

А. И. Коренблит

**Химические реактивы, их приготовление,
свойства, испытание и употребление**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 54
ББК 24
А11

А11 **А. И. Коренблит**
Химические реактивы, их приготовление, свойства, испытание и употребление / А. И. Коренблит – М.: Книга по Требо-
ванию, 2024. – 376 с.

ISBN 978-5-458-33441-9

ISBN 978-5-458-33441-9

© Издание на русском языке, оформление
«УОУО Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

1. Азотистонислый калий, KNO_2 , Мол. в. 85.

Kalium nitrosum.

Приготовление. Расплавляют 250 гр. KNO_3 на плоской железной сковороде, регулируют температуру, чтобы не происходило сильного выделения пузырьков кислорода, вносят в жидкую массу, при постоянном и тщательном помешивании железным шпателем с деревянной ручкой, 400 гр. Рб. *) Свинец вносится малыми порциями (по 50 гр.) и довольно быстро окисляется. Вся операция длится около $1\frac{1}{2}$ часа; под конец несколько повышают температуру и перестают помешивать. По охлаждении масса затвердевает и легко вынимается из сковороды; ее разбивают на куски, последние обливаются горячей водой и некоторое время кипятятся; при этом KNO_2 и неизменившаяся селитра перейдут в раствор, РбО и неизменившийся Рб останутся в осадке; фильтруют; фильтрат, показывающий щелочную реакцию, осторожно нейтрализуется слабой H_2SO_4 и упаривается на водяной бане, так чтобы объем его уменьшился до 300 к. с. *Bender* и *Erdmann* советуют, до нейтрализации, пропустить через жидкость струю CO_2 , но не более нескольких минут. При медленном охлаждении фильтра выкристаллизовывается сначала почти вся неизменившаяся селитра (50—70 гр.), KNO_2 остается в растворе; раствор сливают с кристаллов, выпаривают до-суха, сплавляют и обыкновенно отливают в палочки, в каком виде он и поступает в продажу. Выход $\text{KNO}_2 = 95—97\%$.

Hager советует готовить KNO_2 из тесной смеси, состоящей из 100 ч. чистой KNO_3 и 15 ч. высушенного пшеничного крахмала. Эта смесь вносится постепенно небольшими порциями в нагретый до красного каления гессенский тигель и прокали-

*) При температурах, лежащих несколько выше температуры плавления селитры (340°C) и свинца (327°C) наступает окисление свинца и восстановление селитры (азотнокалиевая соль переходит в азотистокалиевую по след. уравнению: $\text{KNO}_3 + \text{Pb} = \text{KNO}_2 + \text{PbO}$); при большой трудности регулирования при этом процессе температуры всегда имеют место побочные реакции, именно сама селитра при некотором повышении температуры разлагается на кислород и азотистокалиевую соль ($\text{KNO}_3 = \text{O} + \text{KNO}_2$), последняя в свою очередь на О, N и K_2O ; кроме того часть селитры всегда остается неразложившейся; ввиду этого выгодно брать несколько меньше свинца, чем это требуется теоретически. На практике так и поступают.

вается до тѣхъ поръ, пока вынутая проба не затвердѣетъ въ бѣлую массу. Содержимое тигля выливается на холодную фарфоровую поверхность, затѣмъ выщелачивается спиртомъ и т. д.

Elstner рекомендуетъ готовить KNO_2 сплавленіемъ сѣрнисто-кислаго калия (K_2SO_3) съ калийной селитрой (KNO_3): $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KNO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KNO}_2$. Полученный сплавъ обрабатывается спиртомъ. Для приготовления KNO_2 , кромѣ свинца, употребляютъ также мѣдь (*Hager*) и цинкъ (*Fischer*).

Свойства. KNO_2 — бѣлаго или слабо-желтаго цвѣта, легко расплывающіяся на воздухѣ палочки или микроскопически малые призматическіе кристаллы; очень легко растворяется въ водѣ, нѣсколько труднѣе въ алкогольѣ, нерастворимъ въ щелочахъ. *Водный растворъ имѣетъ щелочную реакцію.* KNO_2 долженъ сохраняться въ хорошо закрытой стеклянкѣ.

Испытаніе. Отъ прибавленія сѣрной или азотной кислоты азотистокислый калий долженъ выдѣлять обильное количество бурыхъ паровъ азотистаго ангидрида: $2\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}_3$; при приливаніи къ подкисленному нѣсколькими каплями слабой H_2SO_4 раствору KNO_2 десяти к. с. раствора KMnO_4 (1 : 1000) происходитъ быстрое обезцвѣчиваніе. При прибавленіи къ однопроцентному раствору KNO_2 , подкисленному слабой H_2SO_4 , нѣкотораго количества іодпокрахмальнаго клейстера появляется синее окрашиваніе, обусловленное дѣйствіемъ выдѣляющагося іода на крахмалъ: $\text{KNO}_2 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO} + \text{J}$. При приливаніи къ 5 гр. KNO_2 десяти к. с. воды должно произойти быстрое раствореніе (медленное указываетъ на примѣсь KNO_3). При смѣшеніи растворовъ KNO_2 и AgNO_3 получается бѣлый осадокъ AgNO_2 ($\text{KNO}_2 + \text{AgNO}_3 = \text{AgNO}_2 + \text{KNO}_3$), который растворяется въ большомъ объемѣ воды; если осадокъ не вполне растворился въ водѣ, а только при приливаніи слабой HNO_3 , то это указываетъ на образованіе AgO ; слѣд., въ KNO_2 былъ K_2O , который съ водой далъ KOH , а съ серебромъ — окись серебра; если же осадокъ и при приливаніи HNO_3 не растворился, то это есть AgCl , а слѣд. въ KNO_2 была примѣсь KCl , который съ AgNO_3 далъ AgCl . При смѣшеніи концентр. раствора KNO_2 съ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ не должно происходить помутнѣнія; послѣднее указываетъ на присутствіе углекислыхъ солей. При приливаніи къ раствору KNO_2 сѣрнистаго аммонія не должно происходить ни потемнѣнія, ни осадка — указаніе на Рь и др. металлы. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ не долженъ давать мути — указаніе на сѣрную кислоту.

Количественное опредѣленіе содержанія KNO_2 въ препаратѣ. Въ технику употребляется методъ *Фелдгауза*: очень слабый и

подкисленный сѣрной кислотой растворъ препарата титруется хамелеономъ до появленія *неисчезающаго слаборозоваго* окрашиванія; окисленіе KNO_2 протекаетъ слѣд. обр.: $10\text{KNO}_2 + 4\text{KMnO}_4 + 11\text{H}_2\text{SO}_4 = 10\text{HNO}_3 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{MnSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$. По количеству израсходованнаго титрованнаго раствора KMnO_4 вычисляютъ содержаніе KNO_2 въ препаратѣ. *Лунге* (Z. f. angew. Chemie 1891, S. 629) полагаетъ, что точнѣе приливать въ разбавленные водой до 150 к. с. 20 к. с. $\frac{1}{2}$ нормальнаго раствора KMnO_4 *) и подкисленные слабой H_2SO_4 при темп. около 40° испытуемый растворъ KNO_2 (10 гр. въ литрѣ) до уничтоженія окраски; расчетъ производится по вышеприведенной формулѣ. Этотъ методъ одинаково удобенъ, какъ для опредѣленія KNO_2 , такъ и NaNO_2 .

Употребленіе. Азотистокислый калий служитъ для распознаванія кобальта и для отдѣленія его отъ никкеля. Если къ раствору соли кобальта прибавить азотистокислаго калия въ избыткѣ и затѣмъ подкислить избыткомъ уксусной кислоты, то выдѣлится *желтый кристаллическій осадокъ* двойной соли азотистокислой окиси кобальта съ азотистокислымъ калиемъ $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}]$, растворяющійся нѣсколько въ чистой водѣ, но нерастворимый въ спиртѣ. Если осажденіе не произошло сразу, растворъ оставляютъ стоять въ тепломъ мѣстѣ. Въ растворахъ золота азотистокислый калий осаждаетъ металлическое золото. Если же растворъ былъ очень слабый, то онъ въ началѣ окрашивается въ синій цвѣтъ. Объ употребленіи KNO_2 см. также свойства іода.

Продажный азотистокислый калий. 100% препарата въ продажѣ нѣтъ и приготовить его довольно трудно; 80—90% считается хорошимъ и продается подъ названіемъ *Kalium nitrosum purissimum*; нѣкоторыя, впрочемъ, фабрики выпускаютъ и 70% подъ этимъ названіемъ. Обычныя примѣси: *свободная щелочь, углекислая, хлористая, сѣрнокислая и азотнокислая соли.*

2. Азотистокислый натрій, NaNO_2 , Мол. в. 69.

Natrium nitrosum.

Приготовленіе. Изъ чилійской селитры (NaNO_3) и свинца совершенно также, какъ и KNO_2 (см. азотистокислый калий).

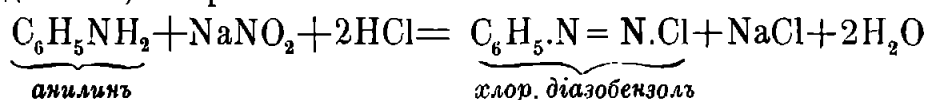
Свойства. Безцвѣтные микроскопическіе кристаллы или палочки бѣлаго цвѣта; хорошо растворяется въ водѣ, нераство

*) Послѣдній готовится раствореніемъ въ 1 литрѣ воды 15,82 гр. чистаго KMnO_4 ; 1 к. с. этого раствора соотвѣтствуетъ 0,0289 гр. желѣза, 0,0315 гр. щавелевой кислоты и 0,01725 гр. NaNO_2 .

римъ въ спирту. *Водный раствор NaNO₂ показываетъ щелочную реакцію.*

Испытаніе и количественное опредѣленіе. Совершенно также, какъ и для KNO₂. Проба на калий приведена при азотнокисломъ натріѣ (см. послѣдній).

Употребленіе. NaNO₂ примѣняется въ лабораторіяхъ и техникѣ для синтеза органическихъ соединений. Дѣйствіемъ азотистой кислоты, выдѣляющейся изъ NaNO₂, въ присутствіи сильной минеральной (H₂SO₄, HNO₃, HCl), жирные амины формулы R.NH₂ (R—радикаль) переходятъ въ спирты: R.NH₂ + HNO₂ = N₂ + H₂O + R.OH; ароматическіе амины даютъ діазосоединенія; напр.:



Діазосоединенія чрезвычайно важны въ технологіи пигментовъ (азокраски) и въ лабораторной практикѣ, такъ какъ они способны легко превращаться во многія соединенія.

Продажный препаратъ. Продажный Natrium nitrosum purissimum содержитъ около 99% чистой соли; употребляемый для техническихъ цѣлей (при производствѣ азопигментовъ) также очень чистъ. Нерѣдко фабрики гарантируютъ содержаніе въ препаратѣ 97—98% NaNO₂. Ландольтъ (*Lunge, Z. f. angew. Chemie* 1891, стр. 633) произвелъ анализъ обыкновеннаго продажнаго NaNO₂ и получилъ слѣд. цифры:

NaNO ₂ —	94,14
NaNO ₃ —	2,38
NaSO ₄ —	1,20
NaCl—	0,06
воды—	2,08
нераств. вещ.—	слѣды
	99,86

3. Азотная кислота, HNO₃, Мол. в. 62, 89.

Acidum nitricum.

Приготовленіе. I. Химически-чистая азотная кислота готовится слѣдующимъ образомъ: продажную азотную кислоту, уд. в. 1,31, свободную по возможности отъ хлора, нагреваютъ въ стеклянной ретортѣ до кипѣнія. Если она содержитъ сѣрную кислоту, то полезно прибавить 0,5% калийной селитры. Перегонъ собираютъ въ охлажденный пріемникъ и производятъ дестилляцію до тѣхъ поръ, пока въ верхней части реторты не перестанутъ появляться окрашенные пары. Въ это время про-

буютъ перегоняющуюся жидкость на хлоръ растворомъ азотно-кислаго серебра. Когда этотъ реактивъ не будетъ давать мути, то мѣняютъ пріемникъ и перегоняютъ до тѣхъ поръ, пока въ ретортѣ будетъ оставаться незначительный остатокъ.

II. *Менделѣевъ* совѣтуетъ очистить продажную азотную кислоту отъ находящихся въ ней примѣсей слѣдующимъ образомъ: сперва прибавляютъ къ такой кислотѣ азотносвинцовой соли $[Pb(NO_3)_2]$ для осажденія сѣрной и хлористоводородной кислотъ, а затѣмъ къ нечистой азотной кислотѣ прибавляютъ хромовокалиевой соли; при этомъ освобождается кислородъ изъ хромовой кислоты, который окисляетъ низшія степени соединенія азота и превращаетъ ихъ въ азотную кислоту. Очищенная такимъ образомъ HNO_3 перегоняется и собираютъ при этомъ только среднюю порцію перегона.

III. *Фрезениусъ* даетъ слѣдующій способъ для полученія химически-чистой HNO_3 . Нечистую продажную кислоту, уд. вѣса 1,38, разводятъ $\frac{2}{5}$ ч. по вѣсу воды и до тѣхъ поръ прибавляютъ къ ней раствора азотнокислаго серебра, пока перестанетъ осаждаться хлористое серебро ($AgCl$). Осадку даютъ осѣсть и прозрачный растворъ сливаютъ въ реторту, куда прибавляютъ калийной селитры, не содержащей хлора, и перегоняютъ. Дистиллятъ собираютъ въ охлажденный пріемникъ и затѣмъ разводятъ его водой до уд. в. 1,2.

Чтобы освободить азотную кислоту отъ двуокиси азота (NO_2) пропускаютъ черезъ нее при умѣренномъ нагреваніи воздухъ или углекислоту (CO_2). Для приготовленія очень крѣпкой азотной кислоты *Миллонъ* совѣтуетъ подвергнуть перегонкѣ смѣсь равныхъ объемовъ сѣрной и азотной кислотъ; для очищенія дистиллята пропускаютъ черезъ него углекислоту. *Пелузъ* беретъ на одну часть крѣпкой азотной кислоты 5 частей сѣрной и получаетъ дистиллятъ, содержащій 90% взятой азотной кислоты и неизмѣняющійся при новой перегонкѣ съ крѣпкой сѣрной кислотой.

Свойства. Азотная кислота (HNO_3) кипитъ при 86° ; удѣльный вѣсъ ея (при 15°) 1,526, застываетъ при -50° и очень непостоянна при повышеніи температуры. Разбавленная водой азотная кислота имѣетъ болѣе высокую точку кипѣнія, чѣмъ сама азотная кислота и даже вода; если перегонять сильно разбавленную водой азотную кислоту, то вначалѣ гонится чистая вода и только при 121° начинается гнаться соединеніе азотной кислоты съ водой, содержащее около 70% азотной кислоты. Обыкновенно азотная кислота продается уд. в. 1,2 и содержитъ около 33% HNO_3 . Растворы азотной кислоты и ея солей обезцвѣчиваютъ при нагреваніи (или окрашиваютъ въ

желтый цвѣтъ) растворъ индиго-кармина. HNO_3 , въ присутствіи сѣрной кислоты, даетъ отъ кристаллика желѣзнаго купороса чернубурое кольцо. Если къ азотной кислотѣ прибавить нѣсколько шариковъ ртути или мѣдныхъ опилокъ или мѣдной проволоки и затѣмъ концентрированную сѣрную кислоту, то, при подогрѣваніи, развиваются бурокрасные пары, которые окрашиваютъ въ синефіолетовый или пурпурокрасный цвѣтъ бумажку, напитанную крахмаломъ и смоченную растворомъ іодистаго калия. *Бруцинъ, въ присутствіи сѣрной кислоты, окрашиваетъ азотную кислоту въ оранжевокрасный цвѣтъ. Азотная кислота, въ присутствіи сѣрной, окрашивается отъ сѣрнокислаго анилина *) въ синефіолетовый цвѣтъ. Дифениламинъ, растворенный въ соляной кислотѣ, окрашиваетъ азотную кислоту, въ присутствіи сѣрной, въ синій цвѣтъ.* Если смочить кусокъ полотна или шертинга жидкостью, содержащую азотную кислоту въ не очень разведенномъ состояніи, то эти ткани окрашиваются въ желтый цвѣтъ. Азотная кислота окрашиваетъ бѣлковыя вещества въ желтый цвѣтъ, переходящій въ оранжевый при прибавленіи ѣдкихъ щелочей. *Фенолъ, растворенный въ крепкой сѣрной кислотѣ, въ которую послѣ растворенія прибавлено два объема воды, въ соприкосновеніи съ кристалломъ азотнокислой соли даетъ бурокрасное окрашиваніе.*

Испытаніе. Въ чистотѣ азотной кислоты убѣждаются по совершенной безцвѣтности ея **). Кромѣ того чистая кислота не должна давать никакого остатка при испареніи на платиновомъ листкѣ. Кислота, значительно разведенная водой, должна относиться индифферентно (не мутить) къ растворамъ азотнокислаго серебра и хлористаго барія, что покажетъ отсутствіе хлора и сѣрной кислоты. Отсутствіе азотистой кислоты узнается по неизмѣняемости пурпуроваго раствора марганцовокислаго калия (KMnO_4) (по крайней мѣрѣ первыя 2 минуты) и по неизмѣняемости іодноцинковаго крахмального клейстера (реагентъ Тромсдорфа). Присутствіе желѣза въ испытуемой азотной кислотѣ узнается посредствомъ роданистаго калия, окрашивающаго жидкость въ кровавокрасный цвѣтъ. Присутствіе серебра узнается помощью небольшого количества соляной кислоты, которую прибавляютъ къ разведенной азотной кислотѣ.

*) О сѣрнокисломъ анилинѣ, какъ реактивѣ на азотную кислоту, см. подробности Fresenius, Zeitschr. f. analytische Chemie, 1870 г., стр. 214.

**) Желтое окрашиваніе HNO_3 указываетъ на присутствіе въ ней хлористыхъ соединений, азотноватаго ангидрида (N_2O_4) или іода. Даже при содержаніи $\frac{1}{200}\%$ J въ HNO_3 послѣдняя имѣетъ желтоватый цвѣтъ.

Удѣльн. вѣсъ азотной кислоты при 15° по отношенію къ водѣ при 4° (Лунге и Рей).

Уд. вѣсъ при 15° въ безвозд. простр.	по Бомбѣ	по Турядель.	100 вѣс. частицъ содержатъ					1 литръ содержитъ кгр.				
			N ² O ⁵	HNO ³	кисл. 36° Б.	кисл. 40° Б.	кисл. 48 ¹ / ₂ ° Б.	N ² O ⁵	HNO ³	кисл. 36° Б.	кисл. 40° Б.	кисл. 48 ¹ / ₂ ° Б.
1.000	0	0	0.08	0.10	0.19	0.16	0.10	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001
1.005	0.7	1	0.85	1.00	1.89	1.61	1.03	0.008	0.010	0.019	0.016	0.010
1.010	1.4	2	1.62	1.90	3.60	3.07	1.95	0.016	0.019	0.036	0.031	0.019
1.015	2.1	3	2.39	2.80	5.30	4.52	2.87	0.024	0.028	0.053	0.045	0.029
1.020	2.7	4	3.17	3.70	7.01	5.98	3.79	0.033	0.038	0.072	0.061	0.039
1.025	3.4	5	3.94	4.60	8.71	7.43	4.72	0.040	0.047	0.089	0.076	0.048
1.030	4.1	6	4.71	5.50	10.42	8.88	5.64	0.049	0.057	0.108	0.092	0.058
1.035	4.7	7	5.47	6.38	12.08	10.30	6.54	0.057	0.066	0.125	0.107	0.068
1.040	5.4	8	6.22	7.26	13.75	11.72	7.45	0.064	0.075	0.142	0.121	0.077
1.045	6.0	9	6.97	8.13	15.40	13.13	8.34	0.073	0.085	0.161	0.137	0.087
1.050	6.7	10	7.71	8.99	17.03	14.52	9.22	0.081	0.094	0.178	0.152	0.096
1.055	7.4	11	8.43	9.84	18.64	15.89	10.09	0.089	0.104	0.197	0.168	0.107
1.060	8.0	12	9.15	10.68	20.23	17.25	10.95	0.097	0.113	0.214	0.182	0.116
1.065	8.7	13	9.87	11.51	21.80	18.59	11.81	0.105	0.123	0.233	0.198	0.126
1.070	9.4	14	10.57	12.33	23.35	19.91	12.65	0.113	0.132	0.250	0.213	0.135
1.075	10.0	15	11.27	13.15	24.91	21.24	13.49	0.121	0.141	0.267	0.228	0.145
1.080	10.6	16	11.96	13.95	26.42	22.53	14.31	0.129	0.151	0.286	0.244	0.155
1.085	11.2	17	12.64	14.74	27.92	23.80	15.12	0.137	0.160	0.303	0.258	0.164
1.090	11.9	18	13.31	15.53	29.41	25.08	15.93	0.145	0.169	0.320	0.273	0.173
1.095	12.4	19	13.99	16.32	30.91	26.35	16.74	0.153	0.179	0.339	0.289	0.184
1.100	13.0	20	14.67	17.11	32.41	27.63	17.55	0.161	0.188	0.356	0.304	0.193
1.105	13.6	21	15.34	17.89	33.89	28.89	18.35	0.170	0.198	0.375	0.320	0.203
1.110	14.2	22	16.00	18.67	35.36	30.15	19.15	0.177	0.207	0.392	0.335	0.212
1.115	14.9	23	16.67	19.45	36.84	31.41	19.95	0.186	0.217	0.411	0.350	0.223
1.120	15.4	24	17.34	20.23	38.31	32.67	20.75	0.195	0.227	0.430	0.366	0.233
1.125	16.0	25	18.00	21.00	39.77	33.91	21.54	0.202	0.236	0.447	0.381	0.242
1.130	16.5	26	18.66	21.77	41.23	35.16	22.33	0.211	0.246	0.466	0.397	0.252
1.135	17.1	27	19.32	22.54	42.69	36.40	23.12	0.219	0.256	0.485	0.413	0.263
1.140	17.7	28	19.98	23.31	44.15	37.65	23.91	0.228	0.266	0.504	0.430	0.273
1.145	18.3	29	20.64	24.08	45.61	38.89	24.70	0.237	0.276	0.523	0.446	0.283
1.150	18.8	30	21.29	24.84	47.05	40.12	25.48	0.245	0.286	0.542	0.462	0.293
1.155	19.3	31	21.94	25.60	48.49	41.35	26.26	0.254	0.296	0.561	0.478	0.304
1.160	19.8	32	22.60	26.36	49.92	42.57	27.04	0.262	0.306	0.580	0.494	0.314
1.165	20.3	33	23.25	27.12	51.36	43.80	27.82	0.271	0.316	0.598	0.510	0.324
1.170	20.9	34	23.90	27.88	52.80	45.03	28.59	0.279	0.326	0.617	0.526	0.334
1.175	21.4	35	24.54	28.63	54.22	46.24	29.36	0.288	0.336	0.636	0.543	0.345
1.180	22.0	36	25.18	29.38	55.64	47.45	30.13	0.297	0.347	0.657	0.560	0.356
1.185	22.5	37	25.83	30.13	57.07	48.66	30.90	0.306	0.357	0.676	0.577	0.366
1.190	23.0	38	26.47	30.88	58.49	49.87	31.67	0.315	0.367	0.695	0.593	0.376
1.195	23.5	39	27.10	31.62	59.89	51.07	32.43	0.324	0.378	0.715	0.610	0.388
1.200	24.0	40	27.74	32.36	61.29	52.26	33.19	0.333	0.388	0.735	0.627	0.398
1.205	24.5	41	28.36	33.09	62.67	53.23	33.94	0.342	0.399	0.755	0.644	0.409
1.210	25.0	42	28.99	33.82	64.05	54.21	34.69	0.351	0.409	0.775	0.661	0.419
1.215	25.5	43	29.61	34.55	65.44	55.18	35.44	0.360	0.420	0.795	0.678	0.431
1.220	26.0	44	30.24	35.28	66.82	56.16	36.18	0.369	0.430	0.815	0.695	0.441
1.225	26.4	45	30.88	36.03	68.24	57.64	36.95	0.378	0.441	0.835	0.712	0.452
1.230	26.9	46	31.53	36.78	69.66	59.13	37.72	0.387	0.452	0.856	0.730	0.466
1.235	27.4	47	32.17	37.53	71.08	60.61	38.49	0.397	0.463	0.877	0.748	0.475
1.240	27.9	48	32.82	38.29	72.52	61.84	39.27	0.407	0.475	0.900	0.767	0.487
1.245	28.4	49	33.47	39.05	73.96	63.07	40.05	0.417	0.486	0.921	0.785	0.498

Уд. вѣсъ при 40 въ безвозд. простр.	по Боме.	по Туалель.	100 вѣс. частицъ содержатъ					1 литръ содержитъ кгр.				
			N ₂ O ₅	NHO ₃	кисл. 36° Б.	кисл. 40° Б.	кисл. 48 ¹ / ₂ ° Б.	N ₂ O ₇	NHO ₃	кисл. 36° Б.	кисл. 40° Б.	кисл. 48 ¹ / ₂ ° Б.
1.250	28.8	50	34.13	39.82	75.42	64.31	40.84	0.427	0.498	0.943	0.804	0.511
1.255	29.3	51	34.78	40.58	76.86	65.54	41.62	0.437	0.509	0.965	0.822	0.522
1.260	29.7	52	35.44	41.34	78.30	66.76	42.40	0.447	0.521	0.987	0.841	0.534
1.265	30.2	53	36.09	42.10	79.74	67.99	43.18	0.457	0.533	1.009	0.860	0.547
1.270	30.6	54	36.75	42.87	81.20	69.23	43.97	0.467	0.544	1.031	0.879	0.558
1.275	31.1	55	37.41	43.64	82.65	70.48	44.76	0.477	0.556	1.054	0.898	0.570
1.280	31.5	56	38.07	44.41	84.11	71.72	45.55	0.487	0.568	1.077	0.918	0.583
1.285	32.0	57	38.73	45.18	85.57	72.96	46.34	0.498	0.581	1.100	0.938	0.596
1.290	32.4	58	39.39	45.95	87.03	74.21	47.13	0.508	0.593	1.123	0.957	0.608
1.295	32.8	59	40.05	46.72	88.48	75.45	47.92	0.519	0.605	1.146	0.977	0.621
1.300	33.3	60	40.71	47.49	89.94	76.70	48.71	0.529	0.617	1.169	0.997	0.633
1.305	33.7	61	41.37	48.26	91.40	77.94	49.50	0.540	0.630	1.193	1.017	0.646
1.310	34.2	62	42.06	49.07	92.94	79.25	50.33	0.551	0.643	1.218	1.038	0.659
1.315	34.6	63	42.76	49.89	94.49	80.57	51.17	0.562	0.656	1.243	1.059	0.673
1.320	35.0	64	43.47	50.71	96.05	81.90	52.01	0.573	0.669	1.268	1.080	0.686
1.325	35.4	65	44.17	51.53	97.60	83.22	52.85	0.585	0.683	1.294	1.103	0.701
1.330	35.8	66	44.89	52.37	99.19	84.58	53.71	0.597	0.697	1.320	1.126	0.715
1.3325	36.0	66,5	45.26	52.80	100.00	85.27	54.15	0.603	0.704	1.333	1.137	0.722
1.335	36.2	67	45.62	53.22	100.80	85.95	54.58	0.609	0.710	1.346	1.148	0.728
1.340	36.6	68	46.35	54.07	102.41	87.32	55.46	0.621	0.725	1.373	1.171	0.744
1.345	37.0	69	47.08	54.93	104.04	88.71	56.34	0.633	0.739	1.400	1.193	0.758
1.350	37.4	70	47.82	55.79	105.67	90.10	57.22	0.645	0.753	1.427	1.216	0.772
1.355	37.8	71	48.57	56.66	107.31	91.51	58.11	0.658	0.768	1.455	1.240	0.788
1.360	38.2	72	49.35	57.57	109.03	92.97	59.05	0.671	0.783	1.483	1.265	0.803
1.365	38.6	73	50.13	58.48	110.75	94.44	59.98	0.684	0.798	1.513	1.289	0.818
1.370	39.0	74	50.91	59.39	112.48	95.91	60.91	0.698	0.814	1.543	1.314	0.835
1.375	39.4	75	51.69	60.30	114.20	97.38	61.85	0.711	0.829	1.573	1.339	0.850
1.380	39.8	76	52.52	61.27	116.04	98.95	62.84	0.725	0.846	1.603	1.366	0.868
1.3833	40.0	--	53.08	61.92	117.27	100.00	63.51	0.735	0.857	1.623	1.383	0.879
1.385	40.1	77	53.35	62.24	117.88	100.51	63.84	0.739	0.862	1.633	1.392	0.884
1.390	40.5	78	54.20	63.23	119.75	102.12	64.85	0.753	0.879	1.665	1.420	0.902
1.395	40.8	79	55.07	64.25	121.68	103.76	65.90	0.768	0.896	1.697	1.447	0.919
1.400	41.2	80	55.97	65.30	123.67	105.46	66.97	0.783	0.914	1.731	1.476	0.937
1.405	41.6	81	56.92	66.40	125.75	107.24	68.10	0.800	0.933	1.767	1.507	0.957
1.410	42.0	82	57.86	67.50	127.84	109.01	69.23	0.816	0.952	1.803	1.537	0.976
1.415	42.3	83	58.83	68.63	129.98	110.84	70.39	0.832	0.971	1.839	1.568	0.996
1.420	42.7	84	59.83	69.80	132.19	112.73	71.59	0.849	0.991	1.877	1.600	1.016
1.425	43.1	85	60.84	70.98	134.43	114.63	72.80	0.867	1.011	1.915	1.633	1.037
1.430	43.4	86	61.86	72.17	136.68	116.55	74.02	0.885	1.032	1.955	1.667	1.058
1.435	43.8	87	62.91	73.39	138.99	118.52	75.27	0.903	1.053	1.995	1.701	1.080
1.440	44.1	88	64.01	74.68	141.44	120.61	76.59	0.921	1.075	2.037	1.736	1.103
1.445	44.4	89	65.13	75.98	143.90	122.71	77.93	0.941	1.098	2.080	1.773	1.126
1.450	44.8	90	66.24	77.28	146.36	124.81	79.26	0.961	1.121	2.123	1.810	1.150
1.455	45.1	91	67.38	78.60	148.86	126.94	80.62	0.981	1.144	2.167	1.848	1.173
1.460	45.4	92	68.56	79.98	151.47	129.17	82.03	1.001	1.168	2.212	1.886	1.198
1.465	45.8	93	69.79	81.42	154.20	131.49	83.51	1.023	1.193	2.259	1.927	1.224
1.470	46.1	94	71.06	82.90	157.00	133.88	85.03	1.045	1.219	2.309	1.969	1.250
1.475	46.4	95	72.39	84.45	159.94	136.39	86.62	1.068	1.246	2.360	2.012	1.278
1.480	46.8	96	73.76	86.05	162.97	138.97	88.26	1.092	1.274	2.413	2.058	1.307
1.485	47.1	97	75.18	87.70	166.09	141.63	89.95	1.116	1.302	2.466	2.103	1.335
1.490	47.4	98	76.80	89.60	169.69	144.70	91.90	1.144	1.335	2.528	2.156	1.369
1.495	47.8	99	78.52	91.60	173.48	147.93	93.95	1.174	1.369	2.593	2.211	1.404
1.500	48.1	100	80.65	94.09	178.19	151.99	96.50	1.210	1.411	2.672	2.278	1.447

Уд. вѣсъ 15° при 40 въ безвод. простр.	по Бомё.	по Гуадаль.	100 вѣс. частицъ содержатъ					1 литръ содержитъ кагр.				
			N ² O ⁵	NHO ³	кисл. 36° Б.	кисл. 40° Б.	кисл. 48 ¹ / ₂ ° Б.	N ² O ⁵	NHO ³	кисл. 36° Б.	кисл. 40° Б.	кисл. 48 ¹ / ₂ ° Б.
1.501	—	—	81.09	94.60	179.16	152.78	97.03	1.217	1.420	2.689	2.293	1.456
1.502	—	—	81.50	95.08	180.07	153.55	97.52	1.224	1.428	2.704	2.306	1.465
1.503	—	—	81.91	95.55	180.96	154.31	98.00	1.231	1.436	2.720	2.319	1.473
1.504	—	—	82.29	96.00	181.81	155.04	98.46	1.238	1.444	2.735	2.332	1.481
1.505	48.4	101	82.63	96.39	182.55	155.67	98.86	1.244	1.451	2.748	2.343	1.488
1.506	—	—	82.94	96.76	183.25	156.27	99.27	1.249	1.457	2.759	2.353	1.494
1.507	—	—	83.26	97.13	183.95	156.86	99.62	1.255	1.464	2.773	2.364	1.502
1.508	48.5	—	83.58	97.50	184.65	157.47	100.00	1.260	1.470	2.784	2.374	1.508
1.509	—	—	83.87	97.84	185.30	158.01	100.35	1.265	1.476	2.795	2.384	1.514
1.510	48.7	102	84.09	98.10	185.79	158.43	100.62	1.270	1.481	2.805	2.392	1.519
1.511	—	—	84.28	98.32	186.21	158.79	100.84	1.274	1.486	2.814	2.400	1.524
1.512	—	—	84.46	98.53	186.61	159.13	101.06	1.277	1.490	2.822	2.406	1.528
1.513	—	—	84.63	98.73	186.98	159.45	101.26	1.280	1.494	2.829	2.413	1.532
1.514	—	—	84.78	98.90	187.30	159.72	101.44	1.283	1.497	2.835	2.418	1.535
1.515	49.0	103	84.92	99.07	187.63	160.00	101.61	1.287	1.501	2.843	2.424	1.539
1.516	—	—	85.04	99.21	187.89	160.22	101.75	1.289	1.504	2.848	2.429	1.543
1.517	—	—	85.15	99.34	188.14	160.43	101.89	1.292	1.507	2.854	2.434	1.546
1.518	—	—	85.26	99.46	188.37	160.63	102.01	1.294	1.510	2.860	2.439	1.549
1.519	—	—	85.35	99.57	188.58	160.81	102.12	1.296	1.512	2.864	2.442	1.551
1.520	49.4	104	85.44	99.67	188.77	160.97	102.23	1.299	1.515	2.869	2.447	1.554

Азотная кислота, приготовляемая изъ чилийской селитры (NaNO₃), содержитъ иногда іодъ *), для опредѣленія котораго стеклянку наполняютъ на половину испытуемую кислотой, насыщенной угленатріевой солью, прибавляютъ немного сѣрной кислоты и дымящейся азотной кислоты и зажимаютъ надъ уровнемъ жидкости крахмальную бумажку. Въ присутствіи іода бумажка окрашивается черезъ нѣкоторое время въ синій цвѣтъ. Крѣпость азотной кислоты опредѣляютъ съ помощью ареометра *Бомё* и вышеприведенной таблицы *Лунге и Рей*.

Количественное содержаніе HNO₃ въ продажной кислотѣ узнается или посредствомъ опредѣленія удѣльнаго вѣса, или титрованіемъ щелочью въ присутствіи лакмуса, какъ индикатора. *Lunge* и *Marchlewski* (Z. f. angewand. Chemie 1892, стр. 10)

*) Іодъ можетъ находиться въ азотной кислотѣ или въ свободномъ состояніи и тогда присутствіе его легко обнаруживается взбалтываніемъ испытуемой азотной кислоты съ хлороформомъ, или же, что бываетъ гораздо чаще, въ видѣ кислородныхъ соединеній и тогда, для обнаруживанія іода, необходимо ихъ сначала возстановить сѣрнистой кислотой или сѣроводородомъ и затѣмъ прилить хлороформа или сѣроуглерода. Избытокъ сѣрнистой кислоты или сѣроводородной воды сильно вредитъ чувствительности реакціи. А *Hilger* (*Fresenius, Zeitschrift f. analyt. Chemie*, 1875, стр. 398) употребляетъ вмѣсто хлороформа сѣроуглеродъ, а для выдѣленія изъ нея свободнаго іода онъ совѣтуетъ прибавить къ испытуемой азотной кислотѣ немного оловянныхъ стружекъ. Послѣдніи, дѣйствуя на HNO₃, выдѣляютъ изъ нея окись азота или азотную кислоту, которая энергично возстановляетъ іодноватую кислоту. Слабое нагреваніе ускоряетъ реакцію.

совѣтуютъ поступать такъ: изъ бюретки выливаютъ 10 к. с. изслѣдуемой кислоты въ холодную воду, добавляютъ воды до 100 к. с., берутъ нѣкоторое опредѣленное количество этой жидкости и титруютъ.

Употребленіе. Азотная кислота служитъ для растворенія металловъ, окисловъ, сѣрнистыхъ соединений и т. д. Кромѣ того она служитъ также и окисляющимъ средствомъ, напр. для превращенія закисныхъ соединений желѣза, олова, въ окисныя и т. д. Одна или въ смѣси съ сѣрной она употребляется для питрованія органическихъ соединений *).

Продажная азотная кислота. Въ продажѣ азотная кислота встрѣчается различнаго удѣльнаго вѣса; продаваемая даже за чистую (*acidum nitricum purum*) часто содержитъ сѣрную; въ продажной нечистой азотной кислотѣ находятся въ большомъ количествѣ хлоръ, желѣзо, сѣрная кислота, мышьякъ, азотистая и іодноватая кислоты.

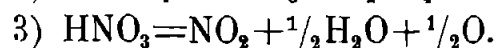
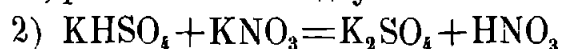
4. Азотная кислота (красная, дымящаяся), $\text{HNO}_3 + \text{NO}_2$.

Acidum nitricum fumans.

Приготовленіе. Красную дымящуюся азотную кислоту получаютъ, перегоняя обыкновенную азотную кислоту съ избыткомъ сѣрной или, разлагая селитру половиннымъ количествомъ крѣпкой сѣрной кислоты. Реакція идетъ при умѣренномъ нагреваніи и сперва получается нормальная азотная кислота и кислый сѣрнокислый калий:



При дальнѣйшемъ болѣе сильномъ нагреваніи образовавшійся KHSO_4 дѣйствуетъ на оставшуюся селитру: образуется опять азотная кислота, которая, при повышеніи температуры выше 256° , разлагается на двуокись азота (NO_2), кислородъ и H_2O :



Двуокись азота растворяется въ образовавшейся въ первой стадіи реакціи азотной кислотѣ. На практикѣ для полученія дымящейся азотной кислоты пользуются ретортой, которую

*) HNO_3 употребляется также въ микроскопической техникѣ, хотя сравнительно рѣдко, напр. при изслѣдованіи сферокристалловъ игулина для выясненія строенія: для проявленія межклеточнаго вещества, которое отъ нея желтѣетъ; для обнаруженія бѣлковыя вещества, которыя отъ HNO_3 (съ послѣдующимъ смачиваніемъ воднымъ амміакомъ) принимаютъ также желтую окраску. Съ бертолетовой солью употребляется для извлеченія древесиннаго вещества (*лигнинъ*) и для разъединенія клетокъ. См. Мацерація Шульца.