

Аміяк — бясколерны газ, з рэзкім характэрным пахам, добра растваральны ў вадзе.

Аміяк акісляецца кіслародам, выяўляючы пры гэтым аднаўленчыя ўласцівасці.

Аміяк уступае ў рэакцыі злучэння з вадой і кіслотамі.



Пытанні і заданні

1. Пeralічыце фізічныя ўласцівасці аміяку.
2. З якімі рэчывамі аміяк уступае ў рэакцыі злучэння?
3. Якімі ўласцівасцямі валодае раствор аміяку ў вадзе?
4. Як растлумачыць добрую растваральнасць аміяку ў вадзе?
5. У пасудзіну з парай аміяку ўносяць кавалчак паперы, змочаны раствором індыкатару: а) лакмусу; б) метыларанжу; в) фенолфталеіну. Як змяняецца афарбоўка паперы ў кожным выпадку?
6. У вадзе аб'ёмам 24,9 см³ раствараны аміяк аб'ёмам 6,72 дм³ (н. у.). Вызначыце масавую долю NH₃ у атрыманым раствору.
7. Запішыце ўраўненні рэакцый, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні:
 - а) NH₃ → NH₄Cl → NH₄NO₃ → NH₃;
 - б) NH₃ → (NH₄)₂SO₄ → NH₄Cl → NH₃.
8. Вылічыце масу солі, якая ўтварылася пры ўзаемадзеянні хлоравадароду масай 7,3 г з аміякам аб'ёмам 5,6 дм³ (н. у.).

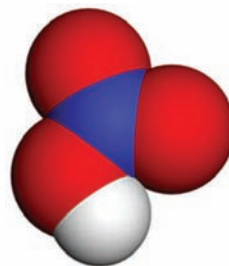
Рыхтуемса да алімпіяд

Разлічыце хімічную колькасць і аб'ём (н. у.) аміяку, неабходнага для поўнай нейтралізацыі сернай кіслаты ў яе водным раствору масай 120 г, калі $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20\%$.

§ 25. Азотная кіслата

Азотная кіслата HNO₃ была адкрыта алхімікамі ў ранняе Сярэднявекі. У XVII ст. нямецкі хімік Іаган Рудольф Глаўбер атрымаў канцэнтраваную азотную кіслату пры ўзаемадзеянні сернай кіслаты з нітра-там калію (каліевай салетрай). Метад Глаўбера ўжываўся да пачатку XX ст. У цяперашні час у прамысловасці азотную кіслату ў вялікіх маштабах атрымліваюць, выкарыстоўваючы ў якасці зыходнага рэчыва аміяк.

Мал. 73. Мадэль малекулы азотнай кіслаты



Мадэль малекулы азотнай кіслаты паказана на малюнку 73.

Фізічныя ўласцівасці азотнай кіслаты

Азотная кіслата HNO_3 — бясколерная вадкасць з рэзкім удушлівым пахам, добра раствараецца ў вадзе, змешваецца з ёй у любых суадносінах. Пара азотнай кіслаты таксічная, таму абыходзіцца з кіслатай трэба з асцярожнасцю.

Азотная кіслата — моцны электраліт, у водным раствору практычна цалкам дысацыіруе на іоны:



Прысутнасць у разведзеным водным раствору HNO_3 іонаў вадароду можна выявіць па змяненні афарбоўкі індыкатару: лакмус афарбоўваецца ў чырвоны колер (мал. 74).



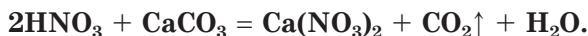
Мал. 74. Змяненне афарбоўкі індыкатару ў раствору азотнай кіслаты

Хімічныя ўласцівасці азотнай кіслаты

Падобна да іншых кіслот, азотная кіслата ўступае ў рэакцыі з асноўнымі аксідамі і асновамі. Пры гэтым утвараюцца солі азотнай кіслаты — **нітраты**:



Азотная кіслата як моцная кіслата ўзаемадзейнічае з солямі больш слабых кіслот. На малюнку 75 паказана растварэнне ракавіны малюска, якая складаецца ў асноўным з карбанату кальцыю, пад дзеяннем азотнай кіслаты з вылучэннем вуглякіслага газу:



Азотная кіслата выяўляе **акісляльныя** ўласцівасці ў адносінах да *металаў*, але ў адносінах ад іншых кіслот рэагуе з большасцю



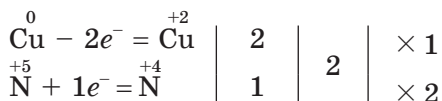
Мал. 75. Растварэнне ракавіны азотнай кіслатай



Мал. 76. Узаемадзеянне медзі з канцэнтраванай азотнай кіслатай

металаў, акрамя высакародных. Пры гэтым **вадарод звычайна не вылучаецца**.

Прадуктамі ўзаемадзеяння азотнай кіслаты з металамі з'яўляюцца нітраты металаў і злучэнні азоту са ступенню акіслення атамаў меншай, чым у азотнай кіслаце. Напрыклад, калі змясціць у колбу абрэзкі меднага дроту і асцярожна (у выцяжнай шафе!) прыліць да іх канцэнтраваную азотную кіслату, то адразу пачне вылучацца «буры газ» — аксід азоту(IV) (мал. 76):



Адзін аб'ём азотнай і тры аб'ёмы салянай кіслаты ўтвараюць сумесь, якую называюць *царскай гарэлкай*. Яна здольная раствараць нават «цара металаў» — *золата*.

Азотная кіслата здольная акісляць і іншыя рэчывы, як неарганічныя, так і арганічныя. Таму з азотнай кіслатай трэба абыходзіцца вельмі асцярожна: не праліваць, не дапускаць пападання на скуру (азотная кіслата рэагуе з бялкамі, у выніку чаго на скуры ўтвараюцца жоўтыя плямы), на адзенне (разбураюцца шэрсць і натуральны шоўк).

Азотная кіслата — бясколерная вадкасць з рэзкім удушлівым пахам, якая добра раствараецца ў вадзе.

Азотная кіслата ўступае ў рэакцыі з асноўнымі аксідамі, асновамі і солямі.

Азотная кіслата выяўляе акісляльныя ўласцівасці пры ўзаемадзеянні з металамі.



Пытанні і заданні

1. Рэчыва, атрыманае пры ўзаемадзеянні каліёвай салетры з сернай кіслатай, алхімік Глаўбер назваў «спірытус нутры» — «дух салетры». Якая сучасная назва гэтага рэчыва? Напішыце ўраўненне рэакцыі яго атрымання.

2. Пeralічыце фізічныя ўласцівасці азотнай кіслаты.
3. Як змяняецца ў водным раствору азотнай кіслаты афарбоўка індыкатараў: а) фенолфталеіну; б) лакмусу; в) метылавага аранжавага? Пра што сведчыць такая змена афарбоўкі?
4. Прывядзіце прыклады рэакцый абмену з удзелам азотнай кіслаты. Складзіце адпаведныя хімічныя ўраўненні.
5. Разлічыце масы азотнай кіслаты і вады, якія неабходна ўзяць для прыгатавання раствору масай 800 г з масавай доляй кіслаты, роўнай 0,05. Вызначыце малярную канцэнтрацыю кіслаты ў атрыманым раствору, калі яго шчыльнасць роўна 1 г/см³.
6. Разлічыце аб'ём (н. у.) вуглякіслага газу, які вылучыцца ў выніку рэакцыі азотнай кіслаты хімічнай колькасцю 3 моль з карбанатам кальцыю.
7. Вызначыце масу раствору з масавай доляй азотнай кіслаты, роўнай 62 %, неабходнага для поўнага растварэння медзі масай 64 г.
8. Напішыце ўраўненні рэакцый, у выніку якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні: азотная кіслата → нітрат медзі(II) → медзь → аксід медзі(II) → хларыд медзі(II).

Рыхтуемса да алімпіяд

На нейтралізацыю гідраксіду калію масай 48 г затрачаны раствор азотнай кіслаты аб'ёмам 500 см³ са шчыльнасцю, роўнай 1 г/см³. Разлічыце масавую долю і малярную канцэнтрацыю азотнай кіслаты ў дадзеным раствору.

§ 26. Нітраты. Ужыванне азотнай кіслаты і нітратаў

Азотная кіслата — аднаасноўная кіслата, якая ўтварае солі **нітраты**.

Нітраты

З папярэдняга параграфу вы ўжо ведаеце, што нітраты ўтвараюцца пры ўзаемадзеянні азотнай кіслаты з рознымі хімічнымі рэчывамі: металамі, аксідамі і гідраксідамі металаў, солямі слабых кіслот.

Пры звычайных умовах нітраты — цвёрдыя крышталічныя рэчывы. Усе яны добра раствараюцца ў вадзе.

Нітраты з'яўляюцца моцнымі электралітамі. Пры дысацыяцыі гэтых солей у якасці катыёнаў утвараюцца іоны металаў (або амонію), а ў якасці аніёнаў — нітрат-іоны:

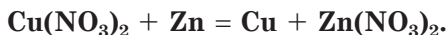


Нітраты шчолачных, шчолачназямельных металаў і амонію называюць **салетрамі**. Напрыклад, KNO_3 — *калійная салетра*, NH_4NO_3 — *аміячная салетра*, NaNO_3 — *натрыевая салетра*, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — *кальцыевая*

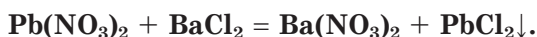
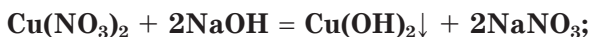
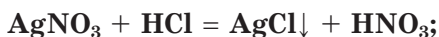
салетра. Гэта звязана з тым, што салетры выкарыстоўваюцца ў якасці ўгнаенняў.

У вялікіх колькасцях нітраты ядавітыя.

Нітраты ўдзельнічаюць ва ўсіх абменных рэакцыях, характэрных для солей. Яны ўзаемадзейнічаюць з металамі, пры гэтым больш актыўны метал выпяняе менш актыўныя з раствораў іх солей:



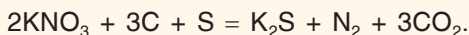
Рэакцыі з кіслотамі, шчолачамі і солямі працякаюць, калі ў выніку ўтвараюцца нерастваральныя злучэнні, а нітрат-іоны застаюцца ў растворах, напрыклад:



Усе нітраты тэрмічна няўстойлівыя. Пры награванні яны раскладаюцца з утварэннем кіслароду. Падрабязней з гэтымі рэакцыямі вы пазнаёміцеся ў курсе хіміі 11-га класа.



У цвёрдым выглядзе ўсе нітраты — моцныя акісляльнікі, якія ўваходзяць у састаў піратэхнічных сумесей. Самая вядомая — *чорны порох* — уяўляе сабой сумесь калійнай салетры, вугляроду і серы:



Чорны порох з'явіўся ў Кітаі ў сярэдзіне XI ст. і ўжываўся для «агнявых дзід» і феерверкаў. У Еўропу трапіў толькі ў XIII ст. У 1650 г. беларус Казімір Семяновіч выдаў трактат «Вялікае мастацтва артылерыі, частка першая», у якім цэлы раздзел прысвяціў вырабу чорнага пороху (гл. мал.). Кніга была перакладзена на шмат якія еўрапейскія мовы і ледзь не два стагоддзі заставалася самай папулярнай навуковай працай па артылерыі. У свой час па кнізе Казіміра Семяновіча вучыліся Ньютан, расійскі імператар Пётр I і французскі імператар Напалеон I. Заснавальнік расійскай касманаўтыкі К. Э. Цыялкоўскі спасылаўся ў некаторых сваіх працах на працы Казіміра Семяновіча.



Ужыванне азотнай кіслаты і нітратаў

Азотная кіслата шырока выкарыстоўваецца для атрымання мінеральных угнаенняў, лекавых прэпаратаў, выбуховых рэчываў і ракетнага паліва, палімерных матэрыялаў, фарбавальнікаў і да т. п.

Вельмі шырокія і галіны ўжывання нітратаў. Яны выкарыстоўваюцца ў якасці ўгнаенняў, як акісляльнікі — у піратэхнічных сумесях, для вырабу шкла.

Нітрат серабра(I) AgNO_3 (ляпіс) ужываюць як супрацьмікробны і супрацьзапаленчы сродак.



Нітраты выкарыстоўваюцца для апрацоўкі і кансервавання харчовых прадуктаў. Так, нітрат натрыю NaNO_3 у строга вызначанай колькасці дабаўляюць у мяса пры вырабе каўбас. Ён аднаўляецца мікраарганізмамі да нітрыту натрыю NaNO_2 , які перашкаджае акісленню мяса і спрыяе захаванню ружовага колеру мясных вырабаў. Прысутнасць нітрытаў у каўбасе неабходная яшчэ і па іншай прычыне: яны прадухіляюць развіццё мікраарганізмаў, якія вылучаюць ядавітыя рэчывы.

Солі азотнай кіслаты называюцца нітратамі.

Нітраты — цвёрдыя крышталічныя рэчывы, якія добра раствараюцца ў вадзе.

Нітраты ўдзельнічаюць ва ўсіх абменных рэакцыях, характэрных для солей.

Азотная кіслата і нітраты знаходзяць шырокае практычнае ўжыванне.



Пытанні і заданні

1. Пералічыце фізічныя ўласцівасці нітратаў.
2. Якія іоны ўтвараюцца пры дысацыяцыі солей азотнай кіслаты ў вадзе?
3. Запішыце формулы калійнай, кальцыевай і натрыевай салетры. Разлічыце масавую долю азоту ў кожным з названых рэчываў.
4. Запішыце ўраўненні рэакцый атрымання солей азотнай кіслаты пры яе ўзаемадзеянні з: а) аксідамі металаў; б) гідраксідамі металаў; в) солямі. Пакажыце ўмовы працякання гэтых рэакцый.
5. У раствор нітрату серабра(I) была апушчана пласцінка цынку. Праз некаторы час маса пласцінкі змянілася. Раствлумачце чаму.
6. Азотная кіслата і яе растворы выкарыстоўваюцца ў ювелірнай справе для вызначэння саставу сплаваў з каштоўных металаў (г. зн. іх пробы).

Так, для ўстанаўлення 375-й пробы золата выкарыстоўваюць раствор з масавай доляй азотнай кіслаты, роўнай 59,5 % (шчыльнасць раствору 1,4 г/см³). Вызначыце малярную канцэнтрацыю кіслаты ў дадзеным раствору.

- У якасці супрацьзапаленчага сродку пры хранічным гастрыце і язве страўніка пацыентам назначаюць 0,06%-ы раствор AgNO₃. Разлічыце масу і хімічную колькасць нітрату серабра(I), неабходнага для прыгатавання такога раствору аб'ёмам 500 см³ са шчыльнасцю 1 г/см³.
- Карыстаючыся тэкстам параграфу і інфармацыяй з Інтэрнэту, складзіце схемы ўжывання: а) азотнай кіслаты; б) нітратаў. Па складзеных схемах падрыхтуце апавяданне пра ўжыванне гэтых рэчываў.

§ 27. Фосфар — хімічны элемент і простае рэчыва

У перыядычнай сістэме хімічных элементаў неметал **фосфар Р** размешчаны ў трэцім перыядзе ў VA-групе. Разгледзім уласцівасці гэтага хімічнага элемента і ўтвараемых ім простых рэчываў больш падрабязна.

Фосфар у прыродзе

З прычыны высокай хімічнай актыўнасці фосфар у прыродзе ў свабодным выглядзе не сустракаецца. У глебе і ў горных пародах ён змяшчаецца ў выглядзе солей фосфарнай кіслаты — **фасфатаў**. Так, фасфат кальцыю Са₃(РО₄)₂ з'яўляецца асноўным кампанентам мінералу апатыту (мал. 77). У выглядзе злучэнняў фосфар уваходзіць у састаў касцявой, мышачнай і нервовай тканак чалавека і жывёл. У арганізме дарослага чалавека змяшчаецца каля 0,75 кг гэтага элемента. Шмат злучэнняў фосфару ў нервовых клетках, што дазволіла вядомаму геахіміку А. Я. Ферсману назваць фосфар «элементам мыслення».



У касцях чалавека і пазваночных жывёл вялікая колькасць фосфару змяшчаецца менавіта ў выглядзе фасфату кальцыю. Раслінам фосфар неабходны для фарміравання і развіцця насення і пладоў.

Фосфар паступае ў арганізмы чалавека і жывёл з расліннай ежай і прадуктамі харчавання. Расліны, у сваю чаргу, засвойваюць фосфар з глебы.

Мал. 77. Апатыт

§ 39. Паняцце пра выхад прадукту хімічнай рэакцыі

На практыцы пры правядзенні хімічных рэакцый звычайна атрымліваецца некалькі меншая колькасць прадукту, чым разлічаная тэарэтычна ў адпаведнасці з ураўненнем рэакцыі. Гэта можа адбывацца па некалькіх прычынах.

Шмат якія хімічныя рэакцыі абарачальныя, г. зн. працякаюць не да канца. Страты рэчываў могуць быць таксама абумоўлены іх выпарэннем, частковым растварэннем (бо абсалютна нерастваральных рэчываў няма), стратамі пры ўпарванні або фільтраванні раствораў і да т. п. Немалаважнае значэнне мае абсталяванне, з дапамогай якога ажыццяўляецца хімічная рэакцыя. Негерметычнасць абсталявання, у якім праходзяць хімічныя працэсы, заўсёды прыводзіць да страт газападобных рэчываў. І нарэшце, частка рэчываў можа не ўступіць у рэакцыю або ўтварыць пры ўзаемадзеянні пабочныя прадукты.

Для ацэнкі паўнаты працякання працэсу карыстаюцца паняццем **выхад прадукту хімічнай рэакцыі**. Яно падобнае да паняцця «каэфіцыент карыснага дзеяння», якое ўжываецца ў фізіцы для характарыстыкі працэсаў пераўтварэння і выкарыстання энергіі, работы розных рухавікоў і механізмаў.

Выхад прадукту хімічнай рэакцыі абазначаецца літарай грэчаскага алфавіта η (*эта*). Ён уяўляе сабой велічыню, роўную адносіне рэальна атрыманай, г. зн. *практычнай масы рэчыва* ($m_{\text{практ}}$) да масы гэтага рэчыва, разлічанай па ўраўненні рэакцыі, г. зн. да яго тэарэтычнай масы ($m_{\text{тэар}}$):

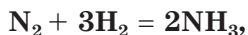
$$\eta = \frac{m_{\text{практ}}}{m_{\text{тэар}}}.$$

Выхад прадукту хімічнай рэакцыі — безразмерная велічыня, напрыклад: $\eta(\text{CaO}) = 0,75$, або 75 %.

Паколькі маса рэчыва прапарцыянальная яго хімічнай колькасці, то выхад прадукту рэакцыі можна вызначаць і як адносіну адпаведных хімічных колькасцей рэчыва або аб'ёмаў (для газаў):

$$\eta = \frac{m_{\text{практ}}}{m_{\text{тэар}}}, \quad \eta = \frac{V_{\text{практ}}}{V_{\text{тэар}}}.$$

Напрыклад, калі вядома, што ў рэакцыі сінтэзу аміяку



выхад прадукту складае 0,75 ($\eta = 0,75$, або 75 %), то гэта азначае, што з азоту масай 28 г (аб'ёмам 22,4 дм³, хімічнай колькасцю 1 моль) мы атрымаем аміяк масай не 34 г (аб'ёмам 44,8 дм³, хімічнай колькасцю 2 моль), а масай $34 \text{ г} \cdot 0,75 = 25,5 \text{ г}$ (аб'ёмам 33,6 дм³, хімічнай колькасцю 1,5 моль).

Такім чынам, **выхад прадукту рэакцыі** — гэта велічыня, роўная адносіне рэальна атрыманай масы (хімічнай колькасці, аб'ёму) рэчыва да масы (хімічнай колькасці, аб'ёму) гэтага рэчыва, разлічанай па ўраўненні рэакцыі.

Велічыня выхаду прадукту рэакцыі не можа перавышаць 100 %. Калі выхад роўны 100 %, то гавораць, што рэакцыя працякае *колькасна*. У гэтым выпадку

$$m_{\text{практ}} = m_{\text{тэар}}; \quad n_{\text{практ}} = n_{\text{тэар}}; \quad V_{\text{практ}} = V_{\text{тэар}}.$$

Акрамя выразу «выхад прадукту хімічнай рэакцыі», часта выкарыстоўваюць і больш кароткія формы гэтага паняцця: «выхад прадукту», «выхад рэакцыі», «рэакцыя працякае з 90 %-м выхадам».

На практыцы часта даводзіцца разлічваць хімічную колькасць, масу ці аб'ём прадукту рэакцыі, калі яго выхад адрозніваецца ад 100 %, або, наадварот, вызначаць выхад прадукту рэакцыі. Разгледзім тыпы разлікаў з выкарыстаннем гэтага паняцця.

Тып 1. Дадзены масы (аб'ёмы, хімічныя колькасці) зыходнага рэчыва і прадукту рэакцыі. Патрабуецца вызначыць выхад прадукту рэакцыі.

Прыклад. Пры гартаванні гідраксиду алюмінію $\text{Al}(\text{OH})_3$ масай 93,6 г атрыманы аксід алюмінію Al_2O_3 масай 52,02 г. Вызначыце выхад прадукту рэакцыі.

Дадзена:

$$m(\text{Al}(\text{OH})_3) = 93,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{практ}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 52,02 \text{ г}$$

$$\eta(\text{Al}_2\text{O}_3) = ?$$

Рашэнне

1. Вызначаем малярныя масы гідраксиду і аксиду алюмінію:

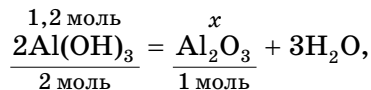
$$M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 27 + 3 \cdot 16 + 3 \cdot 1 = 78 \text{ (г/моль)}.$$

$$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102 \text{ (г/моль)}.$$

2. Знаходзім хімічныя колькасці гідраксиду і аксиду алюмінію:

$$n(\text{Al}(\text{OH})_3) = \frac{93,6 \text{ г}}{78 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль}; \quad n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{52,02 \text{ г}}{102 \text{ г/моль}} = 0,51 \text{ моль}.$$

3. Запісваем ураўненне рэакцыі раскладання гідраксиду алюмінію і выконваем разлік тэарэтычнай хімічнай колькасці (x) і тэарэтычнай масы атрыманага аксиду алюмінію:



адкуль атрымліваем: $x = 0,6$ моль. Гэта — $n_{\text{тэар}}(\text{Al}_2\text{O}_3)$.

Тады тэарэтычная маса аксиду алюмінію складзе:

$$m_{\text{тэар}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = n_{\text{тэар}}(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,6 \text{ моль} \cdot 102 \text{ г/моль} = 61,2 \text{ г}.$$

4. Вызначаем выхад прадукту рэакцыі (двума спосабамі):

$$\text{а) } \eta(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m_{\text{практ}}(\text{Al}_2\text{O}_3)}{m_{\text{тэар}}(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{52,02 \text{ г}}{61,2 \text{ г}} = 0,85, \text{ або } 85 \%.$$

$$\text{б) } \eta(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{n_{\text{практ}}(\text{Al}_2\text{O}_3)}{n_{\text{тэар}}(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{0,51 \text{ моль}}{0,6 \text{ моль}} = 0,85, \text{ або } 85 \%.$$

Адказ: выхад прадукту рэакцыі роўны 85 %.

Тып 2. Дадзены маса (аб'ём, хімічная колькасць) зыходнага рэчыва і выхад прадукту рэакцыі. Патрабуецца вызначыць масу (аб'ём, хімічную колькасць) прадукту рэакцыі.

Прыклад. Разлічыце масу нітрату амонію NH_4NO_3 , які можа быць атрыманы з аміяку аб'ёмам $4,48 \text{ м}^3$ (н. у.) і неабходнай колькасці азотнай кіслаты, калі выхад прадукту складае 90 %?

Дадзена:

$$V(\text{NH}_3) = 4,48 \text{ м}^3 = 4480 \text{ дм}^3$$

$$\eta(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 90 \%$$

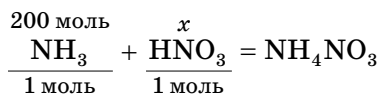
$$m_{\text{практ}}(\text{NH}_4\text{NO}_3) = ?$$

Рашэнне

1. Знойдзем хімічную колькасць аміяку:

$$\begin{aligned} n(\text{NH}_3) &= \frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} = \\ &= \frac{4480 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 200 \text{ моль}. \end{aligned}$$

2. Складзём ураўненне рэакцыі і разлічым тэарэтычную хімічную колькасць NH_4NO_3 :



$$x = \frac{200 \cdot 1}{1} = 200 \text{ моль } \text{NH}_4\text{NO}_3. \text{ Гэта — } n_{\text{тэар}}(\text{NH}_4\text{NO}_3).$$

3. Знаходзім тэарэтычную масу NH_4NO_3 :

$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 2 \cdot 14 + 4 \cdot 1 + 3 \cdot 16 = 80 \text{ (г/моль)}.$$

$$m_{\text{тэар}}(\text{NH}_4\text{NO}_3) = n_{\text{тэар}}(\text{NH}_4\text{NO}_3) \cdot M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \\ = 200 \text{ моль} \cdot 80 \text{ г/моль} = 16\,000 \text{ г}.$$

4. З формулы для вызначэння выхаду прадукту рэакцыі выражаем $m_{\text{практ}}$ і выконваем разлік:

$$\eta = \frac{m_{\text{практ}}}{m_{\text{тэар}}}, \text{ адкуль } m_{\text{практ}} = \eta \cdot m_{\text{тэар}} = 0,9 \cdot 16\,000 \text{ г} = 14\,400 \text{ г} = 14,4 \text{ кг}.$$

Адказ: практычная маса нітрату амонію роўна 14,4 кг.

Тып 3. Дадзены маса (аб'ём, хімічная колькасць) прадукту і выхад прадукту. Патрабуецца вызначыць масу (аб'ём, хімічную колькасць) зыходнага рэчыва.

Прыклад. Вызначыце аб'ём (н. у.) вадароду, які спатрэбіцца для атрымання аміяку аб'ёмам $13,44 \text{ м}^3$ (н. у.), калі яго практычны выхад роўны 20 %.

Дадзена:

$$V_{\text{практ}}(\text{NH}_3) = 13,44 \text{ м}^3$$

$$\eta(\text{NH}_3) = 20 \% = 0,2$$

$$V(\text{H}_2) = ?$$

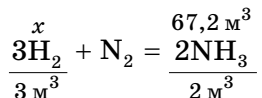
Рашэнне

1. Разлічым тэарэтычны аб'ём аміяку:

$$\eta = \frac{V_{\text{практ}}}{V_{\text{тэар}}}; \text{ адкуль } V_{\text{тэар}} = \frac{V_{\text{практ}}}{\eta};$$

$$V_{\text{тэар}}(\text{NH}_3) = \frac{V_{\text{практ}}(\text{NH}_3)}{\eta} = \\ = \frac{13,44 \text{ м}^3}{0,2} = 67,2 \text{ м}^3.$$

2. Складзём ураўненне рэакцыі сінтэзу аміяку і разлічым аб'ём (x) вадароду:



$$x = \frac{3 \cdot 67,2}{2} = 100,8 \text{ м}^3. \text{ Гэта — } V(\text{H}_2).$$

Адказ: для сінтэзу аміяку спатрэбіцца вадарод аб'ёмам $100,8 \text{ м}^3$.

Выхад прадукту рэакцыі — гэта велічыня, роўная адносіне рэальна атрыманай у выніку рэакцыі масы (хімічнай колькасці, аб'ёму) рэчыва да масы (хімічнай колькасці, аб'ёму) гэтага рэчыва, разлічанай па ўраўненні рэакцыі.



Пытанні і заданні

1. Чаму на практыцы звычайна атрымліваецца меншая колькасць прадукту, чым разлічаная тэарэтычна па ўраўненні рэакцыі?
2. Як разлічваюць выхад прадукту хімічнай рэакцыі?
3. Пры акісленні аксіду серы(IV) аб'ёмам (н. у.) $17,92 \text{ дм}^3$ утварыўся аксід серы(VI) масай 60 г. Вызначыце выхад прадукту рэакцыі ў працэнтах.
4. Пры сплаўленні аксіду крэмнію(IV) з карбанатам натрыю хімічнай колькасцю 5 моль атрымалі сілікат натрыю і вуглякіслы газ аб'ёмам (н. у.) $89,6 \text{ дм}^3$. Вызначыце выхад вуглякіслага газу.
5. Знайдзіце аб'ём (н. у.) аміяку, неабходны для атрымання сульфату амонію масай 26,4 г, калі яго выхад роўны 80 %.
6. Разлічыце аб'ём (н. у.) паветра, які неабходны для атрымання аксіду серы(IV) аб'ёмам (н. у.) $85,12 \text{ дм}^3$ з прыроднай серы, калі выхад SO_2 складае 90 %.
7. Пры ўзаемадзеянні аксіду крэмнію(IV) з аксідам кальцыю атрымалі сілікат кальцыю масай 200 кг, што склала 93 % ад тэарэтычна магчымага. Вызначыце хімічную колькасць аксіду кальцыю, які ўступіў у рэакцыю.
8. Вапняк складаецца з карбанату кальцыю і прымесей, масавая доля якіх роўна 15 %. Разлічыце масу вапняку, пры гартаванні якога вылучыцца вуглякіслы газ аб'ёмам 80 дм^3 (н. у.), калі яго выхад роўны 90 %.