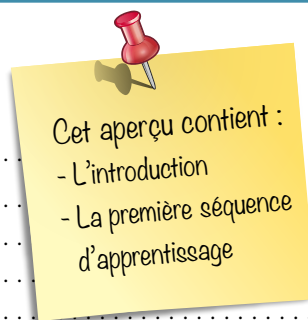
Bibliothèque et Archives Canada

ISBN : 978-2-89493-527-9 (imprimé)

ISBN : 978-2-89493-537-8 (numérique)

Octobre 2016

Table des matières



Introduction	v
Séquence ❶ - Plein gaz!	2
En route vers l'activité notée 1	4
Exploration	6
Activité 1.1 Gaz, liquides et solides	7
Activité 1.2 Qu'est-ce qu'un gaz parfait?	10
Activité 1.3 Au parfum	31
Exercices d'intégration	34
Résumé des nouveaux savoirs	35
Séquence ❷ - Le volume des gaz	38
En route vers l'activité notée 1 (suite)	40
Exploration	42
Activité 2.1 Le volume qui varie	43
Activité 2.2 Une fête éclatée	64
Activité 2.3 Le secret est dans la pâte	66
Exercices d'intégration	71
Résumé des nouveaux savoirs	74
Activité notée 1	75
Séquence ❸ - Sous pression	78
En route vers l'activité notée 2	80
Exploration	82
Activité 3.1 La pression qui varie	83
Activité 3.2 La mise au point d'un baromètre	99
Activité 3.3 Catastrophe en plein vol	101
Exercices d'intégration	105
Résumé des nouveaux savoirs	107
Séquence ❹ - Les gaz parfaits	110
En route vers l'activité notée 2 (suite)	112
Exploration	114
Activité 4.1 Les lois des gaz	115
Activité 4.2 Un gaz vital	125
Activité 4.3 Du vinaigre contre la tuberculose	130
Exercices d'intégration	132
Résumé des nouveaux savoirs	135
Activité notée 2	136
Séquence ❺ - Ni chaud ni froid	138
En route vers l'activité notée 3	140
Exploration	142
Activité 5.1 De l'énergie en mouvement	143
Activité 5.2 La conservation d'un médicament	168
Activité 5.3 La chaleur dans les transformations	175
Activité 5.4 De la crème glacée sans congélateur	181
Exercices d'intégration	183
Résumé des nouveaux savoirs	185
Activité notée 3	186

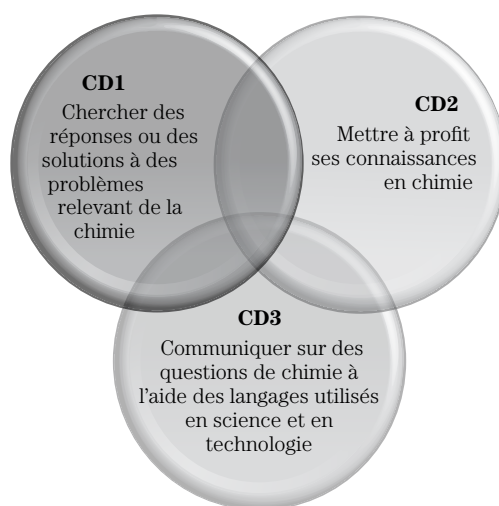
Séquence 6 - L'énergie chimique	188
En route vers l'activité notée 4.	190
Exploration	192
Activité 6.1 L'énergie dans les réactions	193
Activité 6.2 La progression d'une réaction	211
Activité 6.3 De l'hydrogène comme carburant	218
Activité 6.4 Flash à l'ancienne	225
Exercices d'intégration	227
Résumé des nouveaux savoirs	230
Activité notée 4	231
Conclusion	233
Autoévaluation	235
Section A : Évaluation explicite des connaissances	236
Section B : Évaluation des compétences : Réactions en chaîne	244
Grille d'autoévaluation	248
Grille d'évaluation des compétences : Réactions en chaîne	250
Corrigé	253
❶ – Plein gaz!	254
❷ – Le volume des gaz	258
❸ – Sous pression	266
❹ – Les gaz parfaits.	273
❺ – Ni chaud ni froid	282
❻ – L'énergie chimique	295
Autoévaluation	307
Lexique	317
Annexes	325
Annexe A : Nomenclature des composés et formules moléculaires.	326
Annexe B : Système international et notation scientifique.	331
Annexe C : Relation de proportionnalité	334
Annexe D : Grandeurs, unités, équations et constantes.	337
Annexe E : Chiffres significatifs et arrondi	339
Annexe F : Préalables mathématiques.	342
Fiche de rétroaction	347

Introduction



Bienvenue dans le cours *Propriétés des gaz et énergie chimique*, le premier de deux cours du programme de chimie de 5^e secondaire. La chimie est une science qui étudie les interactions entre les éléments et la transformation des composés qui en résultent. Dans le présent guide, on s'attardera d'abord à l'étude des comportements et des propriétés physiques des gaz. Les lois qu'on en tirera seront utiles pour l'étude de transformations chimiques impliquant des gaz. Par la suite, on portera notre attention sur la chaleur, les transferts d'énergie thermique et l'énergie en jeu dans les réactions chimiques.

Mais au-delà de la simple acquisition de connaissances, vous serez appelé à développer ou à renforcer les trois compétences disciplinaires (CD) suivantes :



La CD1 sera sollicitée par la réalisation de tâches dans des activités expérimentales, comme déterminer la concentration en acide acétique du vinaigre blanc. Quant à la CD2, elle sera sollicitée en complétant des tâches dans des situations réalistes et complexes, comme concevoir un contenant destiné à la conservation d'un antibiotique. Pour chacune de ces deux compétences, vous mettrez en application la CD3 en expliquant des résultats ou en argumentant des choix. Par exemple, vous aurez à expliquer comment lève une pâte à pizza. Ces compétences seront aussi touchées lors des activités d'évaluation présentées au cours de vos apprentissages, soit quatre activités notées et une autoévaluation.

Les savoirs et les techniques

Les nouveaux savoirs que vous devrez acquérir touchent l'univers matériel et sont regroupés en trois grands concepts généraux. Il y a le concept des propriétés chimiques des gaz, qui s'attarde à leur réactivité. Puis il y a celui des propriétés physiques des gaz, qui explique comment les paramètres physiques d'un gaz sont interreliés. Enfin, le dernier concept porte sur l'aspect énergétique des transformations en abordant les questions de chaleur et d'énergie chimique. Quant aux techniques à acquérir, elles renvoient à des procédés méthodiques qui balisent la mise en application de connaissances théoriques en laboratoire, plus spécifiquement : l'utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire; la collecte d'échantillons; la préparation de solutions; la vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure; puis l'interprétation des résultats de la mesure.

Le tableau suivant présente la répartition des nouveaux savoirs et des techniques prescrits dans les six séquences d'apprentissage de ce guide.

RÉPARTITION DES NOUVEAUX SAVOIRS ET DES TECHNIQUES PRESCRITS.

SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE	SAVOIRS	TECHNIQUES
<p>1 Plein gaz!</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Théorie cinétique des gaz. • Réactivité (des gaz). 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. • Interprétation des résultats de la mesure.
<p>2 Le volume des gaz</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèse d'Avogadro. • Loi générale des gaz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. • Interprétation des résultats de la mesure.
<p>3 Sous pression</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Loi générale des gaz. • Loi de Dalton. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. • Interprétation des résultats de la mesure.

SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE	SAVOIRS	TECHNIQUES
<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">Les gaz parfaits</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Loi générale des gaz. • Loi des gaz parfaits. • Volume molaire gazeux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Collecte d'échantillons. • Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. • Interprétation des résultats de la mesure.
<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">Ni chaud ni froid</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relation entre l'énergie thermique, la capacité thermique massique, la masse et la variation de température. • Réactions endothermique et exothermique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Collecte d'échantillons. • Préparation de solutions. • Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. • Interprétation des résultats de la mesure.
<p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">L'énergie chimique</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Variation d'enthalpie. • Chaleur molaire de réaction. • Diagramme énergétique. • Énergie d'activation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Collecte d'échantillons. • Préparation de solutions. • Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. • Interprétation des résultats de la mesure.

Structure du guide et consignes d'utilisation

Ce guide d'apprentissage est un instrument qui tend à respecter à la fois les caractéristiques principales de l'apprentissage individualisé et de l'apprentissage en situations concrètes et réalistes. Il peut être utilisé tant dans un contexte de formation à distance qu'en formation en établissement.

Ainsi, par ces modes d'apprentissage, on veut favoriser chez vous :

- la plus grande participation possible;
- la prise en charge de votre cheminement;
- le respect de votre rythme;
- la mise à profit de votre expérience et de vos connaissances.

Vous pourrez, tout au long de votre cheminement, faire la constatation de vos succès ou de vos échecs, déterminer les causes de ceux-ci ainsi que les moyens à prendre pour continuer à progresser dans votre apprentissage. Si vous êtes inscrit auprès d'un établissement d'enseignement, un formateur ou une formatrice est à votre disposition pour vous soutenir et vous éclairer dans votre cheminement. Si une notion vous semble plus difficile, il ne faut pas hésiter à avoir recours à cette aide précieuse.

Les séquences d'apprentissage (SA)

Il y a en tout six séquences d'apprentissage (SA) dans lesquelles vous serez amené à découvrir de nouveaux savoirs et à les appliquer avec compétence. Chaque SA est construite de façon similaire. Elle comporte d'abord une présentation où figure le sujet de la séquence. Suit l'exploration, partie qui vous permettra de tester vos connaissances sur des concepts qui seront utiles dans la séquence d'apprentissage. Suit ensuite une série d'activités de trois types : activité d'acquisition de connaissances, activité expérimentale et activité d'expertise en situation.



activité d'acquisition de connaissances



activité d'expertise en situation



activité expérimentale

L'activité d'acquisition de connaissances est axée sur la découverte active de nouveaux savoirs tandis que les deux autres activités vous amènent à développer vos compétences en réalisant des tâches plus complexes. Ainsi, l'activité expérimentale vous mènera à développer principalement la compétence CD1. Quant à l'activité d'expertise en situation, la tâche à réaliser vous mènera à développer principalement la compétence CD2. Quant à la compétence CD3, elle est nécessairement développée dans toutes les activités proposées.

Au fil des activités, vous serez invité à répondre à des questions qui favoriseront l'acquisition de nouvelles connaissances et le développement de vos compétences. Au premier abord, vous ne serez peut-être pas en mesure de répondre à toutes ces questions. Efforcez-vous tout de même d'y trouver des réponses satisfaisantes, les réponses et des explications complémentaires suivent immédiatement après. Il est essentiel que vous cherchiez à comprendre tous les nouveaux concepts qui sont expliqués.

À la fin de chaque SA, vous trouverez une série d'exercices d'intégration portant sur l'ensemble des concepts abordés dans la séquence ainsi qu'un résumé des nouveaux savoirs. Ceux-ci vous permettront d'en vérifier votre compréhension.

L'autoévaluation

L'autoévaluation est construite en deux sections comme l'épreuve d'évaluation aux fins de sanction (c.-à-d. l'épreuve finale du cours) afin de mieux vous y préparer. Avant de vous y attaquer, prenez le temps de relire le résumé des nouveaux savoirs présenté à la fin de chaque séquence d'apprentissage, puis regardez le tableau de la répartition des savoirs aux pages vi et vii. Complétez ensuite l'épreuve d'autoévaluation sans consulter le texte du guide ni le corrigé. Puis, comparez vos réponses avec celles du corrigé de l'autoévaluation et complétez votre étude au besoin.

Une grille d'autoévaluation accompagne cette épreuve. Elle vous servira à déterminer les notions que vous maîtrisez et celles pour lesquelles une révision s'impose avant de vous présenter à l'épreuve finale. Des indications sur les notions à réviser sont fournies à même cette grille.

Le corrigé

Après l'épreuve d'autoévaluation, vous trouverez la section « Corrigé » du guide. Référez-vous à ce corrigé pour trouver les réponses à chacune des questions numérotées des exercices afin de vous assurer que vous avez bien compris tous les concepts, et ce, avant de passer à l'activité ou à la séquence d'apprentissage suivante. À la fin de cette section se trouve également le corrigé de l'épreuve d'autoévaluation.

Le lexique et les annexes

Le lexique constitue l'avant-dernière partie du guide. Vous y trouverez, classées en ordre alphabétique, les définitions des mots soulignés en pointillé dans les séquences d'apprentissage. N'hésitez pas à le consulter au fil de vos lectures afin de bien comprendre les termes et expressions qui s'y trouvent.

Les annexes regroupent des renseignements utiles ainsi que quelques rappels de notions préalables.

Activités notées

Le guide est accompagné de quatre activités notées qui sont présentées dans des cahiers séparés, l'une d'elle portant sur une activité expérimentale. Vous aurez à réaliser une activité notée à la suite des SA 2, 4, 5 et 6. Vous trouverez un rappel à cet effet à la fin de chacune de ces SA. Les activités notées ont une fonction d'aide à l'apprentissage; outre l'évaluation explicite des connaissances, elles comportent chacune une situation complexe et signifiante pour évaluer votre compétence à traiter les tâches de ces situations.

Les activités notées font partie intégrante des séquences d'apprentissage proposées et ne constituent pas un ajout facultatif à votre cheminement; vous devez les faire. À cet effet, ces activités sont prévues pour tous les élèves et doivent être évaluées par le tuteur ou la tutrice si vous êtes en formation à distance ou par l'enseignant ou l'enseignante si vous êtes en formation en établissement. Vous devrez donc les lui soumettre car il n'y a que le personnel des établissements d'enseignement qui a accès au corrigé de ces activités.

Il est possible d'acheter les activités notées en version imprimée à faible coût, ou encore de les télécharger gratuitement à cette adresse, sous la rubrique « Formation de base diversifiée » : <http://cours1.sofad.qc.ca/ressources>.

Évaluation pour fin de sanction

Si vous désirez acquérir les 2 unités rattachées à ce cours, vous devez obtenir une note d'au moins 60 % à l'épreuve finale qui a lieu dans un centre d'éducation des adultes. Pour vous présenter à cette épreuve, il est souhaitable que vous ayez également obtenu une moyenne d'au moins 60 % aux activités notées accompagnant le présent guide. D'ailleurs, certains centres exigent ce résultat pour vous admettre à l'épreuve finale.

L'épreuve finale pour le cours *Propriétés des gaz et énergie chimique* est composée de deux parties, l'une pratique et l'autre théorique. Ces parties sont administrées lors de deux séances distinctes. La partie pratique comporte des tâches que vous devrez réaliser en laboratoire, à partir d'une situation d'application réaliste. La partie théorique est constituée de deux sections, soit l'évaluation explicite des connaissances et l'évaluation des compétences.

Matériel complémentaire

Ayez sous la main tout le matériel dont vous aurez besoin.

- Une calculatrice, un crayon à mine pour inscrire vos réponses et vos notes dans votre guide, un stylo-bille de couleur pour corriger vos réponses, un surligneur pour souligner les idées importantes, une gomme à effacer, une règle et un rapporteur d'angles, etc.
- La trousse d'expérimentation contenant le matériel nécessaire à la réalisation des activités expérimentales. Vous devrez compléter cette trousse en vous procurant certains items.

Informations complémentaires concernant la formation à distance

Voici quelques suggestions qui vous aideront à organiser votre temps d'étude. La durée de la formation est évaluée à 50 heures de travail approximativement.

- Établissez un horaire d'étude en tenant compte de vos dispositions et de vos besoins, ainsi que de vos obligations familiales, professionnelles et autres.
- Essayez de consacrer quelques heures par semaine à l'étude, de préférence en blocs de deux heures chaque fois.
- Respectez autant que possible l'horaire que vous avez choisi.

La tutrice ou le tuteur est la personne qui vous guide tout au long de votre apprentissage et vous fournit les conseils, les critiques et les commentaires susceptibles d'assurer le succès de votre projet de formation. N'hésitez pas à communiquer avec cette personne si vous éprouvez des difficultés avec la théorie ou les exercices, ou si vous avez besoin d'encouragement pour poursuivre votre étude. Notez vos questions par écrit et communiquez avec elle pendant ses heures de disponibilité et, au besoin, écrivez-lui. Si ses heures de disponibilité et ses coordonnées ne vous ont pas été transmises, demandez-les au centre où vous êtes inscrit.

Bon apprentissage!

Aperçu des éléments constituant une séquence d'apprentissage

Le guide comprend six séquences d'apprentissage. Ici, le numéro de la SA.

Le thème de la SA.

1 Plein gaz!

1.1 Gaz, liquides et solides
But • Comparer les propriétés observables (compressibilité, expansibilité, forme définie ou non) des phases solide, liquide et gazeuse de la matière.
Votre tâche • Vous devrez aider votre nièce à préparer un tableau comparatif des phases de la matière qu'elle présentera dans le cadre d'une expo scientifique de son école.

1.2 Qu'est-ce qu'un gaz parfait?
But • Définir ce qu'est un gaz parfait et en expliquer certains comportements.

1.3 Au parfum
But • Mettre en application la théorie cinétique des gaz afin d'expliquer la diffusion d'un parfum dans l'air.
Votre tâche • Vous devrez expliquer, en vous appuyant sur des faits scientifiques, en quoi l'affirmation faite dans la publicité du diffuseur de parfum est vraie ou fausse.

Cette couche ténue dont on entrevoit le profil et qui recouvre la Terre est vitale pour toute forme de vie. La présence de l'atmosphère régule la température à la surface de la planète, protège ses habitants des débris spatiaux et des rayons cosmiques, et leur fournit un milieu de vie accueillant. Sans atmosphère, ce mélange de gaz qui recouvre la planète, la Terre serait tout aussi inhospitalière et stérile que la Lune. Il va sans dire que les gaz, essentiels à notre survie, sont un sujet d'intérêt pour les scientifiques.

Nous nous attarderons à décrire les comportements macroscopiques et les caractéristiques microscopiques des gaz dans la présente séquence d'apprentissage. Tout d'abord, vous ferez la distinction entre les différentes phases de la matière à partir de leurs comportements macroscopiques dans l'activité expérimentale 1.1 « Gaz, liquides et solides ». Par la suite, vous développerez un modèle microscopique des gaz avec l'activité 1.2 « Qu'est-ce qu'un gaz parfait ? ». Enfin, vous pencherez sur les affirmations faites dans une publicité pour des diffuseurs d'ambiance dans l'activité 1.3 « Au parfum ».

La liste des activités avec le ou les buts particuliers de chacune ainsi que la tâche associée aux activités expérimentales et aux activités d'expertise en situation.

La mise en situation de la SA.

L'exploration permet de tester certains concepts utiles pour réaliser la SA.

Les réponses aux questions numérotées sont dans le corrigé à la fin du guide.

Exploration

Les questions suivantes vous permettront de tester vos connaissances sur des concepts qui vous seront utiles au cours de cette séquence d'apprentissage.

1.1 Parmi les caractéristiques suivantes, laquelle ou lesquelles s'appliquent à un fluide ?

a) Déformable
 b) De volume invariable
 c) Compressible


1.2 Déterminez quelle substance, parmi les suivantes, est compressible.

a) Du liquide antigel
 b) De l'hélium
 c) De la glace
 d) De l'alcool à friction

Le type d'activité est représenté par la puce foncée.

Le ou les buts à atteindre dans l'activité.

La tâche à réaliser dans l'activité est précisée, s'il y a lieu.




Activité 1.1 Gaz, liquides et solides

But

- Comparer les propriétés observables (compressibilité, expansibilité, forme définie ou non) des phases solide, liquide et gazeuse de la matière.

Votre jeune nièce participe à l'expo scientifique organisée à son école primaire. Le sujet qu'elle a choisi d'aborder est « Les phases de la matière ». Afin de l'appuyer dans la planification de sa présentation, vous désirez préparer un tableau comparatif des trois phases de la matière. Pour ce faire, vous expérimenterez avec les gaz, les liquides et les solides.



© Terri Oda

Votre tâche

- Vous devrez préparer un tableau comparatif des phases de la matière.

Des exercices d'intégration sont présentés après la dernière activité de la SA et portent sur l'ensemble des concepts et des savoirs abordés au cours de la séquence.

Exercices d'intégration

1.25 Expliquez pourquoi un gaz est compressible, mais pas un liquide.

1.26 Expliquez pourquoi un gaz n'a pas une forme définie comme un solide.

1.27 Sous quelle condition un gaz pourrait-il ne plus se comporter comme un gaz parfait ?

1.28 Parmi les trois gaz suivants, dites lequel est le plus réactif et expliquez pourquoi : dioxyde d'azote (NO₂), bromure d'hydrogène (HBr) et hélium (He).

O = N = O H - Br He

Un résumé des nouveaux savoirs termine la SA et présente les savoirs essentiels abordés au cours de la séquence.

Résumé des nouveaux savoirs

Activité 1.1 – Gaz, liquides et solides

Un **fluide** est une substance déformable, qui ne possède pas une forme définie. Les gaz et les liquides sont des fluides.

Un **fluide compressible** est un fluide dont le volume diminue lorsque la pression à laquelle il est soumis augmente.

Un **fluide expansible** est un fluide dont le volume augmente lorsque l'espace disponible s'agrandit. Il ne possède donc pas un volume défini.

Un **gaz** est un fluide compressible et expansible, qui ne possède ni forme, ni volume défini. Il correspond à l'une des trois principales phases de la matière.

Activité 1.2 – Qu'est-ce qu'un gaz parfait ?

Les solides ont une forme définie, ils occupent un volume déterminé et ils sont incompressibles. Les particules dans un solide sont alignées selon un ordre précis et dans un assemblage compact. De plus, elles s'attirent les unes les autres de sorte qu'elles restent ensemble et bien en place. Les particules d'un solide vibrent mais elles ne peuvent se déplacer d'un point à un autre dans le solide.

Les liquides sont incompressibles, ils prennent la forme de leur contenant et ils occupent un volume défini, leur volume demeurant le même quel que soit l'espace disponible. La distance entre les particules d'un liquide est très faible et elles ne sont pas ordonnées. En plus de vibrer, les particules d'un liquide tournent sur elles-mêmes; ce mouvement se nomme rotation.

Un gaz est compressible et expansible et il prend la forme de son contenant. Les particules n'y sont pas ordonnées et l'attraction entre celles-ci n'est pas assez forte pour lui donner une forme définie. Les particules d'un gaz ne sont pas compactes et la distance qui les sépare est relativement grande. Les forces d'attraction entre les particules sont très faibles ou négligeables. Tous les mouvements sont possibles pour les particules d'un gaz : elles peuvent vibrer, tourner sur elles-mêmes et se déplacer d'un point à un autre. Ce dernier mouvement, la translation, est le plus important chez les gaz.

Les rubriques et autres caractéristiques

Les figures numérotées sont importantes; il faut y porter une attention particulière.

Les mots soulignés en pointillés sont définis dans le lexique à la fin du guide.

Un texte présenté dans cet encadré indique que ce texte cible des savoirs importants. Ce sont généralement des définitions ou des équations.

Les alcalins tendent à former des composés en cédant l'unique électron de leur dernière couche électronique, alors que les halogènes cherchent à « acquérir » l'électron qui leur permettra d'obtenir une dernière couche électronique saturée. Les éléments de ces deux groupes sont par conséquent très réactifs. Il est d'ailleurs rare de trouver ceux-ci à l'état gazeux sous forme monoatomique dans la nature. Les gaz nobles, possédant déjà une dernière couche électronique saturée, préfèrent la *status quo* et sont par le fait même très peu réactifs.

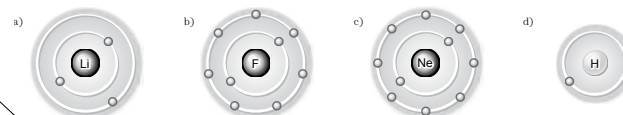


Figure 1.5 La réactivité des éléments dépend de leur configuration électronique. a) Le lithium, possédant un seul électron sur sa dernière couche électronique, tend à le céder afin d'obtenir une unique couche électronique saturée par deux électrons. b) Le fluor possède sept électrons sur sa deuxième couche électronique. Il cherche donc à acquérir un électron supplémentaire pour que sa dernière couche électronique soit saturée. c) La dernière couche électronique du néon comporte huit électrons, elle est donc saturée. Ce gaz est à toute fin inerte. d) L'hydrogène, avec son unique électron, peut avoir le comportement chimique du lithium ou du fluor. Il pourra facilement céder son unique électron, ou en acquérir un pour compléter sa couche électronique.

Pour les gaz formés de molécules, la réactivité chimique dépendra du nombre et de la force des liaisons entre les atomes. Le fluorure d'hydrogène (HF) est un gaz à une température supérieure à 20 °C. Sa molécule comporte une seule liaison ionique, cette liaison étant relativement facile à briser puisque l'atome d'hydrogène cède complètement son électron à l'atome de fluor. Le fluorure d'hydrogène est donc un gaz très réactif et corrosif.

Ainsi, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression ou à l'inverse, la pression d'un gaz est inversement proportionnelle à son volume. Cette relation porte le nom de loi de Boyle-Mariotte.

La loi de Boyle-Mariotte est la loi d'après laquelle la pression d'un gaz est inversement proportionnelle à son volume si la température de l'échantillon et le nombre de moles qu'il contient demeurent constants.

Cette relation s'exprime ainsi :

$$P \propto \frac{1}{V} \text{ ou } PV = k_s, \text{ où } k_s \text{ est une constante de proportionnalité.}$$

Contrairement aux autres relations qu'on a vu jusqu'ici, ce n'est pas le rapport de la pression et du volume qui est constant pour une température et une quantité de matières données. C'est plutôt leur produit qui est constant.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

où P_1 est la pression initiale, généralement exprimée en kilopascals (kPa),
 V_1 , le volume initial, généralement exprimé en litres (L),
 P_2 , la pression finale, généralement exprimée en kilopascals (kPa)
 et V_2 , le volume final, généralement exprimé en litres (L).

La rubrique *Le saviez-vous?* ajoute un complément d'information : il ne fait pas directement partie de l'apprentissage et aucune question de l'épreuve d'évaluation pour fin de sanction ne portera sur son contenu.

? **Les montgolfières**

Le saviez-vous?

Invention attribuée aux frères Joseph-Michel et Jacques-Étienne Montgolfier, la montgolfière est constituée d'une enveloppe contenant de l'air réchauffé par un brûleur et à laquelle est accrochée une nacelle où prennent place les passagers. En réchauffant l'air contenu dans l'enveloppe, le « ballon » de la montgolfière augmente de volume. Une fois que l'enveloppe est bien gonflée, l'air chaud continue de se dilater sous l'effet de la chaleur et s'échappe progressivement. On obtient alors un ballon rempli d'air chaud moins dense que l'air ambiant. La poussée d'Archimède commence à s'exercer lorsque le poids du volume d'air déplacé par le ballon est plus grand que le poids total de la montgolfière (y compris la nacelle et ses occupants). C'est alors que la montgolfière s'élève dans le ciel.

Le pictogramme *Remarque* accompagne les paragraphes auxquels vous devez porter une attention particulière.

! **Remarque**

Les notions de température, de chaleur et d'énergie cinétique des particules seront abordées plus en détails dans la séquence d'apprentissage 5. Pour l'instant, il suffit de savoir comment la température est mesurée et de connaître les échelles de mesure utilisées.

La rubrique *Rappel* contient des notions ou des concepts préalables.

🔄 Rappel

Le modèle atomique actuel simplifié

Le modèle atomique actuel simplifié, élaboré au début du 20^e siècle, représente l'atome comme un noyau dense de charge positive constitué de neutrons (charge nulle) et de protons (charge positive). Autour de ce noyau évoluent des électrons (charge négative) se trouvant sur des niveaux d'énergie, ou couches électroniques, bien précis. L'atome est électriquement neutre, puisqu'il possède autant de protons en son noyau que d'électrons en périphérie.

Un atome de lithium (Li) représenté à l'aide du modèle atomique actuel simplifié.

Ce pictogramme vous indique que vous devez réaliser une activité notée et la soumettre pour fin d'évaluation.

👤 Vous devez maintenant réaliser l'activité notée 1

Remettez-la ensuite à votre formateur ou votre formatrice, ou faites-la parvenir à votre tuteur ou votre tutrice selon les modalités prévues lors de votre inscription.

Note : Si les activités notées ne vous ont pas été fournies, vous pouvez les télécharger de : <http://cours1.sofad.qc.ca/ressources> sous la rubrique « Formation de base diversifiée ».

The background of the entire page is a light blue color with a faint, repeating pattern of molecular structures. These structures consist of small white spheres connected by thin white lines, representing atoms and their bonds. The spheres vary in size, and the lines are thin and light blue, creating a subtle, scientific aesthetic.

1

Plein gaz!

2

Le volume des gaz

3

Sous pression

4

Les gaz parfaits

5

Ni chaud ni froid

6

L'énergie chimique

1

Plein gaz !



1.1 Gaz, liquides et solides

- But**
- Comparer les propriétés observables (compressibilité, expansibilité, forme définie ou non) des phases solide, liquide et gazeuse de la matière.

- Votre tâche**
- Vous devrez préparer un tableau comparatif des phases de la matière.



1.2 Qu'est-ce qu'un gaz parfait ?

- But**
- Définir ce qu'est un gaz parfait et en expliquer certains comportements.



1.3 Au parfum

- But**
- Mettre en application la théorie cinétique des gaz afin d'expliquer la diffusion d'un parfum dans l'air.

- Votre tâche**
- Vous devrez expliquer, en vous appuyant sur des faits scientifiques, en quoi l'affirmation faite dans la publicité du diffuseur de parfum est vraie ou fausse.



© NASA/Barry Wilmore

Cette couche ténue dont on entrevoit le profil et qui recouvre la Terre est vitale pour toute forme de vie. La présence de l'atmosphère régule la température à la surface de la planète, protège ses habitants des débris spatiaux et des rayons cosmiques, et leur fournit un milieu de vie accueillant. Sans atmosphère, ce mélange de gaz qui recouvre la planète, la Terre serait tout aussi inhospitalière et stérile que la Lune. Il va sans dire que les gaz, essentiels à notre survie, sont un sujet d'intérêt pour les scientifiques.

Nous nous attarderons à décrire les comportements macroscopiques et les caractéristiques microscopiques des gaz dans la présente séquence d'apprentissage. Tout d'abord, vous ferez la distinction entre les différentes phases de la matière à partir de leurs comportements macroscopiques dans l'activité expérimentale 1.1 « Gaz, liquides et solides ». Par la suite, vous développerez un modèle microscopique des gaz avec l'activité 1.2 « Qu'est-ce qu'un gaz parfait ? ». Enfin, vous vous pencherez sur les affirmations faites dans une publicité pour des diffuseurs d'ambiance dans l'activité 1.3 « Au parfum ».

En route vers l'activité notée 1

Après les séquences d'apprentissage 1 et 2, vous aurez à compléter l'activité notée 1. Cette activité notée comporte entre autres une situation d'évaluation au cours de laquelle vous aurez à réaliser une tâche. En voici une brève présentation.

Des coussins qui sauvent des vies



But

- Mettre à profit ses habiletés en résolution de problème et ses connaissances de la loi générale des gaz.



© manfredxy/Shutterstock.com

Les coussins gonflables font désormais partie de l'équipement de sécurité dans nos automobiles. On estime que l'utilisation conjointe de la ceinture de sécurité et du coussin gonflable permet de réduire de 75 % les blessures graves à la tête en cas d'impact. Ces deux dispositifs évitent donc des séquelles à long terme, mais ils sauvent aussi des vies. Lors de la conception et de la construction des véhicules automobiles, les constructeurs font appel à des fournisseurs spécialisés. Il se trouve que vous travaillez pour l'un d'eux.



Votre tâche

- Vous devrez compléter la conception du système de remplissage des coussins gonflables avant d'une automobile.

Prenez dès maintenant connaissance du contenu de la section B de l'activité notée 1, puis faites de votre mieux pour répondre aux questions suivantes. Si vous n'avez pas une copie imprimée de l'activité notée, vous pouvez la consulter sur le site Web suivant, sous la rubrique « Formation de base diversifiée » : <http://cours1.sofad.qc.ca/ressources>.

Vous avez lu que dans cette activité, vous devrez sélectionner la réaction chimique la plus adéquate et la plus sécuritaire pour produire un gaz qui remplira un coussin gonflable. Vous devrez aussi déterminer la masse de réactif nécessaire dans cette réaction.

Selon vous, quelles sont les propriétés physiques d'un gaz qui sont exploitées lors du remplissage d'un coussin gonflable?

Est-il possible d'utiliser n'importe quel gaz pour remplir un coussin gonflable? Quel critère doit-on rechercher pour sélectionner le bon gaz?

Afin de déterminer la masse de réactif nécessaire au remplissage du coussin gonflable, quels paramètres du gaz devrez-vous considérer dans vos calculs?

Exploration

Les questions suivantes vous permettront de tester vos connaissances sur des concepts qui vous seront utiles au cours de cette séquence d'apprentissage.

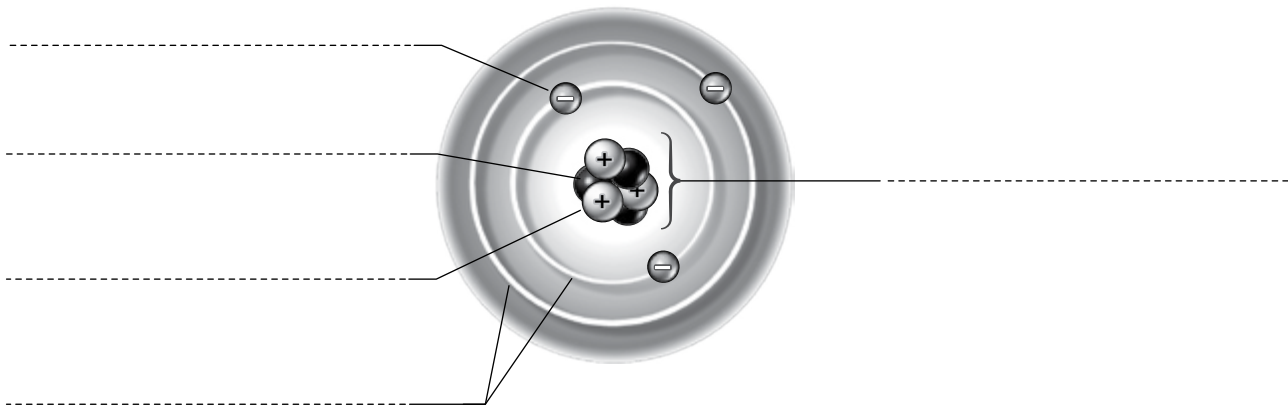
1.1 Parmi les caractéristiques suivantes, laquelle ou lesquelles s'appliquent à un fluide ?

- a) Déformable
- b) De volume invariable
- c) Compressible

1.2 Déterminez quelle substance, parmi les suivantes, est compressible.

- a) Du liquide antigel
- b) De l'hélium
- c) De la glace
- d) De l'alcool à friction

1.3 Complétez le schéma ci-dessous, représentant le modèle atomique actuel simplifié, en y ajoutant les termes suivants : couches électroniques, électron, neutron, noyau, proton.



1.4 Quelle est la charge électrique de l'atome ? Comment cela est-il possible ?



Activité 1.1 Gaz, liquides et solides



But

- Comparer les propriétés observables (compressibilité, expansibilité, forme définie ou non) des phases solide, liquide et gazeuse de la matière.

Votre jeune nièce participe à l'expo scientifique organisée à son école primaire. Le sujet qu'elle a choisi d'aborder est « Les phases de la matière ». Afin de l'appuyer dans la planification de sa présentation, vous désirez préparer un tableau comparatif des trois phases de la matière. Pour ce faire, vous expérimenterez avec les gaz, les liquides et les solides.



© Terri Oda



Votre tâche

- Vous devrez préparer un tableau comparatif des phases de la matière.

Pour réaliser cette activité, référez-vous au cahier d'activités expérimentales qui accompagne le guide d'apprentissage. Lorsque votre activité sera complétée, venez répondre aux questions suivantes.

- 1.5 Parmi les trois phases de la matière étudiées, soit les gaz, les liquides et les solides, laquelle ou lesquelles correspondent à un fluide? Expliquez.

Un fluide est une substance déformable, qui ne possède pas une forme définie. Les gaz et les liquides sont des fluides.

1.6) Parmi les trois phases de la matière étudiées, laquelle ou lesquelles correspondent à un fluide compressible? Expliquez.

Un fluide compressible est un fluide dont le volume diminue lorsque la pression à laquelle il est soumis augmente. Les gaz sont des fluides compressibles.

1.7) Parmi les trois phases de la matière étudiées, laquelle ou lesquelles correspondent à un fluide expansible? Expliquez.

Un fluide expansible est un fluide dont le volume augmente lorsque l'espace disponible s'agrandit. Il ne possède donc pas un volume défini. Les gaz sont des fluides expansibles.

À la lumière de vos observations, proposez une définition de ce qu'est un gaz.

Un gaz est un fluide compressible et expansible, qui ne possède ni forme, ni volume défini. Il correspond à l'une des trois phases de la matière.

1.8) Complétez le tableau récapitulatif suivant en cochant toutes les cases appropriées.

LES CARACTÉRISTIQUES MACROSCOPIQUES DES TROIS PHASES DE LA MATIÈRE.

PHASE DE LA MATIÈRE	COMPRESSIBLE	EXPANSIBLE	FORME DÉFINIE
Gaz			
Liquide			
Solide			

Exercices de l'activité 1.1

1.9 Vous connaissez des substances dans chacune des trois phases de la matière. Complétez la liste en ajoutant au moins deux exemples de substances pour chacune des trois phases.

a) Phase solide : acier, _____

b) Phase liquide : essence à briquet, _____

c) Phase gazeuse : hélium, _____

Retour sur l'activité 1.1

Dans la présente activité, vous avez étudié quelques comportements macroscopiques, c'est-à-dire observables à grande échelle, des phases gazeuse, liquide et solide de la matière. Les activités suivantes vous permettront d'expliquer ces phénomènes à partir d'un modèle microscopique de la matière. Plus particulièrement, vous vous pencherez sur la théorie cinétique des gaz.



Activité 1.2 Qu'est-ce qu'un gaz parfait?



But

- Définir ce qu'est un gaz parfait et en expliquer certains comportements.

Prenez un glaçon et placez-le près d'une source de chaleur. Lentement, sa température augmente jusqu'à atteindre 0 °C. À ce moment, le glaçon fond, il se transforme progressivement en eau. Si vous continuez à chauffer cette eau, elle se met à bouillir lorsqu'elle atteint 100 °C. Des bulles se forment dans l'eau, montent à la surface et y éclatent en libérant de la vapeur.



© gresei/Shutterstock.com



© Tarasyuk Igor/Shutterstock.com



© Toa55/Shutterstock.com

L'eau est l'une des rares substances qu'on peut observer sous ses trois phases au quotidien.

Par cette simple expérience, vous avez observé la même substance dans trois états différents, qu'on appelle « phases ». À l'activité 1.1, vous avez appris à distinguer ces trois phases à partir de certaines de leurs caractéristiques observables. Dans ce qui suit, vous développerez un modèle microscopique de la matière qui vous permettra d'expliquer les comportements macroscopiques des trois phases de la matière. Vous concentrerez ensuite votre attention sur la phase gazeuse.

Les trois phases de la matière

On a vu précédemment qu'il existe trois phases de la matière. Voyons comment cela s'applique à l'eau.

- 1.10) Nommez ces trois phases en y associant la forme de l'eau correspondante, puis nommez-en les caractéristiques.

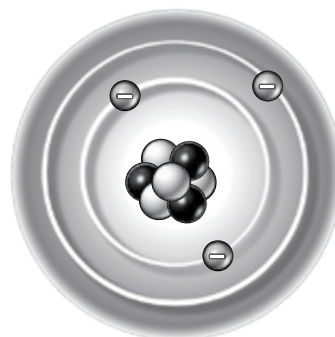
PHASE DE LA MATIÈRE	FORME DE L'EAU	CARACTÉRISTIQUES



Rappel

Le modèle atomique actuel simplifié

Le modèle atomique actuel simplifié, élaboré au début du 20^e siècle, représente l'atome comme un noyau dense de charge positive constitué de neutrons (charge nulle) et de protons (charge positive). Autour de ce noyau évoluent des électrons (charge négative) se trouvant sur des niveaux d'énergie, ou couches électroniques, bien précis. L'atome est électriquement neutre, puisqu'il possède autant de protons en son noyau que d'électrons en périphérie.



● Proton
● Neutron
● Électron

Un atome de lithium (Li) représenté à l'aide du modèle atomique actuel simplifié.

Que l'eau se trouve sous forme solide, $H_2O_{(s)}$, liquide, $H_2O_{(l)}$, ou gazeuse, $H_2O_{(g)}$, elle est constituée de molécules identiques, formées de deux atomes d'hydrogène (H) et d'un atome d'oxygène (O). Pourtant, la glace, l'eau liquide et la vapeur n'ont pas la même apparence. Comment des molécules identiques peuvent-elles produire des formes aussi variées? Est-ce la façon dont elles sont disposées, la distance qui les sépare? Qu'est-ce qui distingue les phases d'un point de vue microscopique? Il faudra élaborer un modèle pour l'expliquer.



Remarque

Avant de poursuivre, consultez l'annexe A concernant la nomenclature des composés et l'écriture des formules chimiques.

Du mouvement dans la matière

Puisque les comportements macroscopiques des trois phases de la matière s'expliquent en bonne partie à partir des mouvements de leurs particules, il convient de décrire les différents types de mouvements possibles, qui sont au nombre de trois.

Le premier mouvement qu'on peut observer dans la matière est la **vibration**. Les particules possèdent toutes de l'énergie cinétique, c'est-à-dire de l'énergie de mouvement. Cette énergie se manifeste d'abord comme une vibration des atomes ou des molécules. Les particules sont donc en mouvement constant, sans que leur position et leur orientation dans l'espace ne varient.

Le deuxième mouvement est celui de **rotation**. Dans ce type de mouvement, la position des particules ne se modifie pas, mais leur orientation varie. Les particules tournent donc sur elles-mêmes.

Le dernier mouvement qu'on peut observer dans la matière est la **translation**. Avec ce type de mouvement, la position d'une particule varie dans le temps. Elle se déplace donc dans l'espace.

Une même particule peut avoir jusqu'à trois mouvements, la vibration étant le mouvement de base de toutes les particules. Ainsi, une particule qui a un mouvement de rotation a aussi un mouvement de vibration. De même, une particule qui a un mouvement de translation a aussi un mouvement de rotation et un mouvement de vibration.

Les solides

Les solides ont une forme définie, ils occupent un volume déterminé et ils sont incompressibles. Quelles caractéristiques, à l'échelle microscopique, peuvent expliquer ces propriétés? Procédons par analogie : lorsqu'on bâtit un édifice de plusieurs étages, les matériaux sont disposés selon un arrangement rigoureux, sans quoi le tout risque de s'écrouler. C'est la structure ordonnée du montage qui lui confère sa solidité. Il en va de même pour les particules dans un solide : elles sont alignées selon une structure précise. De plus, elles s'attirent les unes les autres de sorte qu'elles restent ensemble et bien en place, ce qui explique la forme définie du solide. Même les particules situées près de la surface sont fortement retenues et, pour cette raison, les contours du solide sont bien définis.



Remarque

La plupart des solides ont une structure cristalline, leurs particules étant organisées selon un motif tridimensionnel précis et qui se répète dans tout le solide. C'est le cas entre autres du sel de table qui forme des cristaux cubiques. D'autres solides, qu'on dit « amorphes », n'ont pas une structure cristalline bien organisée. Le verre en est un exemple. Cependant, les particules de ces solides sont suffisamment liées entre elles pour qu'ils conservent une forme définie.

Les solides sont incompressibles : on en déduit que les particules forment un assemblage compact et qu'on ne peut les tasser davantage en appliquant une pression. Ce raisonnement se tient si la distance entre les particules d'un solide est très faible.

Par ailleurs, l'attraction entre les particules et la faible distance qui les sépare limitent considérablement leurs mouvements. Aussi, les particules d'un solide peuvent vibrer un peu mais elles conservent leur position : elles ne peuvent généralement pas se déplacer d'un point à un autre dans le solide.

Les liquides

Les liquides sont incompressibles, ils prennent la forme de leur contenant et ils occupent un volume défini, leur volume demeurant le même quel que soit l'espace disponible. Puisqu'un liquide est incompressible, on en déduit que ses particules sont suffisamment proches les unes des autres pour qu'il soit impossible de les presser davantage. Tout comme dans un solide, la distance entre les particules d'un liquide est très faible.

Les particules d'un liquide s'attirent entre elles. Cette attraction permet au liquide de garder un volume constant, mais elle n'est pas assez forte pour maintenir les particules dans des positions fixes; elles peuvent se déplacer légèrement les unes par rapport aux autres. Les particules ne sont donc pas ordonnées comme dans un solide et le liquide n'a pas une forme définie.

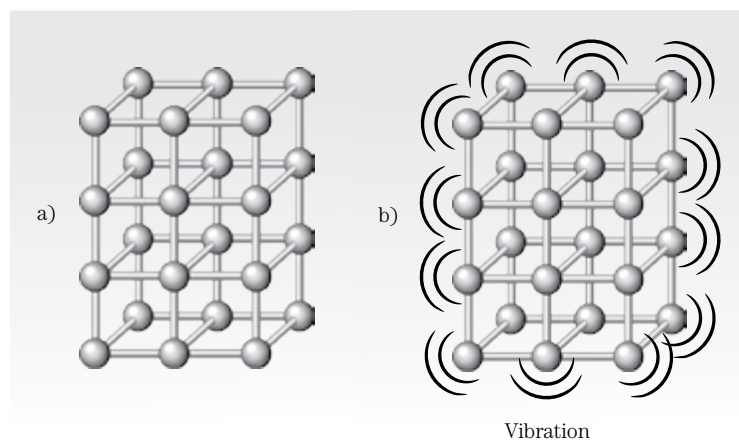


Figure 1.1 Le modèle de la phase solide. a) Les particules sont représentées par des billes. L'assemblage est ordonné et compact et l'attraction entre les particules confère une forme définie au solide. b) Les particules d'un solide vibrent, mais ne peuvent généralement pas se déplacer les unes par rapport aux autres.

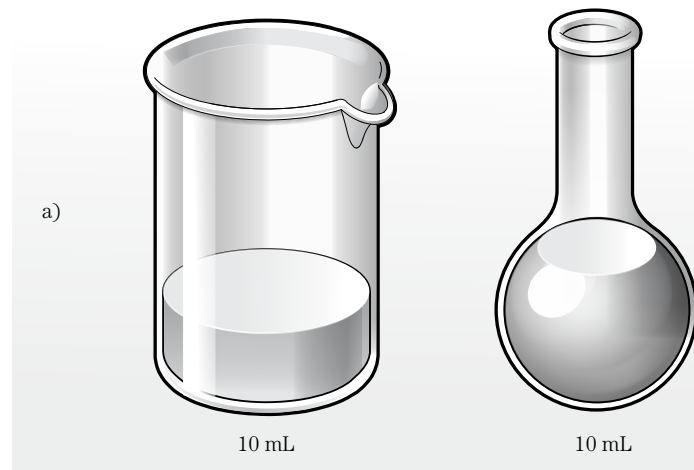


Figure 1.2 Le modèle de la phase liquide. a) Un liquide prend la forme de son contenant, tout en gardant un volume défini. Les particules d'un liquide sont proches les unes des autres, mais elles ne sont pas structurées et elles peuvent se déplacer dans un espace restreint. b) Les particules d'un liquide se déplacent par rotation, en tournant sur elles-mêmes.

Comment les particules d'un liquide s'adaptent-elles à différentes formes de contenants? Les particules tournent sur elles-mêmes et elles roulent en plus de vibrer; ce mouvement se nomme rotation.

Les gaz

Un gaz est compressible et expansible et il prend la forme de son contenant; c'est donc dire que les particules n'y sont pas structurées et que l'attraction entre celles-ci n'est pas assez forte pour leur donner une forme définie.

Les gaz étant compressibles, on en déduit que, lorsqu'on applique une pression, les particules se rapprochent les unes des autres. Donc, contrairement aux liquides et aux solides, les particules d'un gaz ne sont pas compactes entre elles et la distance qui les sépare est grande. De plus, un gaz est expansible, c'est-à-dire qu'il occupe tout l'espace disponible. On peut expliquer cette propriété si les particules s'éloignent les unes des autres lorsque l'espace disponible augmente. Dans ce cas, les particules d'un gaz ne s'attirent pas les unes les autres, ou alors très peu, car autrement elles resteraient ensemble. On dit que les forces d'attraction sont très faibles ou négligeables, ou encore que les particules d'un gaz sont indépendantes les unes des autres.

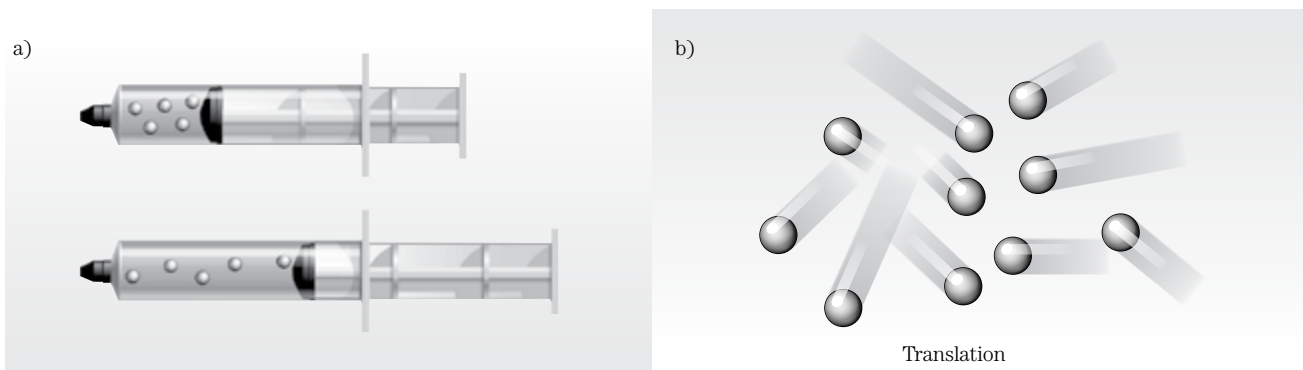


Figure 1.3 Le modèle de la phase gazeuse. a) Les particules d'un gaz se déplacent librement dans leur contenant et occupent tout l'espace mis à leur disposition. b) Les particules d'un gaz peuvent vibrer, tourner sur elles-mêmes et se déplacer d'un point à un autre : ce dernier mouvement se nomme translation et est illustré dans la figure.

Les particules étant indépendantes et très espacées, elles peuvent bouger librement dans leur contenant et en occuper toute la place. Tous les mouvements sont possibles pour les particules d'un gaz : elles peuvent vibrer, tourner sur elles-mêmes et se déplacer d'un point à un autre. Ce dernier mouvement, la translation, est le plus important chez les gaz. On verra à l'activité suivante que c'est par translation que les particules de gaz peuvent occuper tout l'espace mis à leur disposition.

TABLEAU 1.1 – LES MOUVEMENTS DANS LES PHASES DE LA MATIÈRE.

PHASE DE LA MATIÈRE	TYPES DE MOUVEMENT PRINCIPAUX
Solide	Vibration
Liquide	Vibration et rotation
Gazeuse	Vibration, rotation et translation

1.11) Qu'est-ce qui confère à un solide sa forme définie?

1.12) Pourquoi un liquide est-il incompressible? Que se passe-t-il à l'échelle microscopique pour qu'il en soit ainsi?

1.13) Expliquez pourquoi un gaz est expansible.



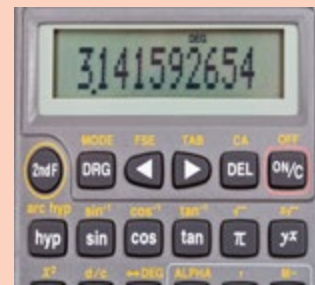
Le saviez-vous?

Des cristaux... liquides ?

Par définition, un cristal est un solide. N'est-il pas alors contradictoire de parler de cristaux liquides? Cet état de la matière existe bel et bien et est largement exploité dans différents dispositifs d'affichage à cause de ses propriétés uniques.

Un cristal liquide se comporte à grande échelle comme un liquide. Par contre, à l'échelle microscopique, il existe une certaine organisation des molécules, à l'image d'un cristal. Les molécules d'un cristal liquide, généralement longues ou ayant la forme de disques, ont tendance à s'aligner dans une même direction, quoique pas aussi parfaitement que dans un véritable cristal.

Ce qui rend les cristaux liquides intéressants d'un point de vue technologique, c'est qu'il est possible de renforcer l'alignement de leurs molécules, entre autres à l'aide d'un champ électrique ou magnétique. En modifiant la structure microscopique d'un cristal liquide, on en modifie par le fait même les propriétés optiques. Le cristal liquide peut alors devenir opaque ou transparent à certaines lumières, et ce, à volonté. On les utilise donc dans des assemblages relativement simples, comme l'affichage d'une calculatrice de poche, ou plus complexes comme les écrans de télévision à haute définition.



© vvoe/Shutterstock.com

La théorie cinétique des gaz

Jusqu'à maintenant, on a comparé les propriétés des trois phases ainsi que les modèles qui les représentent à l'échelle microscopique, c'est-à-dire à l'échelle des particules les constituant. Cependant, dans la suite du présent guide, on s'intéressera surtout aux gaz. Il convient donc de développer un modèle plus complet des gaz avant d'en étudier les comportements de façon plus approfondie.

Imaginez que vous venez de gonfler un ballon sphérique avec environ un litre d'hélium. Par rapport aux dimensions du ballon, les particules formant le gaz sont-elles très petites ou de dimension comparable ?

Les particules formant un gaz, que ce soit des molécules ou des atomes, sont très petites par rapport aux dimensions du ballon. Par exemple, l'atome d'hélium a un rayon d'environ 30 picomètres, c'est-à-dire 30×10^{-12} mètre. Le ballon a quant à lui un rayon d'approximativement 6 cm, soit 6×10^{-2} m.



Remarque

Pour exprimer des nombres très petits ou très grands, on utilise généralement la notation scientifique. Consultez l'annexe B du présent guide pour en savoir plus à ce sujet.

Comparativement aux dimensions des particules formant le gaz, la distance les séparant est-elle plus petite, semblable ou plus grande ?

Comme on l'a vu dans les pages précédentes, les particules d'un gaz sont éloignées les unes des autres.

Dans un gaz, les particules sont-elles fortement liées, faiblement liées ou indépendantes ?

Étant donné la grande distance qui les sépare, les particules d'un gaz sont indépendantes. Il n'existe aucune liaison intermoléculaire entre elles.

Lorsque les particules du gaz entrent en collision entre elles ou avec les parois du ballon, s'arrêtent-elles ou rebondissent-elles ?

Les particules du gaz, malgré qu'elles soient très petites et éloignées les unes des autres, entrent fréquemment en collision entre elles. Quand cela se produit, les particules rebondissent. Il en va de même lorsque les particules rencontrent les parois du ballon.

De quel facteur l'énergie cinétique des particules du gaz dépend-elle? Rappelons que l'énergie cinétique est l'énergie associée au mouvement.

L'énergie cinétique moyenne des particules d'un gaz dépend de sa température. Plus la température est élevée, plus les particules se déplacent rapidement et plus leur énergie est grande. Les particules d'un gaz sont donc constamment en mouvement.

Les questions précédentes et les réponses qu'on y a données mènent à la théorie cinétique des gaz.

La **théorie cinétique des gaz** est le modèle utilisé par les scientifiques pour décrire les comportements d'un gaz.

La théorie cinétique des gaz se résume en cinq points :

- Un gaz est constitué de particules (atomes ou molécules) et celles-ci sont si petites qu'on peut les confondre à des points sans dimension.
- De grandes distances séparent les particules.
- Les particules d'un gaz sont continuellement en mouvement. Lorsque des collisions surviennent, entre particules ou avec les parois du contenant, elles sont parfaitement élastiques. Cela signifie qu'aucune énergie n'est perdue lors d'une collision.
- Les particules sont indépendantes, aucune force ne s'exerce entre elles.
- L'énergie cinétique moyenne des particules est fonction de la température du gaz.

La théorie cinétique des gaz décrit ce qu'il est convenu d'appeler un gaz parfait. Elle considère que les particules sont aussi petites que des points, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas de volume, et qu'elles sont complètement indépendantes. Cette description correspond à une situation idéale, qui suffit à expliquer le comportement des gaz dans la majorité des cas. En ce sens, le modèle s'approche de la réalité sans lui correspondre tout à fait.

Un **gaz parfait** est un gaz qui se comporte selon le modèle de la théorie cinétique des gaz. Il est constitué de particules très petites en mouvement continu, séparées par de grandes distances et qui n'exercent aucune attraction les unes sur les autres.

Le modèle des gaz parfaits a toutefois des limites.

Nommez une situation où l'on ne pourrait pas appliquer le modèle des gaz parfaits et expliquez pourquoi.

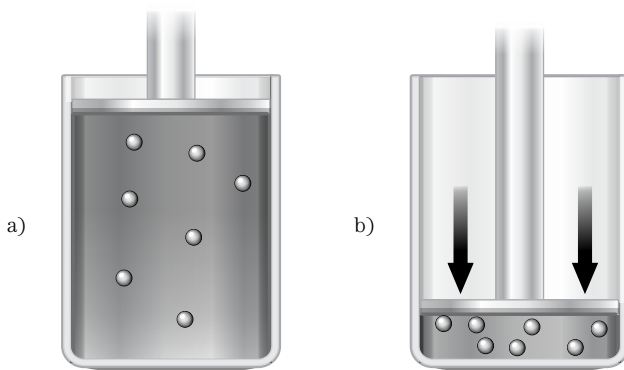


Figure 1.4 Un gaz parfait ou non ? a) Un gaz à faible pression.
b) Le même gaz, mais davantage comprimé cette fois-ci.

Un gaz fortement comprimé n'est pas « parfait ». Ses particules sont plus rapprochées et on ne peut plus les considérer comme des points sans volume en relation avec la distance qui les sépare. De plus, la distance réduite entre les particules fait en sorte que les forces d'attraction ou de répulsion, même si elles sont très faibles, ne sont plus négligeables. Le gaz comprimé ne se comporte alors plus tout à fait comme un gaz parfait : ses particules rapprochées commencent à agir un peu comme les particules d'un liquide. En fait, le gaz deviendrait même liquide si on le comprimait davantage. La figure ci-contre compare un gaz non comprimé et le même gaz lorsqu'il est comprimé.

Plus un gaz est comprimé, moins le gaz se comporte selon le modèle du gaz parfait, c'est-à-dire un gaz dont les particules sont entièrement indépendantes et libres de se déplacer. En résumé, on observe que plus les particules d'un gaz sont éloignées les unes des autres, plus elles sont indépendantes et plus le comportement du gaz tend vers celui du modèle des gaz parfaits décrit par la théorie cinétique. Au contraire, plus les gaz sont comprimés, plus la distance entre les particules est réduite et plus elles deviennent dépendantes.



Remarque

Bien que le modèle des gaz parfaits ait ses limites, il décrit bien la réalité dans la majorité des cas. Aussi, dans le présent guide, c'est ce modèle qui sera utilisé à moins d'indication contraire.



Le saviez-vous ?

Le plasma, une autre phase de la matière

En plus des solides, des liquides et des gaz, les scientifiques considèrent souvent une quatrième phase, celle des plasmas. Un plasma peut être obtenu en chauffant un gaz à très haute température (plus de 5 000 °C). À ces températures, l'énergie des particules est extrêmement élevée et les collisions deviennent si violentes que des électrons sont projetés hors des atomes et demeurent libres. Cette particularité des plasmas de séparer les électrons des noyaux permet des courants électriques très intenses. Les plasmas sont donc des gaz portés à haute température, très riches en ions et en électrons libres. Sous l'influence d'un champ électromagnétique, un plasma complètement ionisé se comportera comme deux « gaz » distincts de charges électriques opposées.

La plus grande partie de l'univers se compose de plasma. Ainsi, les étoiles comme le Soleil et même l'espace intersidéral se composent, en réalité, d'un plasma. Plus près de nous, les plasmas sont utilisés dans certains écrans à haute définition. Ces écrans sont constitués de plusieurs petites cellules contenant un gaz et dont la paroi est enduite d'une substance phosphorescente, les pixels. Lorsqu'une cellule est soumise à un courant électrique plus ou moins fort, le gaz qu'elle contient s'ionise, formant un plasma, et la substance phosphorescente devient lumineuse. Cette technologie a cependant été délaissée aux débuts des années 2010 par les fabricants au profit des écrans à diodes électroluminescentes (DEL), moins coûteux et plus durables.

Avant de poursuivre l'étude des comportements des gaz parfaits, il convient d'aborder les diverses applications possibles des gaz ainsi que la composition du plus important mélange de gaz de tous, l'atmosphère.

L'atmosphère

Les gaz sont présents dans la vie de tous les jours. Pensez à l'air que vous respirez : grâce à l'oxygène qu'il contient, votre organisme peut remplir ses différentes fonctions. L'air est le mélange gazeux qui compose l'atmosphère; il contient de l'azote, de l'oxygène, de la vapeur d'eau et plusieurs autres gaz en petites quantités.

L'atmosphère est la couche de gaz qui enveloppe la Terre. Elle est essentielle à la vie et notre existence dépend de ses propriétés chimiques. Les scientifiques la subdivisent essentiellement en quatre couches : la troposphère, la stratosphère, la mésosphère et la thermosphère. Il existe aussi des couches intermédiaires qui ne sont pas considérées ici.

De la troposphère à la thermosphère



© Adisorn Saovadee/Shutterstock.com

Ces nuages se forment dans la troposphère.

La couche inférieure de l'atmosphère, la plus voisine du sol, s'étend jusqu'à 12 km d'altitude et est appelée troposphère. Elle englobe toute la surface de la Terre, y compris le sommet des plus hautes montagnes. La troposphère contient plus de 80 % de la masse totale de l'atmosphère et elle renferme pratiquement toute l'eau qui s'y trouve sous forme de vapeur. La météorologie est conditionnée par les mouvements des molécules dans la troposphère et c'est dans cette couche que se forment la plupart des nuages. C'est aussi dans la troposphère que volent les avions de ligne.

La stratosphère, immédiatement au-dessus de la troposphère, s'étend de 12 à 50 km d'altitude et elle contient un peu moins de 20 % de la masse totale de l'atmosphère. L'air y est donc beaucoup plus raréfié que dans la troposphère. La stratosphère comprend la couche d'ozone ainsi que des particules provenant entre autres d'éruptions volcaniques. Ces poussières peuvent demeurer quelques années dans la stratosphère avant de retomber dans la troposphère, pour ensuite être amenées au sol par l'eau de pluie.



Le saviez-vous ?

La couche d'ozone

L'ozone est en fait du trioxygène (O_3), une molécule formée de trois atomes d'oxygène. La couche d'ozone se forme dans la stratosphère sous l'action du rayonnement solaire sur le dioxygène de l'atmosphère. À ces altitudes, il s'agit d'un composé vital puisque l'ozone stratosphérique absorbe environ 97 % des rayons ultraviolets pénétrant dans l'atmosphère.

Les rayons ultraviolets ont le pouvoir de provoquer des mutations génétiques et des cancers en endommageant l'ADN contenu dans toute cellule vivante. On remarque d'ailleurs une augmentation des cas de cancers de la peau dans les régions polaires où la couche d'ozone a été partiellement dégradée par des composés chlorés comme le chlorofluorocarbure (CFC), utilisé notamment comme réfrigérant dans les réfrigérateurs et climatiseurs. Sans la couche d'ozone, l'apparition de la vie à la surface de la Terre aurait été grandement compromise et n'aurait probablement été possible que dans les profondeurs des océans.

L'ozone peut aussi devenir un polluant lorsqu'il se forme dans la troposphère. Il s'agit d'un gaz très irritant pour les voies respiratoires des animaux et de l'humain, s'avérant même toxique à des concentrations plus élevées. L'ozone troposphérique peut aussi attaquer le feuillage des plantes plus fragiles, allant jusqu'à compromettre certaines cultures végétales.

Les deux dernières couches de l'atmosphère sont la mésosphère (de 50 à 80 km d'altitude) et la thermosphère (de 80 à environ 700 km d'altitude). La mésosphère est la couche de l'atmosphère où la plupart des météores brûleront en entrant en collision avec les molécules gazeuses, laissant une traînée lumineuse appelée « étoile filante ». La thermosphère est quant à elle très raréfiée. C'est dans cette couche que se trouve notamment la Station spatiale internationale. Il n'y a aucune trace de vapeur d'eau dans la thermosphère et, par conséquent, aucune activité météorologique. Au-delà de la thermosphère, c'est l'espace interstellaire.



Le saviez-vous ?

Les aurores polaires

L'ionosphère s'étend à partir d'une altitude d'environ 50 km jusqu'à l'extrême limite de l'atmosphère terrestre. Elle englobe donc la mésosphère et la thermosphère. Cette couche de l'atmosphère contient des ions et des électrons libres dont la présence est due à l'action des radiations solaires sur les molécules d'air. Les aurores polaires (boréales au nord, australes au sud) se produisent dans cette partie de l'atmosphère, résultant de l'interaction entre les particules très énergétiques du vent solaire avec les gaz ionisés de l'ionosphère.



© SurangaSL/Shutterstock.com

Les aurores polaires se forment dans l'ionosphère.

En somme, l'atmosphère tout entière forme une couche protectrice qui maintient la vie sur la Terre de bien des façons. À basse altitude, elle fournit l'oxygène nécessaire à la respiration et permet la formation de nuages qui apportent l'eau sur les continents. À haute altitude, elle sert de bouclier contre les radiations dangereuses provenant de l'espace et contre les météores de faibles dimensions. L'atmosphère a aussi pour rôle de réguler la température à la surface de la planète en évitant les écarts extrêmes de température entre le jour et la nuit.

La composition de l'atmosphère

La composition de l'atmosphère est assez homogène dans les 50 premiers kilomètres. L'air contient donc les mêmes gaz, dans les mêmes proportions, dans la troposphère et la stratosphère, mais il se fait plus rare, c'est-à-dire moins dense, à mesure que l'on monte. Le tableau suivant donne le détail de la composition de l'atmosphère.

TABLEAU 1.1 – LA COMPOSITION DE L'ATMOSPHÈRE AU NIVEAU DE LA MER (AIR SEC).

COMPOSANT	POURCENTAGE EN VOLUME (%)
Diazote (N ₂)	78,08
Dioxygène (O ₂)	20,95
Argon (Ar)	0,93
Dioxyde de carbone (CO ₂)	0,04
Néon (Ne), hélium (He), méthane (CH ₄), krypton (Kr), dihydrogène (H ₂), oxydes d'azote (NO _x), xénon (Xe), monoxyde de carbone (CO)	Traces

Le diazote est de loin le gaz le plus abondant dans l'atmosphère. Avec le dioxygène, ces deux gaz représentent plus de 99 % de l'air. Le mélange contient également des gaz nobles, du gaz carbonique (CO₂) et quelques autres gaz. Remarquez que l'eau ne figure pas au tableau; en effet, le pourcentage d'humidité varie d'un jour à l'autre et selon l'endroit. C'est pourquoi on parle de la composition de l'air sec et on ne tient pas compte de l'eau dans l'évaluation des pourcentages.

Des gaz variés

Les gaz, aussi ténus soient-ils, ont maintes applications. L'utilisation de gaz pour des besoins domestiques, commerciaux ou industriels a engendré une industrie colossale. D'ailleurs, la préparation des gaz et leur utilisation représente la plus grande partie de l'industrie chimique nord-américaine. Les gaz sont employés dans plusieurs domaines tels l'alimentation, l'éclairage, la médecine, l'énergie, les transports, la construction, l'environnement et d'autres encore.

1.14 Nommez deux gaz et mentionnez une application qu'on fait de chacun.

Domaine médical

Les gaz revêtent une importance capitale dans les hôpitaux. On y utilise surtout l'air comprimé et l'oxygène pour venir en aide aux personnes qui ont des difficultés respiratoires. Dans la salle d'opération, on utilise des mélanges gazeux pour anesthésier les patients.

Jusqu'au milieu du 19^e siècle, pour supprimer la douleur, les chirurgiens devaient se contenter de substances naturelles telles que l'alcool et l'opium, dont les effets étaient incomplets et de courte durée. C'est à partir de 1840 qu'ont été mises au point les premières véritables méthodes d'anesthésie. La première utilisation de l'éther pour endormir un patient remonte à 1846; il fallait lui extraire une dent! Peu de temps après, les propriétés anesthésiantes du chloroforme (CHCl_3) et de l'oxyde de diazote (N_2O), un gaz souvent appelé « protoxyde d'azote », ont été découvertes.

De nos jours, lors d'interventions nécessitant une anesthésie générale, les anesthésiques sont administrés par injection ou par inhalation. Lors de l'utilisation d'anesthésiques gazeux, le masque respiratoire ou l'intubation sont nécessaires pour acheminer les gaz jusqu'aux poumons. Les anesthésiques gazeux sont principalement employés pour induire et entretenir la perte de conscience. Dans les poumons, les produits anesthésiants traversent la double paroi poumon-veine de la même façon que l'oxygène dans le processus de respiration. La concentration des gaz qui se retrouvent dans le sang est fonction de leur solubilité. Les gaz anesthésiants sont ainsi transportés vers les organes sous forme dissoute. Ils pénètrent enfin les tissus et induisent la perte de conscience en agissant sur le cerveau. Lorsque l'inhalation d'anesthésiques est arrêtée, la concentration diminue peu à peu à la fois dans les tissus et dans le sang. L'élimination se fait essentiellement par les poumons : les gaz y sont expulsés lors de l'expiration, tout comme le CO_2 dans le processus normal de la respiration.



© wavebreakmedia/Shutterstock.com

L'oxygène et le protoxyde d'azote sont fréquemment utilisés lors d'interventions nécessitant une anesthésie générale, mais aussi en chirurgie dentaire et en réanimation, pour les premiers soins aux blessés sur les lieux d'un accident, pour le transport des blessés, des malades coronariens ou des grands brûlés. Le protoxyde d'azote est parfois appelé « gaz hilarant » en raison de l'euphorie provoquée par son inhalation.

Le protoxyde d'azote est 20 fois plus soluble que l'oxygène dans le sang; il franchit donc plus rapidement la double paroi poumon-veine et passe dans l'ensemble des tissus. À faible concentration, le N_2O entraîne une analgésie; l'intensité augmente avec la concentration dans le mélange inhalé. À des concentrations moyennes et élevées, le N_2O induit la somnolence.

Outre le protoxyde d'azote, des liquides volatils sont utilisés comme gaz anesthésiants. Ces anesthésiques sont liquides, mais s'évaporent facilement, ce qui permet de les administrer par voie respiratoire. L'éther et le chloroforme (une substance cancérigène) ne sont plus utilisés comme anesthésique.

Domaine alimentaire

Un défi de taille dans le domaine agroalimentaire est la conservation des aliments, qu'ils soient frais ou transformés, afin qu'ils restent propres à la consommation sur une période de temps plus ou moins longue. Parmi les méthodes de conservation largement répandues se trouvent la congélation et la mise en conserve. Cependant, ces deux procédés modifient la texture, le goût et la valeur nutritionnelle des aliments.

Afin de préserver toutes les qualités d'un aliment tout en prolongeant sa durée de conservation, les emballages sont souvent remplis d'un mélange gazeux appelé « atmosphère modifiée » ou « atmosphère protectrice ». Le choix des gaz dépend de l'aliment à emballer.

Pour préserver la couleur de la viande rouge, un mélange gazeux très riche en oxygène sera injecté dans l'emballage. Pour d'autres aliments, comme le pain ou le fromage, on désire plutôt empêcher la prolifération de micro-organismes aérobies, qui ont besoin d'oxygène pour se développer. Dans ces cas, le gaz utilisé dans l'emballage peut être du dioxyde de carbone, de l'azote ou un mélange des deux.



© Svetlana Foote/Shutterstock.com

Ces délicates laitues sont un parfait exemple de denrées alimentaires dont la conservation peut être prolongée par l'utilisation d'une atmosphère modifiée.

En ce qui concerne l'emballage des fruits et légumes, il faut tenir compte de la nature encore « vivante » des produits. Puisque les cellules des végétaux continuent à respirer, elles ont besoin d'oxygène et produisent du dioxyde de carbone, même après leur cueillette. Il convient donc d'utiliser un emballage perméable conçu spécifiquement pour maintenir une concentration adéquate d'oxygène et de CO_2 afin d'éviter la dégradation et l'oxydation du produit, tout en empêchant la prolifération d'organismes anaérobies qui peuvent donner une odeur et un goût peu ragoûtant aux aliments. Par exemple, l'atmosphère idéale pour de la salade mélangée en sac contiendrait 5 % d'oxygène, 15 % de dioxyde de carbone et 80 % d'azote; ce mélange gazeux permettrait

de pratiquement doubler la durée de conservation du produit.

Domaine énergétique

Plusieurs gaz servent de combustibles dans divers usages; parmi eux, le gaz naturel et le propane. Depuis très longtemps, on brûle du gaz naturel un peu partout sur la planète. On raconte qu'au milieu du 18^e siècle, des explorateurs qui campaient près des chutes du Niagara utilisaient des fuites de gaz naturel du sol pour faire bouillir leur eau afin de préparer le thé.

Le gaz naturel, essentiellement constitué de méthane (CH_4), est généralement associé à un gisement de pétrole; il résulte du même processus de transformation qui a mis des millions d'années à former le pétrole et les autres combustibles fossiles. Il n'y a pas si longtemps, lorsqu'on découvrait un gisement de pétrole, on brûlait sur place le gaz naturel, alors considéré comme une nuisance; on n'avait pas encore vu son potentiel d'utilisation et la rentabilité de son exploitation; aujourd'hui, c'est une richesse naturelle.

Le gaz naturel vendu au Canada ou exporté sur le marché américain provient surtout des gisements de l'Ouest canadien. Le gaz naturel offre l'avantage de l'utilisation immédiate; contrairement au pétrole, il n'a pas à subir de raffinage avant d'être utilisé. Ainsi, le gaz naturel extrait dans l'Ouest du pays est acheminé directement aux consommateurs par l'entremise de gigantesques gazoducs. Une fois au Québec, le gaz est distribué dans un réseau dont les ramifications rejoignent la plupart des régions.

Le propane (C_3H_8), est quant à lui un sous-produit du traitement du gaz naturel et du raffinement du pétrole. Il est largement utilisé pour les appareils portatifs de cuisson au gaz, pour l'alimentation de véhicules et pour le chauffage. Contrairement au gaz naturel, le propane n'est pas transporté dans des gazoducs. Il est plutôt transporté et entreposé sous forme liquide dans des citernes pressurisées; 1 litre de propane liquide contient autant d'énergie que 270 litres de propane gazeux à pression atmosphérique normale.



© 1125089601/Shutterstock.com

Des gaz réactifs

Parce que les particules constituant un gaz sont considérées comme indépendantes par la théorie cinétique des gaz, on pourrait être porté à croire que les gaz ne sont pas réactifs. Il en est tout autrement. On dit que les particules d'un gaz sont indépendantes parce qu'elles ne sont pas liées. Cependant, lorsque des collisions se produisent entre les particules de deux gaz différents, ou entre les particules d'un gaz et des surfaces solides ou liquides, des réactions chimiques peuvent se produire, les atomes se réarrangeant pour former de nouvelles molécules.

L'utilisation qu'on fait des gaz dépend notamment de leur réactivité chimique. On ne fera pas le même usage de l'hydrogène, explosif, que de l'hélium, inerte; malgré qu'on ait utilisé d'abord l'hydrogène dans les ballons dirigeables étant donné sa faible masse. Il s'en est d'ailleurs suivi des accidents tragiques, comme celui de l'Hindenburg en 1937, jusqu'à ce qu'on découvre l'hélium, un gaz à la fois léger et nullement réactif, mais beaucoup plus rare.



© Associated Press/Domaine public

La **réactivité chimique** d'une substance est sa tendance à réagir avec d'autres substances afin de produire de nouveaux composés.



Rappel

Les éléments du tableau périodique forment des groupes (colonnes verticales), ou familles, aux propriétés chimiques semblables. Les alcalino-terreux (groupe 2) et les éléments de la famille de l'oxygène (groupe 16) sont assez réactifs, alors que les alcalins (groupe 1, à l'exception de l'hydrogène) et les halogènes (groupe 17) le sont encore plus. Quant à eux, les gaz nobles (groupe 18) sont d'une très grande stabilité chimique, ne réagissant que très rarement.

1 IA																		18 VIIIA
1 H	2 IIA												13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	2 He
3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo	
			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

Alcalins
 Alcalino-terreux
 Halogènes
 Gaz nobles

La réactivité chimique des éléments dépend de leur configuration électronique, soit la distribution des électrons sur leurs couches électroniques. Afin d'atteindre un état plus stable, les éléments tendent à se combiner entre eux de manière à ce que leur dernière couche électronique comporte le maximum d'électrons permis. Pour ce faire, les atomes vont capturer, céder ou partager un ou plusieurs électrons avec d'autres atomes.



Rappel

La configuration électronique d'un atome est la répartition de ses électrons entre les couches électroniques. La position d'un élément dans le tableau périodique permet de déterminer sa configuration.

1. Le numéro atomique d'un élément indique le nombre total d'électrons.
2. Le numéro de la famille (les colonnes du tableau) donne le nombre d'électrons de la couche périphérique d'un élément. Cette règle ne s'applique pas à l'hélium qui ne possède que 2 électrons sur sa couche périphérique alors qu'il se trouve dans la famille 8.
3. Le numéro de la période (les lignes du tableau) donne le nombre de couches électroniques d'un élément.

Les alcalins tendent à former des composés en cédant l'unique électron de leur dernière couche électronique, alors que les halogènes cherchent à « acquérir » l'électron qui leur permettra d'obtenir une dernière couche électronique saturée. Les éléments de ces deux groupes sont par conséquent très réactifs. Il est d'ailleurs rare de trouver ceux-ci à l'état gazeux sous forme monoatomique dans la nature. Les gaz nobles, possédant déjà une dernière couche électronique saturée, préfèrent le *statu quo* et sont par le fait même très peu réactifs.

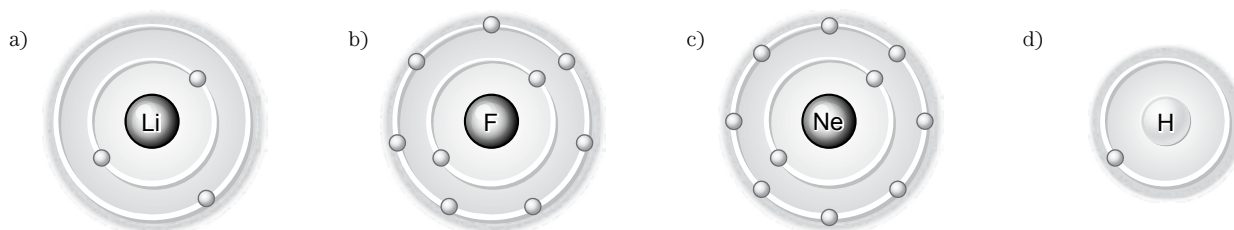


Figure 1.5 La réactivité des éléments dépend de leur configuration électronique. a) Le lithium, possédant un seul électron sur sa dernière couche électronique, tend à le céder afin d'obtenir une unique couche électronique saturée par deux électrons. b) Le fluor possède sept électrons sur sa deuxième couche électronique. Il cherche donc à acquérir un électron supplémentaire pour que sa dernière couche électronique soit saturée. c) La dernière couche électronique du néon comporte huit électrons, elle est donc saturée. Ce gaz est à toute fin inerte. d) L'hydrogène, avec son unique électron, peut avoir le comportement chimique du lithium ou du fluor. Il pourra facilement céder son unique électron, ou en acquérir un pour compléter sa couche électronique.

Pour les gaz formés de molécules, la réactivité chimique dépendra du nombre et de la force des liaisons entre les atomes. Le fluorure d'hydrogène (HF) est un gaz à une température supérieure à 20 °C. Sa molécule comporte une seule liaison ionique, cette liaison étant relativement facile à briser puisque l'atome d'hydrogène cède complètement son électron à l'atome de fluor. Le fluorure d'hydrogène est donc un gaz très réactif et corrosif.

Le dichlore (Cl_2) est composé de deux atomes de chlore réunis par une seule liaison covalente, alors que le dioxygène (O_2) comporte deux liaisons covalentes. Par conséquent, le dichlore est plus réactif que le dioxygène, puisqu'il est plus facile de défaire son unique liaison. La liaison covalente résulte du partage d'un ou de plusieurs électrons entre les atomes constituant une molécule. C'est pourquoi ce type de liaison est plus difficile à briser qu'une liaison ionique.

Dans le dioxyde de carbone (CO_2), on a une double liaison covalente entre l'atome de carbone et chacun des atomes d'oxygène; ces liaisons sont encore plus difficiles à briser puisqu'elles sont au nombre de quatre au sein d'une même molécule. Le dioxyde de carbone est donc moins réactif que le dioxygène.



Figure 1.6 La réactivité des gaz moléculaires dépend entre autres de la force des liaisons dans leurs molécules. a) La liaison ionique du fluorure d'hydrogène est faible. Ce gaz est très réactif. b) L'unique liaison covalente du dichlore est assez facile à briser. Ce gaz est assez réactif. c) La molécule de dioxygène comporte une double liaison covalente. Ce gaz est donc moins réactif que le dichlore. d) La molécule de dioxyde de carbone comporte un total de quatre liaisons covalentes. Ce gaz est peu réactif.

On utilise parfois la réactivité de certains gaz afin de les reconnaître. Il s'agit là d'une de leurs propriétés chimiques caractéristiques.

1.15 À l'aide d'un trait, associez à chacun des trois gaz nommés ci-dessous la réaction qui permet de l'identifier.

GAZ	RÉACTION
Dihydrogène (H_2) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Brouille l'eau de chaux.
Dioxyde de carbone (CO_2) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ravive un tison éteint.
Dioxygène (O_2) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Explose en présence d'une flamme.

On étudiera des réactions chimiques impliquant entre autres des gaz plus loin dans le présent guide.

Exercices de l'activité 1.2

1.16) Quels sont le ou les principaux mouvements possibles à l'échelle des particules :

a) dans les solides? _____

b) dans les liquides? _____

c) dans les gaz? _____

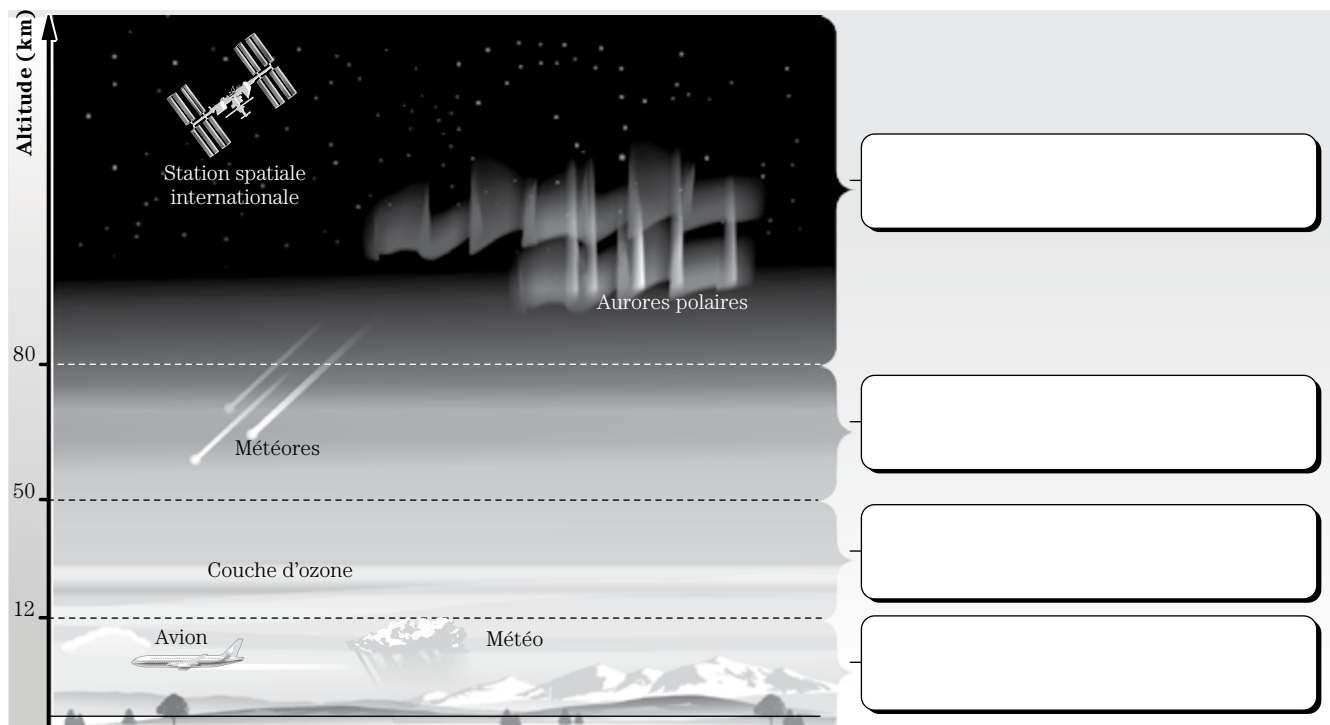
1.17) Qu'entend-on par « gaz parfait »?

1.18) Parmi les énoncés suivants, indiquez lequel ou lesquels ne correspondent pas à la théorie cinétique des gaz.

- a) Un gaz est constitué de particules et celles-ci sont si petites qu'on peut les confondre à des points sans dimension.
- b) Des distances relativement petites séparent les particules dans un gaz.
- c) Les particules d'un gaz sont pratiquement immobiles et lorsque des collisions surviennent, elles sont inélastiques.
- d) Les particules sont indépendantes, aucune force ne s'exerce entre elles.
- e) L'énergie cinétique moyenne des particules est fonction de la pression du gaz.

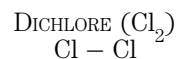
1.19) Expliquez pourquoi le dioxyde de carbone et le diazote sont souvent utilisés à l'intérieur des emballages de produits alimentaires.

1.20) Complétez le schéma suivant, représentant les différentes couches de l'atmosphère.



1.21) Nommez deux gaz utilisés dans le domaine énergétique.

1.22) Entre le diazote et le dichlore, dont la structure moléculaire est illustrée ci-dessous, quel est le gaz le plus réactif. Expliquez pourquoi.



Retour sur l'activité 1.2

Dans la présente activité, vous avez déduit, à partir des propriétés macroscopiques des gaz, quelques-unes de leurs caractéristiques microscopiques. Cela vous a amené à la théorie cinétique des gaz et à la définition de ce qu'est un gaz parfait. Vous mettrez à profit ces nouveaux acquis dans la prochaine activité, qui vous amènera à comprendre le fonctionnement d'un diffuseur de parfum.

Vous avez aussi étudié la structure et la composition de l'atmosphère, en plus de découvrir de nombreuses applications des gaz. Vous avez vu que l'usage qu'on fait d'un gaz dépend entre autres de sa réactivité chimique.



Activité 1.3 Au parfum



But

- Mettre en application la théorie cinétique des gaz afin d'expliquer la diffusion d'un parfum dans l'air.

Amateur d'aromathérapie, une annonce publicitaire à la télévision attire votre attention. On y vante les mérites d'un tout nouveau diffuseur de parfum d'ambiance. L'annonceur, de sa voix tonitruante, lance ceci : « Notre diffuseur de parfum d'ambiance est le seul qui vous permettra de profiter de ce suave parfum dans toute une pièce grâce à son unique ventilateur ultra silencieux. Un diffuseur sans ventilateur ne diffuse rien! » Cette affirmation vous laisse perplexe.



© designelements/Shutterstock.com



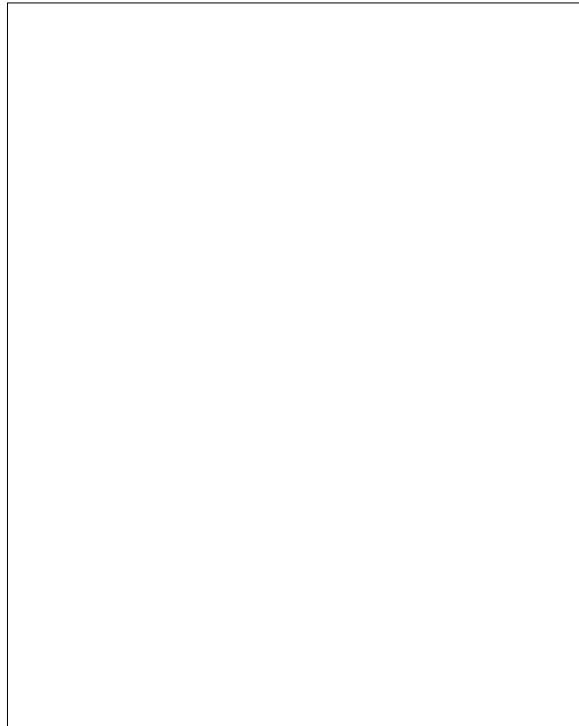
Votre tâche

- Vous devrez expliquer, en vous appuyant sur des faits scientifiques, en quoi l'affirmation faite dans la publicité du diffuseur de parfum est vraie ou fausse.

La diffusion d'un parfum

Un parfum est une substance qui est émise dans l'air sous forme de molécules. Afin qu'on perçoive les odeurs, les molécules odorantes doivent atteindre les récepteurs olfactifs qui tapissent les parois de la cavité nasale. Les molécules doivent donc être transportées dans l'air de leur source à notre nez.

1.23) À partir de la théorie cinétique des gaz vue à l'activité précédente, expliquez comment une molécule odorante peut quitter sa source pour traverser une pièce et illustrez son parcours à l'échelle microscopique.



La diffusion est le phénomène par lequel un gaz se répand dans tout le volume disponible, que ce volume soit vide ou qu'il contienne une autre substance. Cela est rendu possible par les mouvements de translation des molécules de gaz et les collisions entre elles.



Le saviez-vous?

L'odeur du propane

Le propane, un gaz utilisé pour le chauffage et la cuisson, est inodore à l'état naturel. Afin qu'on puisse facilement détecter une fuite de propane, ce gaz doit être traité pour y ajouter de l'éthanthiol (l'ancienne appellation étant « éthylmercaptan »). Ce composé soufré possède une odeur caractéristique d'œuf pourri, une odeur désagréable et facilement reconnaissable.

L'opinion du consommateur

- 1.24 Écrivez une courte lettre s'adressant au service des communications de l'entreprise vendant le diffuseur de parfum d'ambiance. Vous devez y expliquer, en vous appuyant sur des faits scientifiques, en quoi l'affirmation faite dans la publicité de leur produit est vraie ou fausse.

Retour sur l'activité 1.3

En mettant en application la théorie cinétique des gaz, vous avez pu expliquer le principe de diffusion d'un parfum dans l'air. Les comportements macroscopiques des gaz parfaits, qui seront abordés dans les trois prochaines séquences d'apprentissage, en découlent aussi directement.

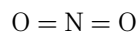
Exercices d'intégration

1.25) Expliquez pourquoi un gaz est compressible, mais pas un liquide.

1.26) Expliquez pourquoi un gaz n'a pas une forme définie comme un solide.

1.27) Sous quelle condition un gaz pourrait-il ne plus se comporter comme un gaz parfait ?

1.28) Parmi les trois gaz suivants, dites lequel est le plus réactif et expliquez pourquoi : dioxyde d'azote (NO_2), bromure d'hydrogène (HBr) et hélium (He).



1.29) Expliquez pourquoi la diffusion d'un gaz dans un liquide se fait beaucoup plus lentement que la diffusion d'un gaz dans un autre gaz.



Résumé des nouveaux savoirs

Activité 1.1 – Gaz, liquides et solides

Un **fluide** est une substance déformable, qui ne possède pas une forme définie. Les gaz et les liquides sont des fluides.

Un **fluide compressible** est un fluide dont le volume diminue lorsque la pression à laquelle il est soumis augmente.

Un **fluide expansible** est un fluide dont le volume augmente lorsque l'espace disponible s'agrandit. Il ne possède donc pas un volume défini.

Un **gaz** est un fluide compressible et expansible, qui ne possède ni forme, ni volume défini. Il correspond à l'une des trois principales phases de la matière.

Activité 1.2 – Qu'est-ce qu'un gaz parfait?

Les solides ont une forme définie, ils occupent un volume déterminé et ils sont incompressibles. Les particules dans un solide sont alignées selon un ordre précis et dans un assemblage compact. De plus, elles s'attirent les unes les autres de sorte qu'elles restent ensemble et bien en place. Les particules d'un solide vibrent mais elles ne peuvent se déplacer d'un point à un autre dans le solide.

Les liquides sont incompressibles, ils prennent la forme de leur contenant et ils occupent un volume défini, leur volume demeurant le même quel que soit l'espace disponible. La distance entre les particules d'un liquide est très faible et elles ne sont pas ordonnées. En plus de vibrer, les particules d'un liquide tournent sur elles-mêmes; ce mouvement se nomme rotation.

Un gaz est compressible et expansible et il prend la forme de son contenant. Les particules n'y sont pas ordonnées et l'attraction entre celles-ci n'est pas assez forte pour lui donner une forme définie. Les particules d'un gaz ne sont pas compactes et la distance qui les sépare est relativement grande. Les forces d'attraction entre les particules sont très faibles ou négligeables. Tous les mouvements sont possibles pour les particules d'un gaz : elles peuvent vibrer, tourner sur elles-mêmes et se déplacer d'un point à un autre. Ce dernier mouvement, la translation, est le plus important chez les gaz.



La **théorie cinétique des gaz** est le modèle utilisé par les scientifiques pour décrire les comportements d'un gaz. Elle se résume en cinq points :

- Un gaz est constitué de particules (atomes ou molécules) et celles-ci sont si petites qu'on peut les confondre à des points sans dimension.
- De grandes distances séparent les particules.
- Les particules d'un gaz sont continuellement en mouvement. Lorsque des collisions surviennent, avec d'autres particules ou avec les parois du contenant, elles sont parfaitement élastiques. Cela signifie qu'aucune énergie n'est perdue lors d'une collision.
- Les particules sont indépendantes, aucune force ne s'exerce entre elles.
- L'énergie cinétique moyenne des particules est fonction de la température du gaz.

Un **gaz parfait** est un gaz qui se comporte selon le modèle de la théorie cinétique des gaz. Il est constitué de particules très petites en mouvement continu, séparées par de grandes distances et qui n'exercent aucune attraction les unes sur les autres.

L'atmosphère est la couche de gaz qui enveloppe la Terre. On la subdivise essentiellement en quatre couches : la troposphère, la stratosphère, la mésosphère et la thermosphère. Le diazote (N_2) est de loin le gaz le plus abondant dans l'atmosphère (78,08 % en volume). Avec le dioxygène (O_2 , 20,95 % en volume), ces deux gaz représentent plus de 99 % de l'air. Le mélange contient également des gaz nobles, du gaz carbonique (CO_2) et quelques autres gaz.

Les gaz ont des applications dans divers domaines : médecine, alimentation et énergie, entre autres.

L'utilisation qu'on fait des gaz dépend notamment de leur réactivité chimique. La **réactivité chimique** d'une substance est sa tendance à réagir avec d'autres substances afin de produire de nouveaux composés.

La réactivité chimique des éléments dépend de leur configuration électronique. Les gaz halogènes sont très réactifs alors que les gaz nobles ne le sont pas du tout. Pour les gaz formés de molécules, leur réactivité chimique dépendra du nombre et de la force des liaisons entre les atomes. La liaison ionique est plus facile à briser qu'une liaison covalente; et une liaison simple est plus facile à briser qu'une liaison double.

Activité 1.3 – Au parfum

La **diffusion** est le phénomène par lequel un gaz se répand dans tout le volume disponible, que ce volume soit vide ou qu'il contienne une autre substance. Cela est rendu possible par les mouvements de translation des molécules de gaz et les collisions entre elles.