

УДК 544

DOI: 10.34670/AR.2023.21.73.032

Общая характеристика азота и его соединений

Атаева Аминат Ахмедовна

Кандидат биологических наук,
доцент кафедры «Общая и неорганическая химия»,
Грозненский государственный нефтяной технический университет,
364024, Российская Федерация, Грозный, пр. Исаева, 100;
e-mail: Ataeva_amina@mail.ru

Цуригова Зайнап Баялиевна

Учитель лицея,
Грозненский государственный нефтяной технический университет,
364024, Российская Федерация, Грозный, пр. Исаева, 100;
e-mail: zinadana@mail.ru

Вакараева Малика Мовсаровна

Доцент кафедры микробиологии и биологии,
Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова,
364093, Российская Федерация, Грозный, ул. Асланбека Шерипова, 32;
e-mail: mvakaraeva@mail.ru

Аннотация

Азот – элемент с седьмым порядковым номером, относящийся к V главной подгруппе второго периода системы. По распространенности в земной коре азот занимает 31-е место – 0,025% (по другим данным – 0,04%). Атмосфера состоит из 78,084% азота, это около 4Ч 1015 тонн этого газа. Морская вода содержит до 0,0017% азота. Связанный азот образует минералы, как правило, нитраты. На побережье Тихого океана в районе Чили образует пласты чилийская селитра – NaNO_3 , индийская селитра – KNO_3 , образует залежи в ряде районов Индии, также известны норвежская $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, бариевая $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и аммиачная NH_4NO_3 селитра. Незначительное количество азота в виде солей входит в состав почвы. В форме сложных органических соединений он входит в состав белков, содержится в нефти и каменных углях. Азот – очень важный и интересный элемент не только для химии, но и для человечества в целом. В большей части азот находится в природе в свободном состоянии. Имеет 2 стабильных изотопа. Его молекула очень стойкая и мало реакционноспособная, лишь при очень высоких температурах она вступает в реакцию с различными металлами и неметаллами. Найдена некоторая схожесть атома азота с атомом карбона.

Для цитирования в научных исследованиях

Атаева А.А., Цуригова З.Б., Вакараева М.М. Общая характеристика азота и его соединений // Педагогический журнал. 2023. Т. 13. № 9А. С. 240-246. DOI: 10.34670/AR.2023.21.73.032

Ключевые слова

Азот, дыхание, углерод, горение, дыхание, жизнь, воздух.

Введение

Впервые азот был более или менее изучен Даниэлем Резерфордом. Выполняя задание своего учителя Д. Блека, открывшего взаимодействие двуокиси углерода с известковой водой, Д. Резерфорд исследовал, какое изменение претерпевает воздух, после того как в нем жило и погибло живое существо. Ответ на этот вопрос гласил: дыхание животных не только превращает здоровый воздух в «фиксируемый воздух» (в двуокись углерода), но после того, как фиксируемая порция поглощена раствором едкого кали, остающаяся часть, хотя и не вызывает осадка с раствором гашеной извести, гасит пламя и губит жизнь. Такова первая характеристика азота, слагающаяся исключительно из отрицательных признаков: азот противопоставляется двуокиси углерода, сходной с ним по отрицательным признакам (оба газа не поддерживают горение и дыхание) [Лисица, 2013, 635].

Почти одновременно азот был изолирован и изучен двумя другими выдающимися учеными Г. Кавендишем и К. Шееле, оба они в отличие от Д. Резерфорда поняли, что азот – это лишь выделенная из воздуха, заранее присутствующая в нем его составная часть. В особенности примечательно сообщение Г. Кавендиша, найденное в его неопубликованных рукописях с пометкой: «послано Пристли». «Я переводил обыкновенный воздух из одного сосуда через раскаленные угли в другой, потом через свежий горящий уголь – в следующий сосуд, поглощая каждый раз образующийся фиксируемый воздух (углекислый газ) кусковой известью. Удельный вес полученного газа оказался лишь незначительно разнящимся от удельного веса обыкновенного воздуха: из обоих газов азот несколько легче воздуха. Он гасит пламя и делает обыкновенный воздух неспособным возбуждать горение, так же, как и фиксируемый воздух (CO₂), но в меньшей степени».

Оставалось только дать новому газу название. Никто в те времена не придавал такого значения номенклатуре, как А. Лавуазье, и никто не совершил (вторично) такой грубой номенклатурной ошибки, как присвоение азоту его имени «безжизненный». Это наименование все же закрепилось за азотом во французской и русской литературе; в англосаксонских странах предпочли для азота название Nitrogen – «рождающий селитру», немцы же дали азоту название Stickstoff – «удушающая материя».

Основная часть

Большая часть азота находится в природе в свободном состоянии. Азот, в форме двухатомных молекул N₂ составляет большую часть атмосферы, где его содержание составляет 75,6% (по массе) или 78,084% (по объему), то есть около 3,87·10¹⁵ тонн. В общем, мы обитаем в азотной атмосфере, умеренно обогащенной кислородом.

Содержание азота в земной коре, по данным разных авторов, составляет (0,7-1,5)·10¹⁵ тонн (причем в гумусе – порядка 6·10¹⁰ тонн), а в мантии Земли – 1,3·10¹⁶ тонн. Такое соотношение масс заставляет предположить, что главным источником азота служит верхняя часть мантии, откуда он поступает в другие оболочки Земли с извержениями вулканов.

Масса растворенного в гидросфере азота, учитывая, что одновременно происходят

процессы растворения азота атмосферы в воде и выделения его в атмосферу, составляет около $2 \cdot 10^{13}$ тонн, кроме того, примерно $7 \cdot 10^{11}$ тонн азота содержатся в гидросфере в виде соединений [Григорьев, 2015, 342].

Вне пределов Земли азот (его соединения и радикалы – CN' , NH' , NH'_2 , NH_3) обнаружен в газовых туманностях, солнечной атмосфере, на Уране, Нептуне, межзвездном пространстве. В атмосфере Венеры зафиксировано около 2% азота, но эта цифра еще требует подтверждения. Азот – четвертый по распространенности элемент Солнечной системы (после водорода, гелия и кислорода). Жизнь многим обязана азоту, но и азот, по крайней мере, атмосферный, своим происхождением обязан не столько Солнцу, сколько жизненным процессам.

Свободный азот является главной составной частью воздуха, который содержит 78,2% (об.) азота. Над одним квадратным километром земной поверхности в воздухе находится 8 млн. т азота. Общее содержание его в земной коре оценивается величиной порядка 0.03 мол. доли, %.

Азот входит в состав сложных органических соединений – белков, которые входят в состав всех живых организмов. В результате отмирания последних и тления их останков образуются более простые азотные соединения, которые при благоприятных условиях, (главным образом – отсутствие влаги) могут накапливаться. Именно такого происхождения, по-видимому, залежи $NaNO_3$ в Чили, имеющие некоторое промышленное значение в производстве связанного азота, то есть в виде соединений. Также в природе встречается такой минерал, как индийская селитра KNO_3 . По словам известного советского микробиолога В.Л. Омелянского, «азот более драгоценен с общебиологической точки зрения, чем самые редкие из благородных металлов» [Овербергер, 2015, 856].

Азот (N) располагается во 2 периоде, в V группе, главной подгруппе, имеет порядковый номер 7. Массовое число: $A = 14$ Число протонов: $P = 7$ Число электронов: $\bar{e} = 7$ Число нейтронов: $N = A - Z = 14 - 7 = 7$ $7N$ $1s^2 2s^2 2p^3$ Валентные электроны $7N \uparrow \downarrow \uparrow \uparrow \uparrow 2s 2p$ Азот – p-элемент, неметалл. Степени окисления минимальная: -3 максимальная: +5 Высший оксид: N_2O_5 – оксид азота (V). Проявляет кислотные свойства: $N_2O_5 + 2NaOH \rightarrow 2NaNO_3 + H_2O$ Высший гидроксид: HNO_3 – азотная кислота. Проявляет кислотные свойства: $HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$ Водородное соединение в низшей степени окисления: NH_3 [там же, 233].

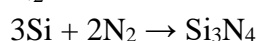
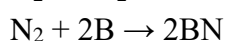
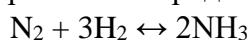
Физические свойства: бесцветный газ, без запаха и вкуса; малорастворим в воде: в 1 л H_2O растворяется 15,4 мл N_2 при $t^\circ = 20^\circ C$ и $p = 1$ атм; t кипения $= -196^\circ C$; t плавления $= -210^\circ C$. Природный азот состоит из двух изотопов с атомными массами: 14 и 15.

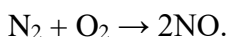
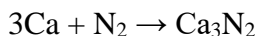
Химические свойства азота: Атом азота имеет 7 электронов, из них 5 на внешнем уровне (5 валентных электронов). Он является одним из самых электроотрицательных элементов (3,04 по шкале Полинга), уступая лишь хлору (3,16), кислороду (3,44) и фтору (3,98).

Характерная валентность – 3 и 4.

Наиболее характерные степени окисления: -3, -2, -1, +2, +3, +4, +5, 0. В обычных условиях азот подобен инертному газу.

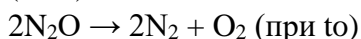
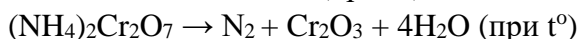
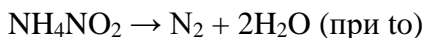
В обычных условиях азот непосредственно взаимодействует лишь с литием с образованием Li_3N . При нагревании (то есть активации молекул N_2) или воздействии электрического разряда вступает в реакцию со многими веществами, обычно выступает как окислитель (азот по электроотрицательности на 3 месте после кислорода и фтора) и лишь при взаимодействии со фтором и кислородом – как восстановитель.



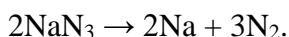


Получение азота. В промышленности азот получают путем сжижения воздуха с последующим испарением и отделением азота от других газовых фракций воздуха (перегонка). Полученный азот содержит примеси благородных газов (аргона) [Закись Азота, 2011, 734].

В лабораториях обычно используется азот, доставляемый с производства в стальных баллонах под повышенным давлением или жидкий азот в сосудах Дьюара:



Особо чистый азот получают термическим разложением азиды натрия:



Азот является элементом, необходимым для существования животных и растений, он входит в состав белков (16-18% по массе), аминокислот, нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов, хлорофилла, гемоглобина и др. В связи с этим значительное количество связанного азота содержится в живых организмах, «мертвой органике» и дисперсном веществе морей и океанов. Это количество оценивается примерно в $1,9 \cdot 10^{11}$ т. Сине-зеленые водоросли усваивают газообразный азот из атмосферного воздуха. Растения добывают азот из почвы в виде растворимых нитратов и соединений аммиака [Ходаков, 2011, 58].

Основная функция и способность азота – образовывать пептидные связи и формировать все разнообразие белков, а также участвовать в составе множества биологически активных гетероциклов. Азот необходим всем живым организмам для синтеза азотсодержащих строительных блоков – аминокислот, из которых образуются белки и нуклеиновые кислоты.

Азот в виде аминогруппы $-\text{NH}_2$ входит в состав различных биополимеров, играющих огромную роль в процессах жизнедеятельности (аминокислоты, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты).

Физиологическая роль азота в организме ассоциируется, прежде всего, с белками и аминокислотами, их метаболизмом, участием в жизненно-важных процессах и влиянием на эти процессы. Аминокислоты являются исходными соединениями при биосинтезе гормонов, витаминов, медиаторов, пигментов, пуриновых и пиримидиновых оснований и т.д. Белки в пересчете на сухой вес составляют 44% от массы тела.

Изменения в содержании белков и аминокислот, расстройства их метаболизма могут быть вызваны различными причинами. Среди этих причин – их недостаточное (или избыточное) поступление, нарушение переваривания и всасывания белка в желудочно-кишечном тракте, расстройство процессов экскреции азота и его соединений.

Интегральным показателем состояния белкового обмена является азотистый баланс, т.е. разница между количествами азота, поступающего извне и выводимого из организма за сутки. Сдвиги в обмене белков сопровождаются разнообразными клиническими проявлениями.

Известны многочисленные аминоацидопатии – последствия нарушения промежуточного обмена аминокислот (фенилаланина, лейцина, валина и др.).

В последние годы оксид азота (NO) воспринимается как один из важнейших иммунотропных медиаторов. NO синтезируется из аминокислоты L-аргинина в присутствии фермента NO-синтетазы. Главным источником и местом образования NO в организме является эндотелий, общая масса которого в теле человека достигает 1,5 кг.

Функции оксида азота в организме весьма многообразны. NO участвует в поддержании

системной и локальной гемодинамики, способствует снижению повышенного тонуса гладкой мускулатуры сосудов и обеспечивает поддержание нормального уровня артериального давления. NO выступает в роли нейротрансмиттера в желудочно-кишечном тракте, мочевыводящей и половой системе, активируя цГМФ.

При иммунном ответе NO является стимулятором фагоцитоза и киллинга внутриклеточных паразитов. При сепсисе, под влиянием цитокинов, происходит высвобождение NO в больших количествах, что способствует развитию септического шока. Оксид азота играет важнейшую роль медиатора, в патогенезе бронхиальной астмы, хронического гломерулонефрита, туберкулеза, рассеянного склероза, болезни Крона, различных опухолей, а также СПИДа [Григорьев, 2015, 678].

Благодаря способности NO инактивировать Fe-содержащие ферменты, происходит гибель внутриклеточных микроорганизмов, жизнедеятельность которых зависит от присутствия железа и других биоэлементов.

Сам по себе атмосферный азот достаточно инертен, чтобы оказывать непосредственное влияние на организм человека и млекопитающих. Тем не менее, при повышенном давлении он вызывает наркоз, опьянение или удушье (при недостатке кислорода); при быстром снижении давления азот вызывает кессонную болезнь. Животные, помещенные в атмосферу азота, быстро погибают, но не вследствие ядовитости азота, а из-за отсутствия кислорода.

Многие соединения азота очень активны и нередко токсичны

В подземные воды уходит до 13% азота, содержащегося в минеральных удобрениях. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) приняла предельно допустимую концентрацию нитратов в питьевой воде: 45 мг/л для умеренных широт и 10 мг/л для тропиков.

Заключение

Азот – очень важный и интересный элемент не только для химии, но и для человечества в целом. В большей части азот находится в природе в свободном состоянии. Имеет 2 стабильных изотопа. Его молекула очень стойкая и мало реакционноспособная, лишь при очень высоких температурах она вступает в реакцию с различными металлами и неметаллами. Найдена некоторая схожесть атома азота с атомом карбона.

Библиография

1. Алексейчева Е.Ю., Ганова Т.В., Зверев О.М., Гончарова В.А., Калининкова Н.Г., Ключко О.И., Крупник В.Ш., Лебедев Р.С., Ле-ван Т.Н., Мамонтов К.В., Михайлова И.Д., Нехорошева Е.В., Пучкова Н.Н., Феклин С.И., Филиппова Л.С., Хабибова А.С., Ходоренко Е.Д., Злотников И.В., Левинтов А.Е., Смоляков А.В., Меерович М.Г. Мастерская организационно-деятельностных технологий. Опыт формирования в Московском городском университете: коллективная монография. Москва-Берлин: ООО "Директмедиа Паблишинг", 2019. 573 с. ISBN: 978-5-4499-0172-9
2. Алексейчева Е.Ю. Гуманизация образования как способ создания гуманного будущего // Методология научных исследований. материалы научного семинара. / Сер. «Библиотека Мастерской оргдеятельностных технологий МГПУ». Ярославль, 2021. С. 131-135.
3. Алексейчева Е.Ю. Многомерное образование: выбор или предопределенность // Методология научных исследований. материалы научного семинара. / Сер. «Библиотека Мастерской оргдеятельностных технологий МГПУ». Ярославль, 2021. С. 201-204.
4. Алексейчева Е.Ю. Современные подходы к организации креативного образования // Методология научных исследований. материалы научного семинара. / Сер. "Серия «Библиотека Мастерской оргдеятельностных технологий МГПУ». Вып. 2" Московский городской педагогический университет (МГПУ). Ярославль, 2021 С. 215-219

5. Григорьев Н.Б. Оксид азота (NO). Новый путь к поиску лекарств. М.: Вузовская книга, 2015. 858 с.
6. Закись Азота. Руководство пользователю. М.: Легион-Автодата, 2011. 139 с.
7. Лисица А. Метаболизм оксида азота. М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. 132 с.
8. Овербергер Ч.Дж. Органические соединения со связями азот-азот. М., 2015. 128 с.
9. Ходаков Ю.С. Оксиды азота и теплоэнергетика. М.: ЭСТ-М, 2011. 418 с.
10. Яруллина Д. Оксид азота (II). М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2011. 160 с.

General characteristics of nitrogen and its compounds

Aminat A. Ataeva

PhD in Biology,
Associate Professor of the Department of General and Inorganic Chemistry,
Grozny State Oil Technical University,
364024, 100, Isaeva ave., Grozny, Russian Federation;
e-mail: Ataeva_amina@mail.ru

Zainap B. Tsurigova

Lyceum Teacher,
Grozny State Oil Technical University,
364024, 100, Isaeva ave., Grozny, Russian Federation;
e-mail: zinadana@mail.ru

Malika M. Vakaraeva

Associate Professor of the Department of Microbiology and Biology,
Chechen State University,
364049, 32, Sheripova str., Grozny, Russian Federation;
e-mail: mvakaraeva@mail.ru

Abstract

Nitrogen is an element with the seventh atomic number, belonging to the V main subgroup of the second period of the system. In terms of prevalence in the earth's crust, nitrogen ranks 31st – 0.025% (according to other sources – 0.04%). The atmosphere consists of 78.084% nitrogen, which is about 4H 1015 tons of this gas. Sea water contains up to 0.0017% nitrogen. Fixed nitrogen forms minerals, usually nitrates. On the Pacific coast in the Chile region, Chilean nitrate – NaNO_3 forms layers, Indian nitrate – KNO_3 , forms deposits in a number of regions of India, Norwegian $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, barium $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ and ammonium nitrate NH_4NO_3 are also known. A small amount of nitrogen in the form of salts is included in the soil. In the form of complex organic compounds, it is part of proteins and is found in oil and coal. Nitrogen is a very important and interesting element not only for chemistry, but also for humanity in general. Most nitrogen is found in nature in a free state. Has 2 stable isotopes. Its molecule is very stable and slightly reactive; only at very high temperatures does it react with various metals and non-metals. Some similarity between the nitrogen atom and the carbon atom was found.

For citation

Ataeva A.A., Tsurigova Z.B., Vakaraeva M.M. (2023) Obshchaya kharakteristika azota i ego soedinenii [General characteristics of nitrogen and its compounds]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 13 (9A), pp. 240-246. DOI: 10.34670/AR.2023.21.73.032

Keywords

Nitrogen, respiration, carbon, combustion, life, air.

References

1. Alekseicheva E.Yu., Ganova T.V., Zverev O.M., Goncharova V.A., Kalinnikova N.G., Klyuchko O.I., Krupnik V.Sh., Lebedev R.S., Le-van T.N., Mamontov K.V., Mikhailova I.D., Nekhorosheva E.V., Puchkova N.N., Feklin S.I., Filippova L.S., Khabibova A.S., Khodorenko E.D., Zlotnikov I.V., Levintov A.E., Smolyakov A.V., Meerovich M.G. (2019) Masterskaya organizacionno-deyatelnostnykh tekhnologij. Opyt formirovaniya v Moskovskom gorodskom universitete: kollektivnaya monografiya.[Workshop of organizational and activity technologies. The experience of formation at Moscow City University: a collective monograph]. Moscow-Berlin: Directmedia Publishing LLC, 2019. 573 p. ISBN: 978-5-4499-0172-9
2. Alekseicheva E.Yu. (2021) Gumanizatsiya obrazovaniya kak sposob sozdaniya gumannogo budushchego [Humanization of education as a way to create a humane future] Metodologiya nauchnykh issledovaniy. materialy nauchnogo seminar. / Ser. «Biblioteka Masterskoj orgdeyatelnostnykh tekhnologij MGPU». [Methodology of scientific research. materials of the scientific seminar. / Ser. "Library of the Workshop of organizational activity technologies of MSPU". Yaroslavl]. pp. 131-135.
3. Alekseicheva E.Yu. (2021) Mnogomernoe obrazovanie: vybor ili predopredelennost' [Multidimensional education: choice or predestination] Metodologiya nauchnykh issledovaniy. materialy nauchnogo seminar. / Ser. «Biblioteka Masterskoj orgdeyatelnostnykh tekhnologij MGPU». Yaroslavl' [Methodology of scientific research. materials of the scientific seminar. / Ser. "Library of the Workshop of organizational activity technologies of MSPU"]. Yaroslavl. pp. 201-204.
4. Alekseicheva E.Yu. (2021) Sovremennye podhody k organizatsii kreativnogo obrazovaniya [Modern approaches to the organization of creative education] Metodologiya nauchnykh issledovaniy. materialy nauchnogo seminar. / Ser. "Seriya «Biblioteka Masterskoj orgdeyatelnostnykh tekhnologij MGPU». Vyp. 2" Moskovskij gorodskoj pedagogicheskij universitet (MGPU). Yaroslavl' [Methodology of scientific research. materials of the scientific seminar. / Ser. "Series "Library of the Workshop of organizational and activity technologies of MSPU". Issue 2" Moscow City Pedagogical University (MSPU). Yaroslavl] p. 215-219
5. Grigor'ev N.B. (2015) *Oksid azota (NO). Novyi put' k poisku lekarstv* [Nitric oxide (NO). A new path to drug discovery]. Moscow: Vuzovskaya kniga Publ.
6. Khodakov Yu.S. (2011) *Oksidy azota i teploenergetika* [Nitrogen oxides and thermal power engineering]. Moscow: EST-M Publ.
7. Lisitsa A. (2013) *Metabolizm oksida azota* [Metabolism of nitric oxide]. Moscow: LAP Lambert Academic Publishing Publ.
8. Overberger C.J. (2015) *Organicheskie soedineniya so svyazyami azot-azot* [Organic compounds with nitrogen-nitrogen bonds]. Moscow.
9. Yarullina D. (2011) *Oksid azota (II)* [Nitric oxide (II)]. Moscow: LAP Lambert Academic Publishing Publ.
10. (2011) *Zakis' Azota. Rukovodstvo pol'zovatelyu* [Nitrous oxide. User's Guide]. Moscow: Legion-Avtodata Publ.