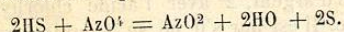


On donne quelquefois les noms d'*acide hyponitrique*, de *vapeurs nitreuses* ou de *vapeurs rutilantes*, à l'acide hypoazotique.

Propriétés. — Cet acide est liquide à la température ordinaire; sa couleur varie avec la température ambiante : jaunâtre à 0°, il est jaune rougeâtre à 15°, et rouge brun à 20°. Il cristallise à — 9° en prismes transparents, et entre en ébullition, d'après M. Péligot, à 22°; sa densité est 1,451. Il répand à l'air des vapeurs rutilantes (c'est-à-dire d'un brun rouge), dont la tension est considérable. La densité de sa vapeur est représentée par le nombre 1,70. Il tache la peau en jaune et la désorganise; il n'est décomposé qu'à la température rouge.

L'acide hypoazotique doit être considéré comme un oxydant énergique : il détermine rapidement l'oxydation du soufre et du phosphore.

Il n'exerce pas d'action sur les acides chlorhydrique, bromhydrique. Il agit sur l'acide sulfhydrique en donnant de l'eau, du deutoxyde d'azote et un dépôt de soufre :



L'acide iodhydrique est aussi décomposé par l'acide hypoazotique.

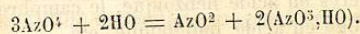
L'acide hypoazotique se combine avec l'acide sulfurique, et donne naissance à un composé cristallin (acide azotosulfurique).

L'acide azotique peut dissoudre l'acide hypoazotique et prendre des teintes qui varient avec sa densité. Cette dissolution contient d'autant plus d'acide hypoazotique que l'acide azotique est plus concentré.

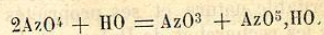
L'acide azotique d'une densité de	1,510	se colore en brun;
—	1,410	— en jaune;
—	1,320	— en vert bleuâtre;
—	1,150	reste incolore.

En versant peu à peu de très-petites quantités d'eau dans l'acide azotique à 1,510 de densité coloré en brun par l'acide hypoazotique, on rend la liqueur successivement jaune, verte ou incolore; et réciproquement, en ajoutant à une liqueur verte de l'acide sulfurique qui la concentre, on la rend jaune ou brune.

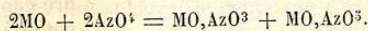
L'eau décompose l'acide hypoazotique; lorsqu'elle est en excès, on obtient du deutoxyde d'azote, qui se dégage, et de l'acide azotique :



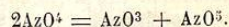
Si l'eau n'est ajoutée qu'en très-petite quantité et froide, on obtient deux couches liquides superposées : celle du fond est bleue, c'est de l'acide azoteux; la couche supérieure est sensiblement incolore, elle est constituée par de l'acide azotique :



L'acide hypoazotique, mis en présence des bases, se comporte de même; il se dédouble, et donne naissance à un mélange d'azotite et d'azotate; ce n'est donc pas un acide distinct :



On peut considérer l'acide hypoazotique comme un acide double formé par la combinaison de l'acide azotique et de l'acide azoteux :



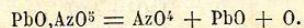
Analyse. — On détermine la composition de l'acide hypoazotique en faisant passer cet acide sur du cuivre chauffé au rouge; il se forme de l'oxyde de cuivre que l'on peut peser, et de l'azote dont on mesure facilement le volume; on trouve ainsi pour la composition en centièmes de l'acide hypoazotique :

Azote.....	30,44
Oxygène.....	69,56
	100,00

Si, à la densité de l'oxygène 1,10563, on ajoute la demi-densité de l'azote 0,48565, la somme 1,59128 s'approche beaucoup de la densité de l'acide hypoazotique donnée par l'expérience; 1 volume de cet acide contient donc 1 volume d'oxygène et 1/2 volume d'azote.

L'équivalent de l'acide hypoazotique, qui correspond à 4 volumes, est donc formé de 4 volumes d'oxygène et de 2 volumes d'azote; par suite sa formule est AzO^4 .

Préparation. — On prépare ordinairement dans les laboratoires l'acide hypoazotique en chauffant jusqu'au rouge l'azotate de plomb, qui se décompose alors en oxygène, en oxyde de plomb et en acide hypoazotique :



On commence par dessécher complètement l'azotate de plomb, qui retient toujours de l'eau interposée entre ses cristaux.

On introduit ce sel dans une cornue de verre lutée ou de grès qui communique avec un récipient de verre entouré d'un mélange réfrigérant : c'est dans le récipient que l'acide sec ondense sous la forme d'un liquide jaune (fig. 43).

Mais, suivant les observations de M. Péligot, quelque soin qu'on prenne, il est presque impossible de dessécher complètement l'azotate de plomb; aussi l'acide hypoazotique obtenu par cette méthode reste-t-il toujours liquide, et ne peut-il jamais

crystalliser à une température de -9° comme l'acide anhydre.

Pour obtenir l'acide hypoazotique entièrement pur, M. Péligot propose de faire rendre dans un récipient entouré d'un mélange réfrigérant de l'oxygène et du deutoxyde d'azote, des-séchés complètement au moyen de tubes contenant des fragments de potasse et de l'acide phosphorique anhydre.

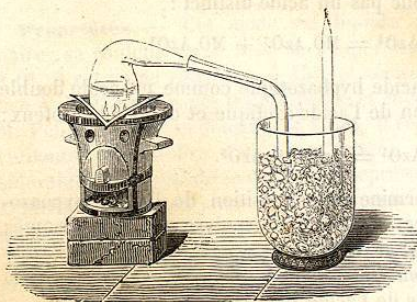


Fig. 42.

On voit alors se déposer dans le récipient des prismes transparents d'acide hypoazotique, qui disparaissent aussitôt qu'il arrive des traces d'humidité dans l'appareil.

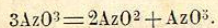
Acide azoteux. AzO^3 .

Équivalent = 38.

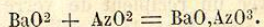
Cet acide existe en combinaison avec les bases; sa composition a été établie nettement par Gay-Lussac; mais jusqu'à présent l'acide azoteux n'a pas été obtenu pur à l'état de liberté. On ne le connaît que mélangé avec d'autres composés nitreux.

Ce composé peut être cependant préparé dans un état de pureté assez grand en faisant arriver dans un tube refroidi à -40° un mélange de 4 volumes de bioxyde d'azote et d'un volume d'oxygène.

C'est un liquide couleur indigo foncé, bouillant au-dessous de -10° et se décomposant à la distillation, ainsi qu'au contact de l'eau :



Quant aux azotites, ils prennent naissance, soit par la décomposition incomplète d'un azotate, comme l'azotate de potasse, sous l'influence d'une température modérée, soit par l'action du bioxyde d'azote sur le bioxyde de baryum, par exemple :



Deutoxyde d'azote ou bioxyde d'azote. AzO^2 .

Équiv. en poids = 30. Équiv. en vol. = 4 vol.

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

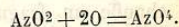
Propriétés. — Le bioxyde d'azote est gazeux, incolore, peu

soluble dans l'eau, qui n'en dissout que le vingtième de son volume à la température de 15° .

Soumis par Faraday à une température très-basse et à une pression de près de 35 atmosphères, le deutoxyde d'azote ne s'est pas liquéfié.

Sa densité est 1,039.

On ne connaît ni son odeur ni sa saveur; en effet, lorsqu'on veut le sentir ou le goûter, il est immédiatement transformé par l'oxygène de l'air en acide hypoazotique :



Le deutoxyde d'azote devient alors *rutillant*, c'est-à-dire jaune-orangé, et absorbe la moitié de son volume d'oxygène; cette propriété permet de distinguer sur-le-champ le deutoxyde d'azote de tous les autres gaz.

En présence de la potasse, le bioxyde d'azote n'absorbe que le quart de son volume d'oxygène et forme de l'azotite de potasse. En s'appuyant sur cette réaction, Gay-Lussac a prouvé que l'acide azoteux est formé de 2 volumes d'azote et de 3 volumes d'oxygène.

Le deutoxyde d'azote, se transformant à l'air en acide hypoazotique qui est corrosif, exerce une action très-vive sur l'économie animale. Il est impropre à la respiration et à la combustion; cependant quelques corps très-avides d'oxygène, comme le phosphore, peuvent brûler dans le deutoxyde d'azote; mais il faut que le phosphore soit bien allumé pour décomposer ce gaz et s'unir à son oxygène. Un morceau de soufre enflammé que l'on plonge dans un flacon rempli de ce gaz s'y éteint complètement. Un charbon allumé s'éteint aussi dans le deutoxyde d'azote.

Lorsqu'on fait passer du deutoxyde d'azote sur du charbon chauffé au rouge, il se forme de l'azote, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone.

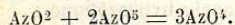
Si l'on agite du sulfure de carbone avec du bioxyde d'azote et qu'on mette le feu au mélange, il brûle avec une grande rapidité en produisant une belle flamme bleue violacée, très-riche en rayons chimiques, dont on a tiré parti pour opérer certaines réactions, notamment pour obtenir des épreuves photographiques lorsque la lumière solaire fait défaut.

Le deutoxyde d'azote est absorbé par le sulfate de protoxyde de fer et en général par les sels de fer au minimum et les colore en brun; cette propriété est mise à profit dans l'analyse pour séparer le deutoxyde d'azote des autres gaz. La quantité de deutoxyde d'azote absorbée est égale à la moitié de l'oxygène contenu dans le protoxyde de fer (M. Péligot).

Sous l'influence de la chaleur, le sulfate de fer laisse dégager

le bioxyde d'azote qu'il a absorbé. C'est par suite un excellent moyen d'obtenir ce gaz à l'état de pureté parfaite.

Lorsqu'on fait arriver du deutoxyde d'azote dans une série de flacons contenant de l'acide azotique, on obtient des liqueurs présentant les différentes teintes que nous avons indiquées en parlant de la solubilité de l'acide hypoazotique dans l'acide azotique. Ce phénomène s'explique facilement, car le deutoxyde d'azote est transformé en acide hypoazotique par l'acide azotique :



Analyse. — Si l'on chauffe un fragment de potassium ou de sulfure de baryum dans une cloche courbe contenant un volume connu de bioxyde d'azote, ce volume est réduit de moitié, et le résidu est de l'azote pur (fig. 44).



Fig. 44.

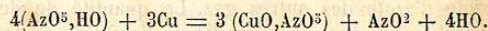
La demi-densité de l'azote 0,48565, ajoutée à la demi-densité de l'oxygène, 0,55281, donne le nombre 1,03846, qui se confond presque avec la densité du deutoxyde d'azote trouvée par l'expérience.

Ce gaz est donc formé de volumes égaux d'oxygène et d'azote, unis sans condensation. La formule AzO^2 représente 4 volumes. Sa composition en centièmes est la suivante :

Azote.....	=	46,66
Oxygène.....	=	53,34
		100,00

Préparation. — On prépare le deutoxyde d'azote en attaquant à froid le cuivre par de l'acide azotique étendu, marquant 17° à l'aréomètre de Baumé. On emploie l'appareil qui nous a déjà servi pour la préparation de l'hydrogène (fig. 45).

L'acide azotique convenablement étendu est décomposé par le cuivre, qui s'empare d'une partie de son oxygène et le transforme en bioxyde d'azote. L'oxyde de cuivre s'unit à l'acide non décomposé pour former de l'azotate de cuivre. On peut représenter ces réactions par la formule :



Si l'acide azotique était trop concentré, le deutoxyde d'azote serait mêlé d'azote, de protoxyde d'azote et de vapeurs nitreuses.

Le mercure et l'argent traités par l'acide azotique faible produisent du deutoxyde d'azote très-pur.

Aussitôt que le bioxyde d'azote se dégage, on voit se produire dans le flacon une vapeur rougeâtre d'acide hypoazotique qui ré-

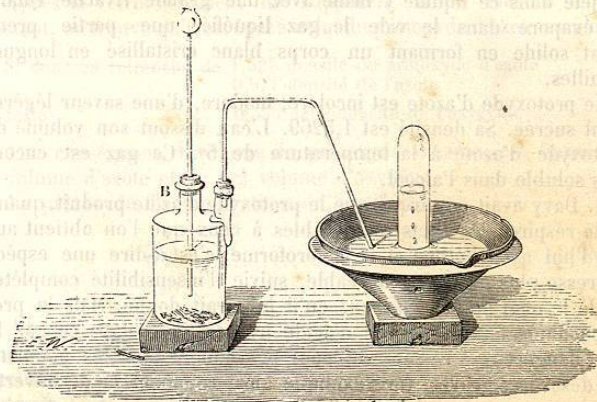


Fig. 45.

sulte de l'union du bioxyde d'azote avec l'oxygène de l'air contenu dans l'appareil, vapeur qui se dissout facilement dans l'acide nitrique employé pour la préparation. Il en résulte une diminution de volume du gaz contenu dans le flacon; aussi voit-on le niveau du liquide s'élever dans le tube abducteur et s'abaisser dans le tube à entonnoir. Souvent même il rentre par ce tube une petite quantité d'air. Mais bientôt tout l'oxygène est absorbé, le bioxyde d'azote qui continue à se former remplit le flacon avec l'azote de l'air; à partir de ce moment, le gaz commence à se dégager. Il faut laisser perdre les premières portions, qui contiennent naturellement de l'azote.

Usages. — L'affinité du bioxyde d'azote pour l'oxygène intervient dans la préparation industrielle de l'acide sulfurique.

Protoxyde d'azote. AzO .

Équiv. en poids = 22. Équiv. en vol. = 2 vol.

Ce gaz a été découvert en 1776 par Priestley.

Propriétés. — Le protoxyde d'azote est gazeux à la température ordinaire, mais il n'est pas permanent. En le soumettant à la double influence d'un froid très-vif et d'une pression considérable, Faraday a pu non-seulement le liquéfier, mais encore le solidi-

fier. Le protoxyde d'azote liquéfié produit en s'évaporant un froid plus considérable que celui qui résulte de l'évaporation de l'acide carbonique liquide. Le mercure se solidifie immédiatement au contact du protoxyde d'azote liquide; un charbon rouge projeté dans ce liquide y brûle avec une grande vivacité. Quand on évapore dans le vide le gaz liquéfié, une partie prend l'état solide en formant un corps blanc cristallisé en longues aiguilles.

Le protoxyde d'azote est incolore, inodore, d'une saveur légèrement sucrée. Sa densité est 1,5269. L'eau dissout son volume de protoxyde d'azote à la température de 5°. Ce gaz est encore plus soluble dans l'alcool.

H. Davy avait remarqué que le protoxyde d'azote produit, quand on le respire, des effets comparables à ceux que l'on obtient aujourd'hui avec l'éther et le chloroforme, c'est-à-dire une espèce d'ivresse plus ou moins agréable, suivie d'insensibilité complète. De là le nom de gaz *hilarant* qu'il lui avait donné. Mais la présence d'une faible quantité d'acide hypoazotique dans ce gaz le rend dangereux à respirer et peut provoquer dans les poumons des désordres graves. On s'explique ainsi comment la découverte de Davy, que des expériences récentes ont pleinement confirmée, a pu être contestée pendant longtemps.

Le protoxyde d'azote possède, comme l'oxygène, la propriété de rallumer une allumette présentant encore quelques points en ignition. Il doit cette propriété à la facilité avec laquelle, sous l'influence de la chaleur, il se décompose en ses éléments, en formant ainsi un mélange beaucoup plus riche en oxygène que l'air ordinaire. La combustion des corps qui peuvent brûler dans l'air sera donc plus vive dans le protoxyde d'azote.

On met en évidence le pouvoir comburant du protoxyde d'azote en plongeant dans des flacons remplis de ce gaz un fragment de phosphore, de soufre ou de charbon, enflammé préalablement à l'air. La combustion de ces différents corps s'effectue avec éclat, et les produits de la combustion ne diffèrent de ceux que l'on a obtenus dans l'oxygène pur que par l'azote du protoxyde employé.

Cette propriété comburante du protoxyde d'azote pourrait faire confondre ce composé avec l'oxygène. Rien n'est plus facile que de distinguer ces deux gaz, si l'on se rappelle que le protoxyde d'azote ne peut être décomposé et par suite fournir l'oxygène nécessaire à une combustion ou une oxydation qu'à une température rouge. Donc si nous mettons le gaz en présence de bioxyde d'azote, rien ne se produira si nous avons affaire au protoxyde d'azote, tandis que l'oxygène donnera de suite des vapeurs orangées d'acide hypoazotique.

Composition. — L'analyse de ce gaz se fait comme celle du deutoxyde d'azote (*fig. 46*).

On chauffe dans une cloche courbe du sulfure de baryum avec un volume déterminé de protoxyde d'azote.

Après le refroidissement de l'appareil, si on mesure le gaz restant, on trouve qu'il est égal à celui du protoxyde d'azote employé.

Si donc on retranche de 1,527 densité du protoxyde d'azote
0,971 densité de l'azote

il reste 0,556 demi-densité de l'oxygène.

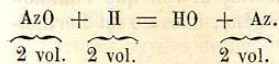
Par conséquent, 1 volume de protoxyde d'azote est formé de 1 volume d'azote et de 1/2 volume d'oxygène.

Le protoxyde d'azote contient en centièmes :

Az.....	63,64
O.....	36,36
AzO.....	100,00

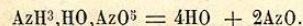
Un mélange de protoxyde d'azote et d'hydrogène détone sous l'influence de la chaleur ou de l'électricité, en donnant naissance à de l'eau et à de l'azote.

On reconnaît que dans cette réaction 2 volumes de protoxyde d'azote absorbent 2 volumes d'hydrogène, et qu'il reste 2 volumes d'azote :



2 volumes de protoxyde d'azote contiennent donc 1 volume d'oxygène et 2 volumes d'azote.

Préparation. — On obtient le protoxyde d'azote en soumettant à l'action d'une chaleur graduée l'azotate d'ammoniaque; ce sel se dédouble alors de la manière la plus nette en protoxyde d'azote et en eau :



L'expérience se fait dans une petite cornue de verre, dans laquelle on introduit quelques grammes d'azotate d'ammoniaque: le gaz est recueilli sur l'eau, ou mieux sur une dissolution saturée de sel marin, qui en dissout moins que l'eau pure (*fig. 47*).

Si la décomposition était conduite trop rapidement, le protoxyde d'azote serait mêlé d'azote, de bioxyde d'azote ou de va-

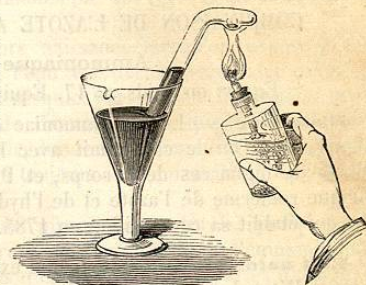


Fig. 46

peurs rutilantes, et le dégagement de gaz se ferait avec une rapidité qui pourrait déterminer une détonation.

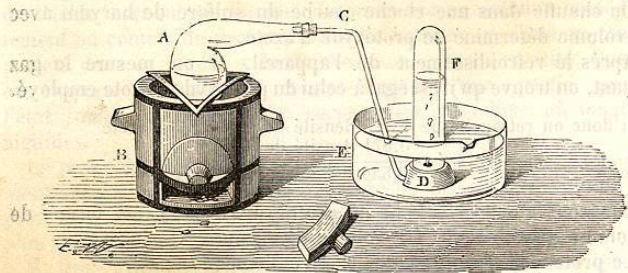
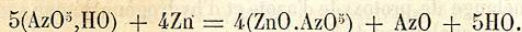


Fig. 47.

On peut encore préparer le protoxyde d'azote en faisant agir l'acide azotique très-étendu sur le zinc, et chauffant légèrement :



COMBINAISON DE L'AZOTE AVEC L'HYDROGÈNE.

Ammoniaque. AzH^3 .

Équiv. en poids = 17. Équiv. en vol. = 4 vol.

Historique. — Le gaz ammoniac est connu depuis fort longtemps, mais on le confondait avec le carbonate d'ammoniaque. Black distingua ces deux corps, et Priestley fit voir que l'ammoniaque renferme de l'azote et de l'hydrogène, mais ce fut Berthollet qui établit sa composition en 1785.

État naturel. — L'ammoniaque existe en petite quantité dans l'air, à l'état de carbonate et d'azotate. On en trouve dans le guano. Ce gaz se produit toujours dans la décomposition des matières animales.

Nous dirons d'abord dans quelles circonstances l'ammoniaque peut se former.

Les substances organiques contiennent souvent de l'azote au nombre de leurs éléments; elles peuvent donner naissance à de l'ammoniaque :

- 1° Lorsqu'elles se décomposent spontanément;
- 2° Lorsqu'on les soumet à l'influence de la chaleur;
- 3° Lorsqu'on les chauffe avec un alcali hydraté, la potasse, par exemple; tout l'azote de la matière organique se dégage alors à l'état d'ammoniaque.

L'azote et l'hydrogène peuvent s'unir dans plusieurs circonstances pour produire de l'ammoniaque. Ainsi, quand on fait passer

simultanément un excès d'hydrogène et un composé oxygéné de l'azote sur de la mousse de platine légèrement chauffée, il se produit de l'ammoniaque (M. Kuhlmann) :



Dans cette réaction, on peut remplacer le platine par du sesquioxyde de fer (M. Reisel).

Plusieurs métaux, et particulièrement l'étain, le zinc et le fer, traités par l'acide azotique, produisent également de l'ammoniaque qui reste à l'état d'azotate.

Pour expliquer la production de l'ammoniaque dans l'action de l'acide azotique sur les métaux, on peut admettre que, sous l'influence de cet acide, l'eau est décomposée et que l'hydrogène mis en liberté réagit sur l'acide azotique et le transforme en ammoniaque : $\text{H}^2 + \text{AzO}^3 = \text{AzH}^3 + 5\text{HO}$.

Lorsqu'on introduit de l'acide azotique dans une liqueur qui contient de l'acide sulfurique et du zinc, et qui produit par conséquent de l'hydrogène, le dégagement de gaz cesse quelquefois complètement, et l'hydrogène se combine avec l'azote de l'acide azotique pour former de l'ammoniaque qui reste dans la liqueur à l'état de sel ammoniacal.

L'ammoniaque prend encore naissance lorsqu'on expose le fer à l'action de l'air humide : l'eau est décomposée, son oxygène s'unit au fer pour former du sesquioxyde, et son hydrogène produit, avec l'azote de l'air, de l'ammoniaque, qui, se combinant avec l'acide carbonique de l'air, donne du carbonate d'ammoniaque. Aussi la rouille dégage-t-elle toujours de l'ammoniaque quand on la chauffe avec de la potasse.

Certains oxydes de fer et de manganèse naturels, quelques argiles et diverses matières terreuses, contiennent de l'ammoniaque. On en trouve aussi de petites quantités dans les pluies d'orage, à l'état de carbonate ou d'azotate d'ammoniaque.

La présence de l'ammoniaque dans l'eau de pluie, aussi bien que dans les différentes substances citées précédemment, s'explique sans difficulté, puisqu'on a constaté dans l'air l'existence constante de ce gaz.

Les sécrétions des animaux, leurs urines, leurs excréments, contiennent de l'ammoniaque ou des corps qui se transforment facilement en sels ammoniacaux.

On peut dire en résumé que l'hydrogène et l'azote ont une grande tendance à s'unir entre eux pour former de l'ammoniaque, et que cette combinaison se produit surtout avec facilité lorsque ces deux corps se rencontrent au moment où ils sortent d'une combinaison.

Propriétés. — L'ammoniaque est un gaz incolore, d'une odeur