

développement d'êtres vivants et la putréfaction de toutes les substances qui ne la décomposent pas.

110. Analyse. — On prend un poids déterminé d'eau oxygénée; on l'étend d'un poids d'eau connu, et on met le tout dans un petit ballon de verre (fig. 83), fermé par un bouchon traversé par un tube à dégagement qui vient aboutir dans le haut d'une éprouvette contenant de l'air et placée sur la cuve à mercure. On chauffe à l'aide d'une petite lampe; l'eau oxygénée se décompose en eau qui reste dans le ballon, et en oxygène qui va augmenter le volume du gaz contenu dans l'éprouvette. Cette augmentation de volume permet de conclure le poids de l'oxygène dégagé; on a celui de l'eau en pesant de nouveau le ballon. On reconnaît ainsi qu'il y a autant d'oxygène dégagé qu'il en reste dans l'eau provenant de la décomposition.

La formule de l'eau oxygénée est donc HO^2 .

111. Productions de petites quantités d'eau oxygénée. — L'eau oxygénée ne se produit pas seulement dans l'action des acides sur le bioxyde de baryum; il s'en forme également de petites quantités dans la décomposition de l'eau par la pile, et M. Schœnbein en a reconnu la formation dans toutes les oxydations lentes au contact de l'air.

Ainsi, lorsqu'on agite une lame de plomb amalgamée dans un flacon contenant de l'air et quelques centimètres cubes d'eau acidulée par de l'acide sulfurique, on trouve que l'eau contient, au bout d'un quart d'heure, une quantité sensible d'eau oxygénée. De même, si l'on abandonne un peu d'éther dans un flacon avec une petite quantité d'eau, l'éther s'acétifie, et cette acétification est accompagnée de la production d'eau oxygénée.

112. Réactifs de l'eau oxygénée. — Pour reconnaître de très petites quantités d'eau oxygénée, il faut des réactifs très sensibles :

1° Quelques gouttes d'une dissolution d'acide chromique contenant 1/100 de cet acide, versées dans une liqueur contenant des traces d'eau oxygénée, prennent une coloration bleue, due à la formation d'acide perchromique (Barreswil) ou plutôt d'un composé d'acide chromique et d'eau oxygénée CrO^5 , HO^2 (M. Moissan). Quand cette coloration est faible, on agite le liquide avec un peu d'éther qui, rassemblant le produit coloré, prend une belle couleur bleue.

2° Une dissolution d'iode de potassium, additionnée d'empois d'amidon et d'un peu de sulfate de protoxyde de fer, se colore en bleu dans une liqueur qui contient un millionième d'eau oxygénée; le bioxyde d'hydrogène, oxydant le potassium, met en liberté l'iode en présence du sulfate de protoxyde de fer.

3° Une dissolution de permanganate de potasse, acidulée par l'acide sulfurique, se décolore au contact de petites quantités d'eau oxygénée.

113. Applications. — L'eau oxygénée sert, dans les laboratoires, à la préparation des bioxydes de calcium et de strontium. Dans l'industrie, on peut, comme l'a proposé Thenard, l'utiliser à la restauration des vieux tableaux noircis peu à peu par l'acide sulfhydrique : le carbonate de plomb blanc, qui était passé à l'état de sulfure noir, se change au contact de l'eau oxygénée en sulfate qui est blanc comme la céruse primitivement employée.

On emploie industriellement de grandes quantités d'eau oxygénée pour blanchir la soie sauvage, pour blanchir les plumes d'autruche, dont le blanc naturel, légèrement plombé, n'est pas assez vif. On l'emploie pour changer la teinte des cheveux : les cheveux bruns deviennent roux ou d'un blond ardent.

CHAPITRE III

COMPOSÉS OXYGÉNÉS DE L'AZOTE. — AMMONIAQUE

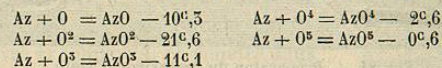
114. Composition. — L'azote forme avec l'oxygène six composés dans lesquels nous trouvons à la fois une vérification de la loi des rapports simples ou loi des proportions multiples, et des lois de Gay-Lussac, ou lois des volumes. En effet :

Le protoxyde d'azote . . .	AzO	est formé de	14 gr. d'azote pour	8 gr. d'oxygène.
L'acide hypoazoteux . . .	AzO^2	—	14	— 12
Le bioxyde d'azote . . .	AzO^2	—	14	— 16
L'acide azoteux	AzO^3	—	14	— 24
L'acide hypoazotique . . .	AzO^4	—	14	— 32
L'acide azotique	AzO^5	—	14	— 40
L'acide perazotique . . .	AzO^6	—	14	— 48

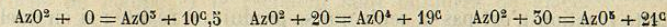
En examinant la composition en volumes, on trouve que :

2 vol. d'azote, en se combinant avec	1 vol. d'oxygène, donnent	2 vol. de protoxyde.
—	—	vol. inconnu.
—	—	3 vol. de bioxyde.
—	—	vol. de vapeur inc.
—	—	4 vol. de AzO^4 .
—	—	vol. de vapeur inc.
—	—	4 vol. de AzO^6 .

Tous ces composés sont formés avec absorption de chaleur :



Le bioxyde d'azote est celui de tous ces composés qui s'est formé avec la plus grande absorption de chaleur, aussi on pourra obtenir les composés plus oxygénés : acide azoteux, acide hypoazotique et acide azotique par combinaison directe du bioxyde d'azote avec un, deux ou trois équivalents d'oxygène, ces combinaisons se faisant toutes avec dégagement de chaleur ;



L'acide hypoazoteux, connu seulement à l'état dissous, est également formé avec absorption de chaleur : $\text{Az}^2 + \text{O}^5 + \text{eau} = \text{Az}^2\text{O}^5$ dissous : — $38^{\circ},6$.

115. Propriétés générales. — Tous les composés de l'azote sont décomposables par la chaleur; le plus stable est l'acide hypoazotique, qui ne se décompose qu'au rouge. C'est ce qui explique pourquoi l'on trouve de l'acide hypoazotique dans les produits de la décomposition, à température peu élevée, des autres composés oxygénés de l'azote. Les corps combustibles décomposent tous les composés oxygénés de l'azote soit à la température ordinaire, soit à une température élevée. L'hydrogène, en les décomposant à l'aide de la chaleur, produit de

l'eau et de l'azote; en présence de la mousse de platine, il forme de l'eau et de l'ammoniaque.

PROTOXYDE D'AZOTE.

Équivalent $AzO = 22$. — 2 vol. Poids atomique $Az^2O = 44$.

Ce gaz a été découvert, en 1776, par Priestley, qui l'obtenait en laissant séjourner du bioxyde d'azote avec de la limaille de fer humide.

116. Préparation. — On l'obtient en chauffant entre 250° et 250° de l'azotate d'ammoniaque (50 gr. environ) dans une cornue de verre, de 100° environ de capacité (fig. 84), munie d'un tube de dégagement.

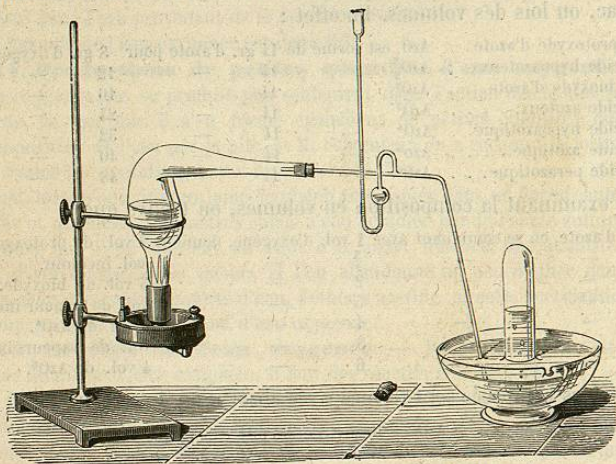
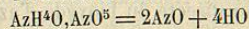


Fig. 84. — Préparation du protoxyde d'azote.

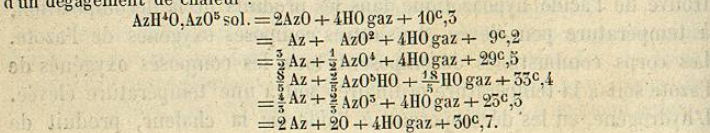
Le sel fond vers 152° , puis se décompose, au-dessus de 210° , en eau et protoxyde d'azote (8 litres environ); il y a dégagement de $10^c,3$. Si le sel est pur, il ne doit rien rester dans la cornue :



Une partie du sel se dissocie en acide azotique et ammoniaque, qui se recombinaient dans le col de la cornue où le sel reformé se dépose.

Cette réaction n'est pas la seule qui se produit en réalité : si en quelques points la température dépasse 250° , il se forme de l'azote, du bioxyde d'azote, de l'acide hypoazotique et de l'acide azotique. Au-dessus de 500° , la réaction devient explosive, et peut amener la rupture de l'appareil¹.

1. On peut avoir les modes de décomposition suivants qui sont tous accompagnés d'un dégagement de chaleur :



Le gaz obtenu n'est pas pur; on le fera passer successivement dans une dissolution de potasse qui retiendra les acides, puis dans du sulfate de protoxyde de fer qui absorbera le bioxyde d'azote.

L'azotate d'ammoniaque projeté dans une capsule de platine au rouge se décompose avec flamme; de là son nom de *nitrum flammans*.

117. Propriétés physiques. — Le protoxyde d'azote est un gaz incolore, inodore et d'une saveur sucrée. Sa densité est 1,527; 1 litre de ce gaz pèse donc $1^r,293 \times 1,527 = 1^r,975$.

1 litre d'eau à 0° en dissout $1^m,305$; à 15° il n'en dissout que $0^m,778$. L'alcool absolu à 0° en dissout 4 fois son volume.

LIQUÉFACTION DU PROTOXYDE D'AZOTE. — Faraday l'a liquéfié, en 1825, sous la double influence d'une température très basse et d'une forte pression. Comprimé à 0° dans l'éprouvette T de l'appareil Cailletet (fig. 85), il se liquéfie sous une pression de 50 atmosphères; la densité du liquide à 0° est 0,957.

Pour obtenir industriellement le protoxyde d'azote liquide, on le fait arriver bien sec, par la tubulure T, dans le corps de pompe A (fig. 86). Le gaz, refoulé par le piston P, ouvre la soupape L et pénètre dans le récipient M en fer forgé, doublé intérieurement de cuivre. La partie inférieure du corps de pompe est entourée d'un manchon dans lequel circule de l'eau froide, destinée à absorber la chaleur produite par le frottement du piston. La partie supérieure du corps de pompe et le récipient sont entourés de glace.

Quand on a liquéfié 300 ou 400 gr. de protoxyde d'azote, on enlève le récipient, on le renverse, et, pour faire écouler le liquide, il suffit de dévisser légèrement le bouchon conique Y; le liquide s'échappe par le tube X; on le reçoit dans des tubes en verre mince (fig. 87), fixés à l'aide d'un bouchon dans le goulot d'un flacon contenant de la ponce imprégnée d'acide sulfurique. Sans cette précaution, l'humidité de l'air se condenserait sur le tube, et empêcherait d'en voir l'intérieur. Le liquide incolore, ainsi obtenu, s'évapore lentement à la pression ordinaire, en produisant un froid très intense: du mercure, versé dans ce tube, tombe au fond du liquide et s'y solidifie, tandis qu'un petit charbon allumé y surnage et brûle avec éclat (fig. 87). En mettant dans le

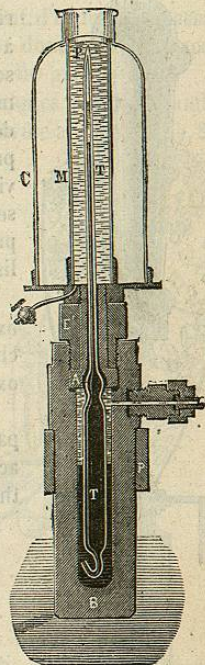


Fig. 85. — Liquéfaction en petit du protoxyde d'azote.

drotoxyde d'azote liquide sous la pression ordinaire des tubes contenant de l'acide sulhydrique, de l'acide sulfureux, de l'ammoniaque ou de l'acide carbonique liquéfiés, on constate qu'ils se solidifient en quelques minutes. Le protoxyde d'azote bout à -87° sous la pression atmosphérique; sa tension est de $5^{\text{mm}},1$ à -62° , de $8^{\text{mm}},7$ à -40° et de 50^{mm} à 0° . Il se solidifie à -100° sous forme de neige, quand on l'évapore rapidement dans une capsule (*fig. 88*) sous le récipient de la machine pneumatique. Si, au milieu du protoxyde d'azote liquide, qui se solidifie dans le vide, on a préalablement placé un tube fermé à ses deux extrémités, et contenant également du protoxyde d'azote liquide, ce dernier cristallise.

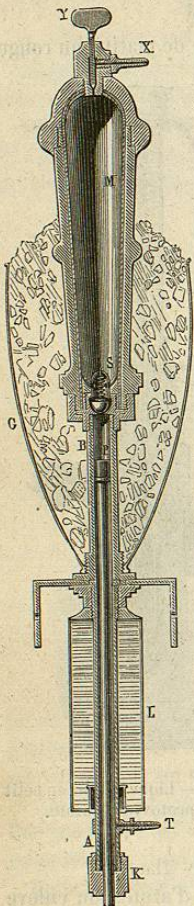


Fig. 86. — Liquéfaction industrielle du protoxyde d'azote.

118. Propriétés chimiques. — Le protoxyde d'azote étant formé avec absorption de chaleur, se décompose au rouge en azote et oxygène en dégageant $10^{\text{c}},5$: $AzO = Az + O$.

Les étincelles électriques le décomposent, partie en azote et oxygène, partie en azote et acide hypoazotique en dégageant $58^{\text{c}},6$. (M. Berthelot) : $4AzO = 3Az + AzO^{\text{a}}$.

Le protoxyde ne se combine avec l'oxygène ni

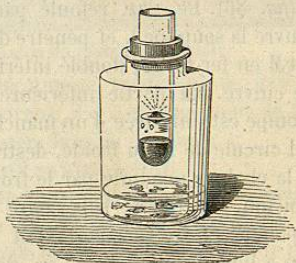


Fig. 87. — Protoxyde d'azote liquide avec mercure solidifié et charbon incandescent.

à froid, ni au rouge sombre. Il n'oxyde à froid aucun corps oxydable. Les corps combustibles le décomposent au rouge, et s'emparant de son oxygène, mettent l'azote en liberté. Pour qu'un corps puisse brûler dans ce gaz, il faut que sa température soit assez élevée pour décomposer le protoxyde d'azote; il y brûle alors mieux que dans l'air, parce que le volume de l'oxygène est moitié de celui de l'azote, et parce que la décomposition du protoxyde d'azote dégage de la chaleur qui vient

s'ajouter à la chaleur dégagée par l'oxydation du corps combustible.

Volumes égaux de protoxyde d'azote et d'hydrogène forment un mélange qui détone à l'approche d'une bougie ou par le passage d'une étincelle électrique, en donnant de la vapeur d'eau et de l'azote avec dégagement de $59^{\text{c}},4$: $AzO + H = Az + HO$.

Un courant de protoxyde d'azote et un courant d'hydrogène passant sur la mousse de platine légèrement chauffée, donnent de la vapeur d'eau et de l'ammoniaque : $AzO + 4H = AzH^{\text{s}} + HO$ gaz : $+ 51^{\text{c}},6$

Une bougie ou une allumette présentant quelques points incandescents se rallume dans le protoxyde d'azote et y brûle avec éclat (*fig. 89*).

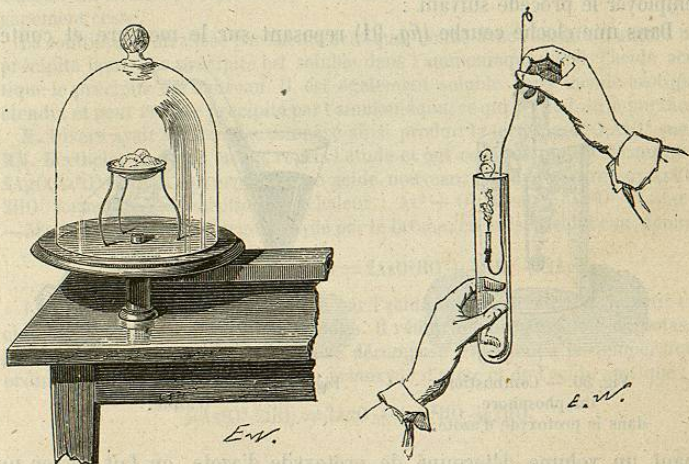


Fig. 88. — Solidification du protoxyde d'azote.

Fig. 89. — Bougie se rallumant dans le protoxyde d'azote.

On peut produire dans ce gaz la combustion du *charbon* $4AzO + 2C = C^{\text{a}}O^{\text{a}} + 4Az$: $+ (97^{\text{c}} + 41^{\text{c}},2)$ et celle du *phosphore* préalablement allumés (*fig. 90*) : $5AzO + Ph = PhO^{\text{s}} + 5Az$: $+ (181^{\text{c}},9 + 51^{\text{c}},5)$.

Quant à celle du *soufre*, elle ne réussit que si ce corps est bien enflammé et fortement chauffé $4AzO + S^{\text{s}} = S^{\text{s}}O^{\text{a}} + 4Az$: $+ (69^{\text{c}},2 + 41^{\text{c}},2)$ le soufre, mal allumé, ne produit pas une température assez élevée pour décomposer le protoxyde d'azote.

Remarque. — Les premières expériences que nous venons de citer permettraient de confondre le protoxyde d'azote avec l'oxygène; mais la dernière montre déjà que la confusion n'est possible qu'à *haute température*. A la *température ordinaire*, le protoxyde d'azote n'est pas décomposé par les corps oxydables; ainsi, le bioxyde d'azote, qui se transforme en acide hypoazotique au contact de l'oxygène ou de l'air, ne s'oxyde

pas dans le protoxyde d'azote; cette réaction permet de distinguer l'oxygène du protoxyde d'azote.

Le protoxyde d'azote, n'entretenant pas les combustions lentes, ne peut pas entretenir la respiration; H. Davy a constaté, en 1800, que, lorsqu'on le respire, il produit l'insensibilité, comme l'éther et le chloroforme. Il occasionne, chez certaines personnes, une sensation d'ivresse qui justifie le nom de gaz hilarant que lui donnait Davy. Ce gaz est très dangereux à respirer lorsqu'il se trouve mêlé à de petites quantités de bioxyde d'azote ou d'acide hypoazotique : aussi ne doit-on l'employer comme anesthésique que lorsqu'il est absolument pur.

119. Analyse. — Pour faire l'analyse du protoxyde d'azote, on peut employer le procédé suivant :

Dans une cloche courbe (fig. 91) reposant sur le mercure et conte-

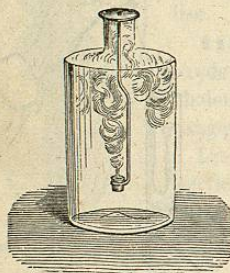


Fig. 90. — Combustion du phosphore dans le protoxyde d'azote.

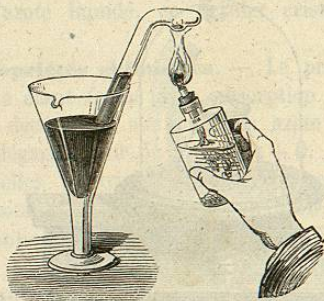


Fig. 91. — Analyse du protoxyde d'azote.

nant un volume déterminé de protoxyde d'azote, on fait passer un fragment de sulfure de baryum. En chauffant ce corps à l'aide d'une lampe à alcool, on détermine la décomposition du gaz; l'oxygène entre en combinaison et l'azote est mis en liberté. On constate, après le refroidissement, que le volume de l'azote est égal au volume du protoxyde employé. La considération des densités permet d'achever l'analyse :

Si de la densité du protoxyde d'azote.	1,527
On retranche la densité de l'azote.	0,972
Il reste la demi-densité de l'oxygène.	0,555

Donc, un volume de protoxyde d'azote est formé d'un volume d'azote et d'un demi-volume d'oxygène, condensés en un volume.

120. Applications. — Le protoxyde d'azote gazeux peut être employé pur et sous la pression atmosphérique, comme anesthésique, par les dentistes, lorsqu'un *docteur en médecine* a constaté, par l'examen des organes de la respiration et de la circulation, qu'il n'y a pas de contre-indication à l'anesthésie.

l'embriaguez

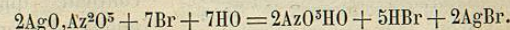
A l'état liquide, il produit un froid plus intense que l'acide carbonique solide. Un mélange de protoxyde d'azote liquide, d'acide carbonique solide et d'éther, abaisse dans le vide, la température à -110° et amène l'alcool à la consistance sirupeuse. Mélangé avec du sulfure de carbone et exposé dans le vide, il produit un froid de -140° .

ACIDE HYPOAZOTEUX. $Az^2O^3, 2HO$.

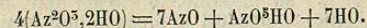
120 bis. L'acide hypoazoteux a été découvert en 1871, par M. Divers. Pour le préparer, on dissout 40^{gr} d'azotite de potasse dans 120^{gr} d'eau, et on ajoute peu à peu par portions de 5^{gr} un amalgame formé en dissolvant 25^{gr} de sodium dans 50 fois ce poids de mercure (700^{gr} environ). Il se dégage du bioxyde d'azote. On continue à ajouter de l'amalgame de sodium jusqu'à ce que ce dégagement cesse.

La solution, neutralisée par l'acide acétique, donne avec l'azotate d'argent un précipité jaune. Ce précipité est soluble dans l'ammoniaque, d'où l'acide acétique le précipite de nouveau. Il est également soluble dans l'acide azotique étendu, et peut en être précipité par l'ammoniaque, ce qui permet de le purifier.

M. Divers avait attribué au composé ainsi produit la formule AgO, AzO ; mais MM. Berthelot et Ogier en ont repris l'étude et ont constaté que sa formule est $2AgO, Az^2O^3$ et qu'il correspond à un acide nouveau, l'acide hypoazoteux $Az^2O^3, 2HO$ formé avec absorption de chaleur : $Az^2 + O^3 + eau = Az^2O^3$ dissous : $-38^{\circ},6$. L'hypoazotite d'argent oxydé par le brome, en présence de l'eau, donne :



L'hypoazotite d'argent, décomposé par l'acide sulfurique étendu, fournit l'acide hypoazoteux en dissolution étendue. Il réduit le permanganate de potasse et décolore la dissolution d'iode. Il se décompose lentement à la température ordinaire; à l'ébullition il donne du protoxyde d'azote et de l'acide azotique :



BIOXYDE D'AZOTE.

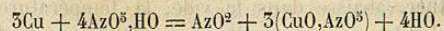
Équivalent $AzO^2 = 50$. — 4 vol. Poids atomique $AzO = 50$.

Le bioxyde d'azote a été découvert, en 1772, par Hales.

On l'obtient en désoxydant partiellement l'acide azotique soit au moyen de métaux (cuivre ou mercure), soit au moyen d'oxydes suroxydables.

121. Préparation. — 1^{er} PROCÉDÉ. On fait réagir à froid le cuivre sur l'acide azotique très étendu. L'appareil que l'on emploie se compose d'un flacon d'un demi-litre (fig. 92) à deux tubulures, dans lequel on introduit de la tournure de cuivre (60 gr. environ) et 150 gr. d'eau; on ferme ensuite le goulot avec un bouchon traversé par un tube muni d'un entonnoir. La tubulure latérale porte un tube abducteur qui se rend sur la cuve à eau. On verse alors par l'entonnoir peu à peu 100 gr. d'acide azotique ordinaire; la réaction commence : le cuivre, s'oxydant aux dépens de l'acide azotique, en amène une partie à l'état de bioxyde d'azote; l'oxyde de cuivre formé s'unit à l'acide non

décomposé, pour former de l'azotate d'oxyde de cuivre : ce sel reste en dissolution dans l'eau qu'il colore en bleu :



Remarque. — Les premières bulles de bioxyde qui se produisent, se transforment en acide hypoazotique aux dépens de l'oxygène de l'air

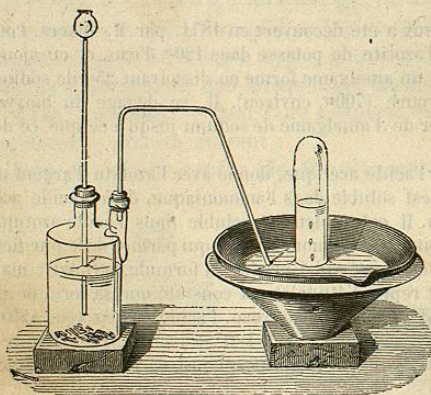
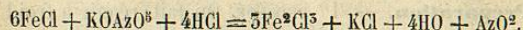


Fig. 92. — Préparation du bioxyde d'azote par l'acide azotique et le cuivre.

contenu dans le flacon. Cet acide se dissout; il en résulte un vide, et la pression extérieure fait monter le liquide dans le tube abducteur en même temps qu'elle l'abaisse dans le tube de sûreté; l'air rentre par ce tube, amenant de l'oxygène qui s'unit à du bioxyde pour former de nouvelles quantités d'acide hypoazotique; mais cet air contient quatre fois moins d'oxygène que d'azote, de sorte que bientôt le flacon finit par être plein de ce dernier gaz. A partir de ce moment, les vapeurs rutilantes cessent de se produire et le dégagement commence.

Le flacon dans lequel se produit le bioxyde doit être maintenu froid; on peut difficilement, même dans ces conditions, éviter une réduction plus avancée de l'acide azotique, qui donne du protoxyde d'azote et de l'azote. — En remplaçant le cuivre par le mercure, on évite mieux le protoxyde d'azote et l'azote.

2° PROCÉDÉ. On peut encore obtenir du bioxyde d'azote en chauffant légèrement une dissolution concentrée de protochlorure de fer et d'acide chlorhydrique avec de l'azotate de potasse solide :



3° PROCÉDÉ. M. Berthelot obtient le bioxyde d'azote pur en faisant arriver peu à peu, par un tube à entonnoir, de l'acide azotique dans une solution bouillante de sulfate de protoxyde de fer (fig. 93). L'acide azotique est réduit, et le sulfate de protoxyde de fer passe à l'état de sulfate de sesquioxyde de fer.

Le bioxyde d'azote est absorbé par les dissolutions des sels de protoxyde de fer, qui se colorent ainsi en brun en donnant : $2(2\text{FeO}, \text{S}^2\text{O}^6) + \text{AzO}^2$ (M. Péligot) ou $5(2\text{FeO}, \text{S}^2\text{O}^6) + 2\text{AzO}^2$ (M. Gay) suivant la tempé-

rature. De là un procédé pour reconnaître si le bioxyde d'azote est pur. Sous l'influence de la chaleur la combinaison abandonne le bioxyde pur.

122. Propriétés physiques. — Le bioxyde d'azote est un gaz incolore; on ne peut connaître ni sa saveur ni son odeur, parce qu'à la

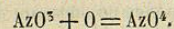
température ordinaire, il se transforme, au contact de l'air, en acide hypoazotique. Sa densité est 1,059; par suite, 1 litre de bioxyde d'azote pèse $1^{\text{er}}, 295 \times 1,059 = 1^{\text{er}}, 545$.

Il est très peu soluble dans l'eau, qui n'en dissout guère que 1/29 de son volume. Il a été liquéfié à -11° , sous la pression de 104 atmosphères, par M. Cailletet. Le liquide bout à -154° sous la pression atmosphérique. M. Olszewski l'a solidifié à -167° , sous 158^{mm} .

123. Propriétés chimiques. — Le bioxyde

d'azote est décomposable par la chaleur; il donne, au rouge sombre, de l'azote, du protoxyde d'azote et (par l'action de l'oxygène, devenu libre, sur le bioxyde non encore décomposé) de l'acide azoteux et de l'acide hypoazotique; au rouge vif, il se dédouble complètement en azote et en oxygène¹. Sous l'influence de la détonation d'une petite cartouche de fulminate de mercure, le bioxyde d'azote se décompose instantanément, avec explosion, en azote et en oxygène libres (M. Berthelot). Les décharges électriques le décomposent de même : d'abord en azote, protoxyde d'azote avec production d'acide azoteux et d'acide hypoazotique; puis, si les décharges électriques continuent pendant 18 heures, on ne trouve plus que de l'azote et de l'acide hypoazotique. Cette propriété permet de reconnaître la présence de traces de bioxyde d'azote dans un mélange.

En présence d'un excès d'oxygène, l'acide hypoazotique est le seul produit final de la réaction de l'oxygène sur le bioxyde d'azote sec à la température ordinaire (Gay-Lussac, Dulong, Péligot), mais en réalité il s'est d'abord produit de l'acide azoteux qui, en présence d'un excès d'oxygène, en a immédiatement absorbé un équivalent pour passer à l'état d'acide hypoazotique en dégageant $8^{\text{c}}, 5$.



1. $\text{AzO}^2 + \text{O} = \text{AzO}^3 : + 10^{\text{c}}, 5$ $\text{AzO}^2 + 2\text{O} = \text{AzO}^4 : + 19^{\text{c}}$ $\text{AzO}^2 = \text{Az} + 2\text{O} : 21^{\text{c}}, 6$

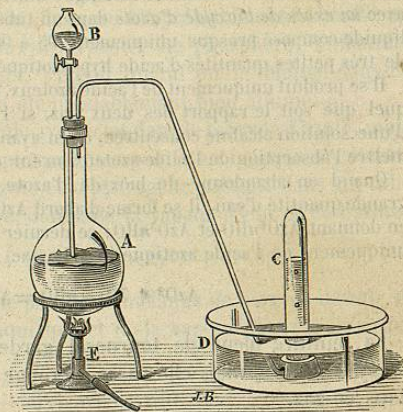
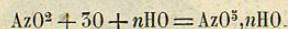


Fig. 93. — Préparation du bioxyde d'azote par l'acide azotique et le sulfate de fer.

Si le bioxyde d'azote est au contraire en excès, on a en même temps de l'acide azoteux qui ne peut subsister qu'en présence de produits qu'il donne en se décomposant; et l'on a un mélange de AzO^2 , AzO^3 et AzO^4 , mélange complexe et variable avec les circonstances, et qui constitue ce qu'on appelle *vapeurs nitreuses*¹. La température influe beaucoup sur les proportions dans lesquelles ces trois gaz existent dans le mélange; ainsi, si l'on fait arriver de l'oxygène avec un excès de bioxyde d'azote dans un tube refroidi à -40° , il se forme un liquide composé presque uniquement (95 à 98 pour 100) d'acide azoteux, avec de très petites quantités d'acide hypoazotique (Fritsche).

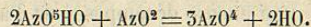
Il se produit uniquement de l'acide azoteux, même à la température ordinaire, quel que soit le rapport des deux gaz, si l'on opère le mélange en présence d'une solution alcaline concentrée, et en ayant soin d'agiter de manière à permettre l'absorption de l'acide azoteux au fur et à mesure de sa production.

Quand on abandonne du bioxyde d'azote avec un excès d'oxygène et une grande quantité d'eau, il se forme d'abord AzO^3 , puis AzO^4 , qui réagit sur l'eau en donnant AzO^3nHO et AzO^4nHO ; ce dernier s'oxyde, de sorte qu'on a à la fin uniquement de l'acide azotique (Gay-Lussac):



La teinture bleue de tournesol garde sa couleur au contact du bioxyde d'azote, mais elle passe au rouge dès qu'on fait arriver de l'air dans ce gaz.

Le bioxyde d'azote agit quelquefois comme réducteur; ainsi, lorsqu'on fait passer un courant de bioxyde d'azote dans les flacons de l'appareil de Wouff, contenant de l'acide azotique à des degrés différents de concentration, il y a dissolution du gaz, qui décomposant une partie de l'acide nitrique, forme de l'acide hypoazotique:



Ce dernier se dissout dans l'acide azotique concentré en le colorant en brun ou en jaune: il se décompose au contact de l'acide étendu, en donnant de l'acide azoteux de couleur bleue; de là les colorations suivantes: L'acide azotique de densité 1,51 prend une coloration brune; l'acide de densité 1,41 se colore en jaune; celui de densité 1,52 se colore en vert bleuâtre; enfin, celui de densité 1,15 reste incolore.

Le bioxyde d'azote agit le plus souvent comme oxydant.

Il est ramené à l'état de protoxyde par la limaille de fer humide ou par l'acide sulfhydrique, mais la réaction est très lente.

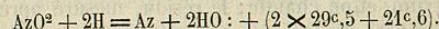
Les combustibles enflammés, portés à une température élevée, brûlent dans ce gaz avec plus d'éclat que dans l'air, parce qu'il contient la moitié de son volume d'oxygène, et parce que sa décomposition est accompagnée du dégagement de 21c,6 qui vient s'ajouter à la chaleur

1. On obtient les vapeurs nitreuses en décomposant dans une cornue l'acide azotique par l'amidon ou par l'acide arsénieux. Les proportions des composés AzO^2 , AzO^3 et AzO^4 dépendent de la densité de l'acide azotique employé. Avec l'acide azotique de densité 1,50 on obtient surtout de l'acide azoteux.

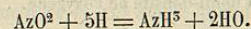
dégagée par l'oxydation du corps combustible. Mais il faut, pour que cette combustion s'opère, une température plus élevée que lorsqu'il s'agit du protoxyde, car le bioxyde d'azote, donnant en se décomposant de l'acide hypoazotique, la température doit être assez élevée pour opérer la décomposition de AzO^4 , plus stable que AzO et que AzO^2 . Le soufre a besoin d'être porté à l'ébullition, dans un têt préalablement chauffé au rouge, pour brûler dans le bioxyde d'azote. Le phosphore, enflammé seulement par quelques points, s'éteint quand on le plonge dans ce gaz; il y brûle avec éclat s'il a été préalablement bien allumé.

Le charbon, bien allumé, brûle avec éclat dans le bioxyde d'azote, mais une allumette ne présentant que quelques points en ignition s'y éteint.

Un mélange de bioxyde d'azote et d'hydrogène passant dans un tube de porcelaine, chauffé au rouge, donne de la vapeur d'eau et de l'azote:



En présence de la mousse de platine le mélange de bioxyde d'azote et d'hydrogène donne de l'ammoniaque et de la vapeur d'eau, avec dégagement $12c,2 + 2 \times 29c,5 + 21c,6$:



Pour faire l'expérience, on place l'un à côté de l'autre (fig. 94) un appareil à hydrogène, et un appareil à bioxyde d'azote; les gaz viennent

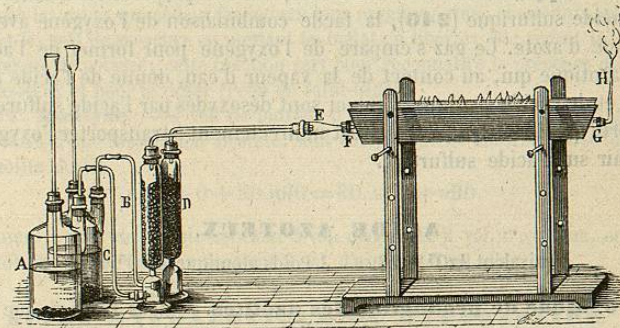


Fig. 94. — Production de gaz ammoniac par l'action de l'hydrogène sur le bioxyde d'azote en présence de la mousse de platine.

passer ensemble sur de la mousse de platine légèrement chauffée; la réaction se produit, et il se dégage, par l'extrémité du tube, de l'ammoniaque, ainsi qu'on peut le constater en approchant un papier de tournesol rouge: il bleuit immédiatement.

Le mélange de bioxyde d'azote et d'hydrogène ne s'enflamme ni sous l'influence de l'étincelle électrique, ni sous l'influence d'un corps en