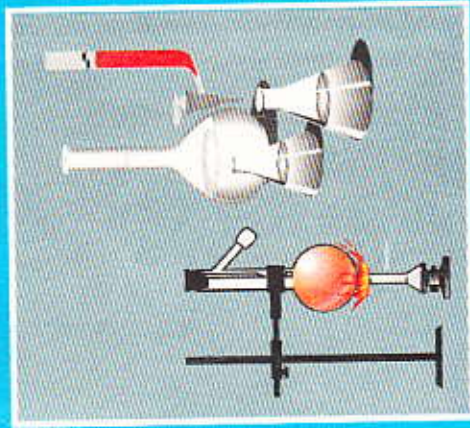


SH. SH. DAMINOVA, H.H. TO'RAYEV,  
S.K. ALIYOROVA

# ANORGANIK KIMYODAN LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI



SH. SH. DAMINOVA, X. X. TO'RAYEV,  
S. X. ALIYOROVA

# ANORGANIK KIMYODAN LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim  
vazirligi tomonidan (5440400 — «Kimyo») bakalavriat  
ta'lim yo'nalishi talabalari uchun kimyo fanidan  
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan



TOSHKENT — «O'ZBEKISTON» — 2006

24.1 / 69038  
D-14 / С.Х. Алиёрова  
Анонимно кимё  
ган лабораториясе  
сифатсиз оқуғу  
2015 11/3  
1160

11/3

Taqrizchilar: K.f.d., professor K. M. AHMEROV  
k.f.n., dotsent G. J. MUQIMOVA,  
Mas'ul muharrir: K.f.d., professor T. A. AZIZOV  
Muharrir: R. S. TOIROVA

O'quv qo'llanma. «Anorganik kimyo» kursi o'quv dasturi asosida yozilgan bo'lib, universitetlarning kimyo fakulteti bakalavrlari uchun anorganik kimyo fanidan laboratoriya mashg'ulotlari olib borishga mo'ljallangan. Qo'llanmadan boshqa oliy o'quv yurtlarining talabalarida hamda ilmiy-tekshirish laboratoriyalarida ishlaydigan xodimlar ham foydalanishi mumkin. O'quv qo'llanmada har qaysi mavzuga oid nazariy ma'lumotlar, tajribalar, masala va mashqlar, nazorat savollari berilgan.

Данное учебное пособие написано в соответствии с учебной программой курса «Неорганическая химия» для преподавания лабораторных занятий по неорганической химии. Пособие предназначено для бакалавров химического факультета высших учебных заведений. В пособии к каждой теме даны теоретические сведения. Методический аппарат пособия снабжен задачами и примерами, контрольными вопросами.

The edition shall be intended for conducting laboratory work on nonorganic chemistry for bachelors of chemical faculty of the University as well students of other higher educational schools, search laboratory workers. It is compiled on the basis of the academic program and includes theoretical information, experiments, exercises, additional questions.

#### Daminova Sh.Sh. va boshq.

Anorganik kimyodan laboratoriya mashg'ulotlari: Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalarini uchun o'quv qo'llanma/Sh.Sh. Daminova, X.X. To'rayev, S.X. Aliyorova. — T.: O'zbekiston, 2006. — 96 b.  
1. Avtoridosh.

BBK 24.1ya73

ISBN 5-640-02044-X

A 1703000000-143  
351(04)2006 2006

© «O'ZBEKISTON», NMIU, 2006-y.

## KIRISH

Kimyo fanini o'zlashtirish uchun talabalarda nazariy zamin yaratish, ilmiy dunyoqarashni shakllantirish, o'qitish jarayonida zamonaviy nazariy fikrlarni rivojlantirish g'oyatda muhimdir. Anorganik kimyo fani ko'p jihatdan tajribaga asoslangan fandır. Bu fanni o'rganish uchun faqat nazariy bilimlar yetarli bo'lmay, amaliy mashg'ulotlar olib borish, olingan natijalar asosida xulosalar chiqarish va ularni nazariy bilimlar bilan taqqoslash, shuningdek, talabalarning fan nuqtai nazaridan fikr yuritish, mustaqil fikrlash va muammolarni hal qilish qobiliyatlarini oshirishda amaliy mashg'ulotlar muhim ahamiyat kasb etadi. Anorganik kimyo bo'yicha bajariladigan laboratoriya-amaliy mashg'ulotlarida talabada laboratoriya asbob-uskunalarini va idishlari bilan ishlashda dastlabki ko'nikmalar hosil bo'ladi hamda uncha murakkab bo'lmagan tajribalarni o'tkazish uchun sharoit yaratiladi. Shuni ta'kidlash lozimki, nazariy bilimlar hamda o'quv materiallarini mukammal o'zlashtirish laboratoriya mashg'ulotlarini to'g'ri va aniq bajarishda muhim rol o'ynaydi. Laboratoriya ishlarini ma'ruzalardan olingan nazariy bilimlarni mustahkamlash uchun ketma-ket olib borish kerak, shuningga mustaqil ishlash unumli va foydali bo'ladi.

Ushbu o'quv qo'llanma universitetlarning kimyo fakulteti talabalarini uchun mo'ljallangan bo'lib, anorganik kimyo fanining o'quv dasturiga to'liq mos keladi.

Qo'llanmada tajribalarning tafsiloti bilan birga har bir laboratoriya ishi uchun qisqacha nazariy ma'lumotlar, savollar va masalalar berilgan bo'lib, ular bajarilgan ishini chuqur o'zlashtirishga, nazariy bilimlarni mustahkamlab, yuqori bosqichlarda o'qitiladigan analitik, organik, fizik va kolloid kimyo kabi fanlarni o'zlashtirish uchun zamin tayyorlaydi.

## *I-bob* **UMUMIY QISM**

### **1.1. KIMYO LABORATORIYALARIDA ISHLASH TARTIBI**

Kimyo laboratoriyalarida ishlayotgan har bir talaba quyidagi qoidalarga qat'iy rioya qilishi kerak:

1. Laboratoriyada har bir talaba uchun alohida ish joyi belgilanadi. Ish joyida tartib va tozalikni saqlash kerak;
2. Laboratoriyada xalat kiyib ishtanadi, u yerda ovqatlanish, chekish va baland ovozda gaplashish qat'iy man etiladi;
3. Har bir laboratoriya ishidan oldin, talaba shu ishga tegishli nazariy materiallarni o'rganishi kerak hamda yo'riqnomaga bilan chuqur tanishishi, noaniq savollarni hal qilgandan so'ng tajribani boshlashi lozim;
4. Tajriba uchun zarur bo'lgan kimyoviy reaktivlar va asbob-uskunalarining mavjudligi aniqlangandan keyin tajribani boshlash kerak;
5. Tajribaning borishini diqqat bilan kuzatib, uning hamma tafsilotlarini bilib oling, natijalarni ish daftarin-gizga yozib boring. Lozim bo'lsa asbobning rasmini chizing;
6. Elektr toki, gaz, suv va reaktivlar tejamkorlik bilan ishlatilishi lozim. Tajribalar uchun juda kam miqdorda moddalar oling. Ishlatilmay qolgan yoki ortiqcha olingan reaktivlarni qaytarib idishiga solish mumkin emas;
7. Ishlatilgandan so'ng barcha reaktiv va eritmalar saqlanadigan idishlar qopqog'ini yopib qo'ying. Reaktivlarni idishlari bilan kitob va daftarlari ustiga qo'yish man etiladi.

Barcha o'tkazilgan tajribalar natijalari laboratoriya jurnaliga (daftoriga) yoziladi. Unda aynan shu ishni bajarish uchun zarur bo'lgan nazariy ma'lumotlar, kuza-tishlar, reaksiya tenglamalari, hisob-kitoblar, savollarga javoblar, masalalar yechimi, analizning ilmiy asoslangan natijalari qayd etiladi. Jurnalidagi yozuv aniq va batarib yozilishi kerak. Laboratoriya jurnalini tajriba olib borish mobaynida to'ldirib borish lozim. Har qaysi ish oxirida jurnal o'qituvchi tomonidan tasdiqlab boriladi.

### **1.2. LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI O'TKAZISHDAGI XAVFSIZLIK CHORALARI**

Kimyo laboratoriyasida qo'llaniladigan reaktivlar, reaksiyada ajralib chiqadigan ba'zi birikmalar tevarak-atrof va inson uchun ozmi-ko'pmi zararli. Shuning uchun laboratoriya mashg'ulotlari davomida quyidagi xavfsizlik choralariga rioya qilish zarur:

1. Zararli moddalar bilan bajariladigan ishlarni mo'rili shkafda o'tkazish lozim. Konsentrlangan kislotalar va ishqorlar ham shu yerda saqlanadi;
2. Moddalarni qo'lda olmay, shpatel yoki chinni qoshiqchalarda olish kerak;
3. Kuchli kislotalar, ayniqsa konsentrlangan sulfat kislotani suyultirishda suvni kislotaga emas, balki kislota suvga tomchilab aralashtriladi;
4. Ajralib chiqayotgan gazlarni yaqin turib hidlash ta'qiqlanadi. Gazni hidlash lozim bo'lganda, probirkani chap qo'lga olib, burundan pastroqda ushlanadi va o'ng qo'l bilan gaz burun tomon yelpiladi;
5. Xlor, brom, vodorod sulfid va is gazlari bilan zaharlanganda, dastlab zaharlangan kishini ochiq havoga olib chiqish va tegishli yordam ko'rsatish kerak;
6. Tarkibida simob, mishyak (margimush), bariy, qo'rg'oshin bo'lgan tuzlar zaharli ekanini esda tutish

lozim, ular bilan ishlagandan keyin qo'lingizni yaxshilab yuving;

7. Bir reaktivni ikkinchisiga quyish chog'ida yuzingizga yoki kiyimingizga sachramasligi uchun shu idishning tepasiga engashib qaramang;

8. Probirkaga biror reaktiv solib qizdirilayotganda, uning og'zini o'zingizga yoki yoningizda turgan kishiga qaratmang;

9. Yuzingizga yoki qo'lingizga suyuqlik sachrasa, tezlikda suv bilan yuvib, sochiq bilan arting;

10. Kislotalar va ishqorlar to'kilgan joyni ehtiyot bo'lib tezda arting, suv bilan yuvib, kislota to'kilgan joyni soda eritmasi bilan, ishqor to'kilgan joyni esa sirka kislotaning 5% li eritmasi bilan neytrallashtirib kerak;

11. Oson yonuvchi moddalar bilan tajribalarni olovdan uzoqroqda yoki mo'rili shaklda o'tkazish lozim;

12. Benzol, benzin yoki efirilar bilan ishlaganingizda olov chiqib ketsa, suv bilan o'chirishga urinmang, alanga ustiga qum sepib o'chiring;

13. Istitish asboblari; mufel va tigel pechi, elektr plita va shunga o'xshash asboblarni o'tga chidamli materialdan yasalgan tagliklar ustiga qo'yish kerak. Ishlab turgan asboblarni aslo nazoratsiz qoldirmang;

14. Kumush tuzlarining ammiakli eritmasini uzoq vaqt saqlash mumkin emas. Chunki vaqt o'tishi bilan undan portlovchi modda — qaldiraq kumush ( $Ag_3N$ ) hosil bo'lishi mumkin;

15. Singan probirka siniqlari va qog'oz parchalarini maxsus idishlarga tashlash lozim;

16. Laboratoriya mashg'uloti tugagach, har bir talaba idishlarni yuvishi, ish stollarini tartibga solishi, gaz va vodoprovod jo'mraklarini berkitishi, elektr asboblarning o'chganligini tekshirishni unutmangiz lozim. Reaktivlarni maxsus belgilangan joylarga qo'yib, ish joyingizni laborantga topshiring.

Har bir talaba kimyo laboratoriyalarida ishlash texnika xavfsizligi qoidalarini o'rganganidan keyin, labo-

ratoriya ishlarini bajarishga qo'yiladi. Shuni esda tutish kerakki, kimyoviy laboratoriyalarda ishlash: alohida e'tibor, tartib, bilim va ishechanlikni talab etadi. Bular albat-ta, ishdagi yutuqlar mezonidir.

### 1.3. BIRINCHI YORDAM KO'RSATISH

1. Agar teriga konsentrlangan biror bir kislota sach-rasa, darhol u yerni ko'p miqdordagi suv bilan yuvib, jarohatlangan joyga kaliy permanganatning 3% li erit-masi shimdirilgan paxta qo'yilishi zarur;

2. Agar teriga ishqor sachragan bo'lsa, o'sha joy, avval suv bilan yaxshilab yuviladi, so'ngra kaliy perman-ganatning 3% li eritmasi yoki tanningning spirtli eritmasi shimdirilgan paxta qo'yib bog'lash lozim;

3. Agar ko'zga kislota yoki ishqor sachragan bo'lsa, ko'zni yaxshilab suv bilan yuvish, so'ngra darhol shifo-korga murojaat qilish kerak;

4. Agar teriga issiq buyum, masalan, issiq shisha, issiq metall tegib kuydursa, kuygan joyni kaliy perman-ganatning 3% li eritmasi yoki tanningning spirtidagi erit-masi bilan yuvib, so'ngra maz surkash zarur;

5. Fosfor ta'siridan kuyganda o'sha joyga mis (II) sulfatning 2% li eritmasi bilan ho'llangan paxta qo'yib bog'lash kerak.

6. Xlor, brom, vodorod sulfid va isgazi bilan zahar-langani bemorni darhol ochiq havoga chiqarib, shifokor-ga murojaat qilish kerak.

7. Reaktivlar bilan kishi organizmi og'iz orqali zahar-lansa, ko'p suv ichish lozim. Metallarning tuzlari bilan zaharlanganda sutli mahsulotlar ichish yoki tuxum yutish kerak. Yod ta'sirida zaharlanganda choy, kofe yoki soda eritmasi, ishqor bilan zaharlanganda sirka yoki limon kislotaning 2% li eritmasidan bir stakan, kislotalardan zaharlanganda 2% li soda eritmasidan bir stakan ichish kerak.

8. Kuyganda va zaharlanganda hamma vaqt zarur ko'rgan kishiga birinchi yordam berilgach, darhol tibbiyot muassasalariga murojaat qilish lozim.

#### Xromatli aralashma tayyorlash

**1-usul.** Hajmi 200 ml li kolbaga 150 ml konsentrlangan sulfat kislotaga quyiladi va uning ustiga 25 g maydalangan kaliy bixromat solinadi. Hosil bo'lgan aralashma chayqatilib, eriguncha qoldiriladi. Bir sutkadan so'ng, eritma qoramir to'q-sariq rangga kiradi. Xromatli aralashmani ishlatishdan oldin 45—50°C gacha isitib olish kerak. Agarda xromatli aralashmaning rangi to'q-yashil tusga kirib qolgan bo'lsa, uni ishlatishning foydasi yo'q.

**2-usul.** 1000 ml distillangan suvda 100 g tozalangan kaliy bixromat eritiladi, so'ngra ustiga asta-sekin 100 ml konsentrlangan sulfat kislotaga quyiladi.

Xromatli aralashmani ishlatishda quyidagilarga e'tibor berish kerak: xromatli aralashma tayyorlash va u bilan idishlarni yuvishda qo'lga rezina qo'lqop kiyib olish kerak, aks holda xromatli aralashma terini kuydiradi; og'iz bilan pipetkaga xromatli aralashmani so'rib olmaslik kerak; kislotaga quyilgan xromatli aralashmaga suv quymaslik kerak.

#### 1.4. LABORATORIYADA ISHLATILADIGAN ASBOB-USKUNALAR

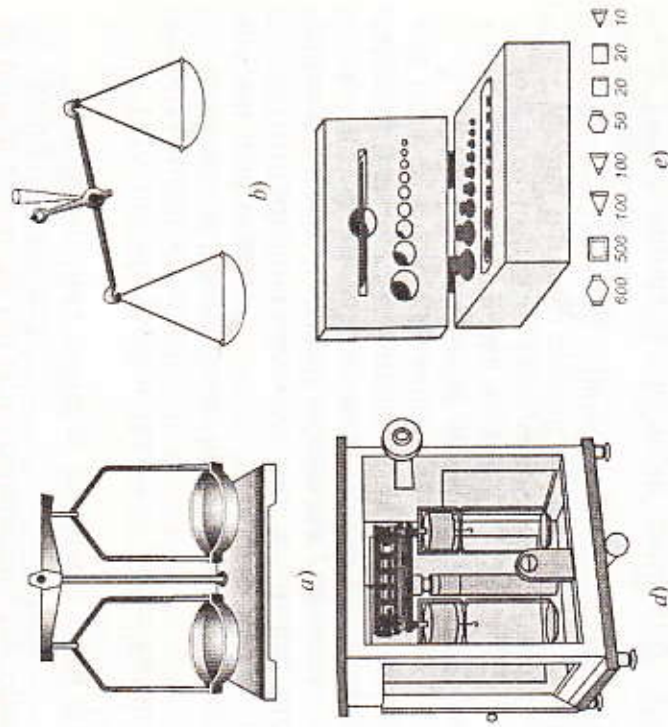
Talabalar mashg'ulotga kelgunga qadar, laborant har bir mashg'ulot uchun kerakli asbob va idishlarni laboratoriya stollari ustiga tayyorlab qo'yishi kerak.

Laboratoriyada qo'llaniladigan asboblari: **umumiy** va **yakka holda** foydalanish uchun mo'ljallangan asboblarga bo'linadi. Umumiy foydalanish uchun mo'ljallan-

gan asboblarga: tarozilar, qizdirish va quritish asboblari, havo so'rg'ich nasoslar va boshqalar kiradi. Bu asboblari laboratoriyada doimiy saqlanadi va ulardan talabalar butun o'quv yili davomida foydalanadi.

Yakka holda foydalanish asboblari: isitgichlar, spirt lampasi, elektr plitalari, probirka saqlanadigan shtativlar, temir shtativlar, chinni idishlar va boshqalar kiradi. Bu asboblari talabaga kerakli miqdorda laborant tomonidan beriladi.

**Tarozi va tarozida tortish.** Tarozi kimyo laboratoriyasi uchun juda zarur asbobdir, chunki laboratoriyada olib boriladigan ko'pgina tajribalar aniqlikni talab qiladi. Shuning uchun moddalar katta aniqlik bilan tortiladi. Shu sababli, laboratoriyada ishlovchi har bir kishi tarozini ishlatish kerak. Tarozi har xil ko'rini-



1-rasm. Tarozi: a) texnik-kimyoviy tarozi; b) dorixona tarozisi; d) analitik tarozi; e) tarozi toshlari.

nishda bo'lib, ularning quyidagi turlari ko'p ishlatiladi: texnik-kimyoviy tarozi, dorixona tarozisi (0,01 g aniqlik bilan), savdo tarozilari (1—2 g aniqlik bilan), analitik makro- va mikro ( $\pm 0,00001$  g aniqlik bilan) tarozilar (1-rasm).

Tarozi aniq tortadigan asbobdir, shuning uchun u bilan juda ehtiyot bo'lib ishlash lozim. Har qaysi tarozining o'z toshlari bo'ladi. Texnik-kimyoviy, dorixona va analitik tarozilarda ishlatiladigan toshlar g'ilofli qutichalarga solingan bo'lib, ularni olish uchun maxsus qisqichlardan foydalaniladi. Tarozida biror moddani tortishdan oldin, uning to'g'ri ishlashini va to'g'ri natija berishini tekshirib ko'rish kerak.

Tarozi to'g'ri o'rnatilgan va to'g'ri ishlayotgan bo'lsa, mili darajaning o'rtasidagi belgidan chap va o'ng tomondagi baravar og'adi, bu hol tarozi pallalarining muvozanatda ekanligini ko'rsatadi.

Tarozida tortishda quyidagi qoidalarga rioya qilish kerak:

1. Tarozini bir joydan ikkinchi joyga ko'chirib yurishga ruxsat etilmaydi;
2. Tarozni pallasiga issiq, ho'l va iflos narsalarni qo'yish man etiladi;
3. Tortiladigan reaktiv va har bir toshni tarozi pallasiga tarozini to'xtatib so'ngra qo'yish kerak;
4. Tortiladigan reaktivni to'g'ridan-to'g'ri tarozi pallasiga qo'ymasdan: stakancha, byuks, soat oynasi yoki qog'ozga qo'yib tortish kerak;
5. Tortiladigan reaktivlar tarozining chap pallasiga, toshlar esa o'ng pallasiga qo'yiladi;
6. Tarozni toshlarini faqat qisqichda olish lozim;
7. Birgina tajribaga tegishli bo'lgan tortish ishlarini faqat bitta tarozida va bir qutichadagi toshlardan foydalanib bajarish kerak;
8. Tortish vaqtida tortilayotgan moddaning og'irligiga qarab, tarozi pallasiga tartib bilan avvalo katta toshlar, so'ngra kichikroq toshlarni qo'yish zarur;

9. Toshlarni tarozi pallasidan olgandan so'ng, tezda ularni o'z joyiga qo'yish kerak;

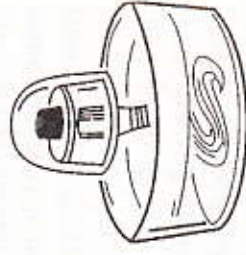
10. Har bir ish oldidan toshlar va tarozining aniqligini tekshirishni unutmang;

11. Ish tugagandan keyin tarozi va toshlarni tekshirib, tarozi pallalarini qo'zg'almas holatga keltirib, laborantga topshiring.

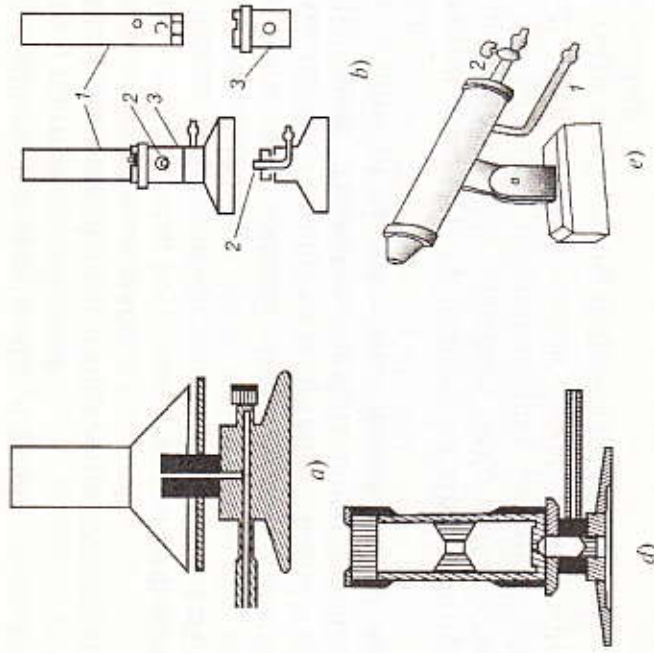
Analitik tarozi, odatda, alohida xonaga o'rnatiladi. Bu xonada havo namligi va temperatura doimo o'zgar-masligi kerak. Talabalarga analitik tarozida ishlashga faqat o'qituvchi va laborantlar nazoratidagina ruxsat etiladi.

**Isitish asboblari.** Moddalarni va asboblarni isitish uchun spirtli va gazli isitgichlar, elektr plitka va pech-lar, suv yoki qum hammomlaridan ko'proq foydala-niladi. Buning uchun modda tegishli idishga solinib, to'g'ridan-to'g'ri ochiq alangada yoki asbest setka us-tida isitiladi.

Spirtli isitgichlar, odatda shishadan yasaladi va ularning zich berkitib turadigan qopg'og'i, paxtadan tayyorlangan piligi bo'ladi (2-rasm). Spirtli isitgichlar uncha issiq alanga bermaydi, shuning uchun ular kam ishlatiladi. Laboratoriyada, odatda, Teklyu va Bunzen gaz isitgichlari ishlatiladi (3-rasm). Lekin ba'zi maxsus ishlar uchun «kavsharlash isitgichi», Makker isitgichi va «kavsharlash naylari» ham qo'llaniladi. Bu isitgichlar ham, kavsharlash nayi ham metall naycha va metall taglikdan iborat. Taglikda yonaki nay-gaz kirish nayi bo'lib, u rezina nay vositasida gaz quvurlari jo'mragiga ulanadi. Har uchala isitgich bir-biridan havo beruvchi qismi bilan farq-lanadi. Bunzen isitgichida metall naychaning pastki qismidagi doira



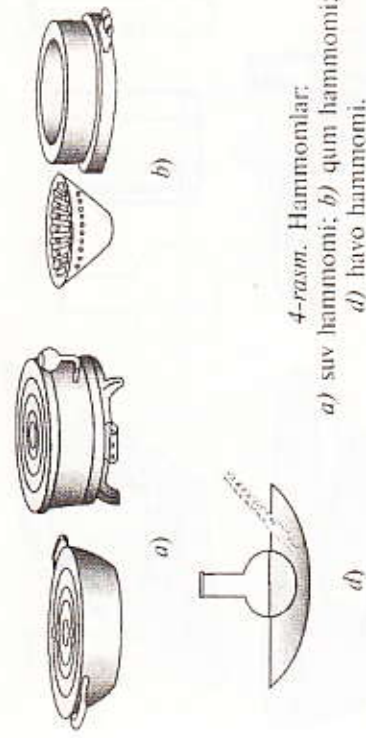
2-rasm. Spirt lampasi.



3-rasm. Gaz isitgichlari:

a) Teklyu isitgichi; b) Bunzen isitgichi; 1 — nay; 2 — havo kirituvchi tuyuk; 3 — taglik; d) Mekker isitgichi; e) kavsharlash isitgichi.

shaklidagi teshik orqali havo beriladi va havoning kelishi mufta orqali boshqarilib turiladi. Teklyu isitgichida mis nayning voronkasimon qismi bilan vintli disk orasida tirqish hosil bo'ladi va bu tirqish orqali isitgichga havo o'tadi, diskni burab tirqishni kengaytirish yoki toraytirish hamda isitgichga keladigan havoning miqdorini o'zgartirish mumkin. Har ikkala isitgichni yoqish uchun chaqilgan gugurt cho'pini isitgichning og'ziga tutib, gaz jo'mragini ochish kerak. Isitgichni o'chirish uchun esa jo'mrakni berkitish zarur, puflash aslo yaramaydi. Gaz isitgichlari taxta, paxta, parda va shunga o'xshash yonadigan buyumlarga yaqin bo'lmasligi kerak.



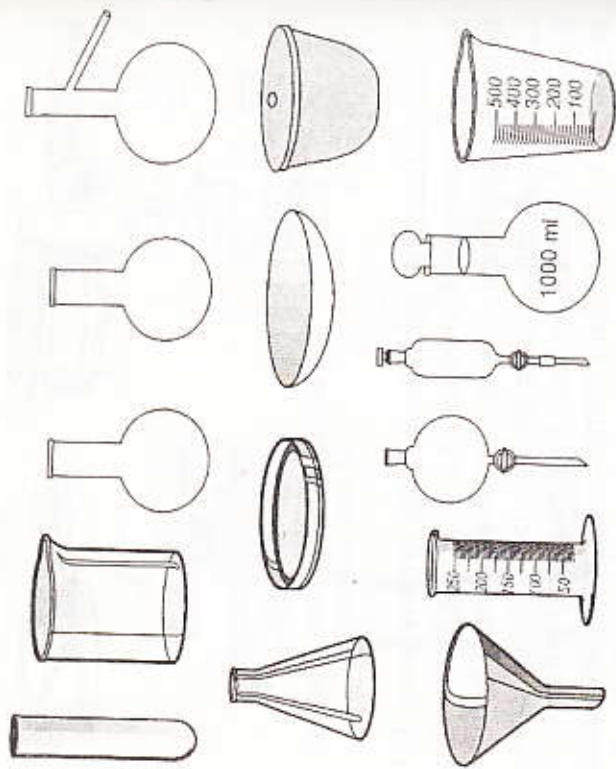
4-rasm. Hammomlar:

a) suv hammomi; b) qum hammomi; c) havu hammomi.

Suyuqliklarni probirkada isitishda probirkaning 1/3 hajmigacha suyuqlik quyiladi va u shtativga biroz yotiq holatda o'rnatiladi. So'ngra probirkaning suyuqlik turgan qismi goretka alangasiga yuqoridan pastga qarab, hamma joyi bir tekis isitiladi. Probirkaning hamma joyi isigandan keyin alangani uning tagigagina tutib kuchli qizdiriladi. Suyuqliklarni yumaloq tubli kolbada isitishda ham xuddi probirkalarni isitish kabi ish bajariladi, faqat bunda shtativ halqasidagi kolba tagiga asbest to'r qo'yiladi. Moddalarni qattiq qizdirish kerak bo'lsa, chinni kosachalar va tigellardan foydalaniladi. Moddalarni ma'lum bir o'zgarmas harorat ( $100^{\circ}\text{C}$  orasida) da uzoq vaqt isitish uchun suv hammomi ishlatiladi (4-rasm). Yuqoriroq temperatura hosil qilish uchun hammomga suv o'rninga qum yoki yog' yoki biror tuz ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) eritmasi solinadi. Havo hammomi konus shaklida bo'lib, ichki qismiga bir necha qavat asbest joylashtirilgan bo'ladi.  $600-1000^{\circ}\text{C}$  temperatura olish uchun mufel isitgichi deb ataluvchi elektr pechi ishlatiladi.

**Kimyoviy idishlar va ular bilan ishlash.** Kimyo laboratoriyalarida amaliy ishlarni bajarish uchun ko'p ishlatiladigan shisha idishlar jumlasiga; reaktiv saqlash uchun qo'llaniladigan probirka, kimyoviy probirkalar, kimyoviy



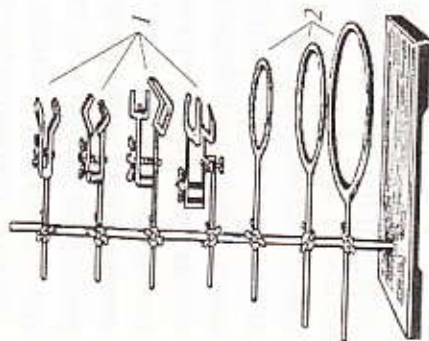


5-rasm. Laboratoriyada qo'llaniladigan shisha idishlar.

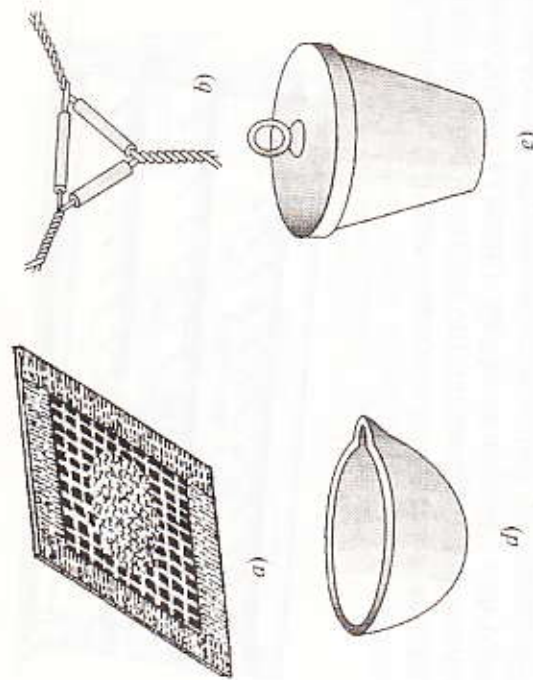
stakan, yassi va yumaloq tubli kolbalar, Vyurs kolbasi, konussimon kolba, kimyoviy, tomizgich va ajratgich voronkalar, o'lchov kolbalar, silindr va menzurkalar, pipetka va byuretka, kristallizator, retortalar va boshqalar kiradi (5-rasm).

Laboratoriya sharoitida eritmalarini saqlash uchun: moslashtirilgan maxsus yog'ochli shtativlar, idishlarni mahkamlab qo'yish uchun halqali va qisqichli metall shtativlar (6-rasm) ham ishlatiladi.

Shisha idishlar qizdirilganda sinmasligi uchun as-



6-rasm. Laboratoriya shtativi: 1 — qisqichlar; 2 — tagliklar.



7-rasm: a) asbestlangan to'r; b) chinni nayli uchburchak; d) chinni kosacha; e) chinni tigel.

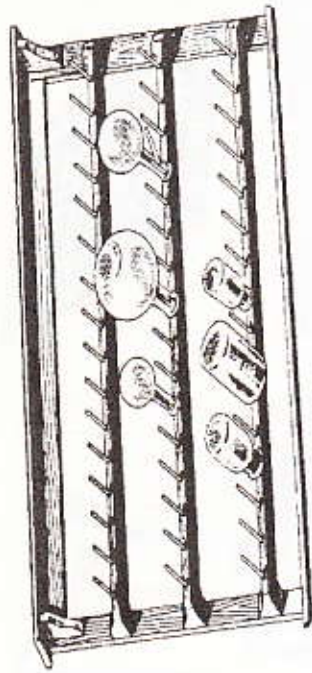


8-rasm. Yuvish sheho'tkalari.

best to'rdan, qattiq moddalarni yuqori temperaturada qizdirish lozim bo'lsa, chinni tigellardan foydalaniladi (7-rasm). Ular simga chinni nay kiyizilgan uchbur-chaklarning ustiga qo'yiladi.

Tajriba uchun ishlatiladigan barcha idishlar maxsus sheho'tkalar (8-rasm) yordamida suv bilan yuvilib, so'ng distillangan suvda chayiladi. Idishlar juda iflos bo'lsa, xrom aralashmasi bilan yuviladi.

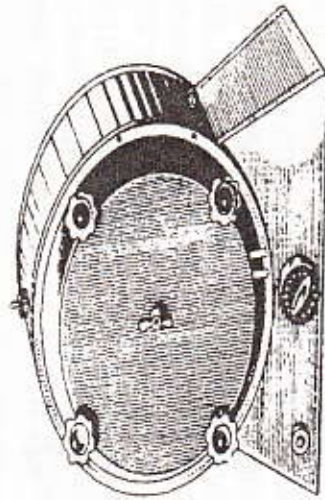
Yuvilgan idishlarni quritish taxtachasida (9-rasm) tezroq quritish kerak bo'lsa, elektr toki bilan isitiladigan



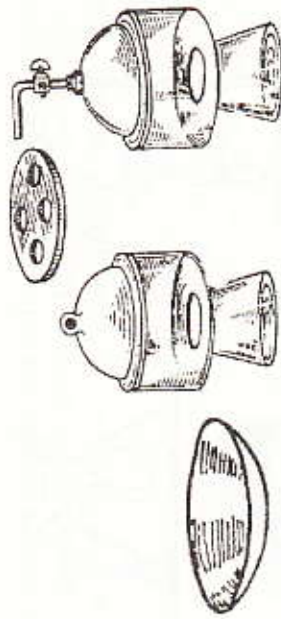
9-rasm. Idishlarni quritish taxtasi.

shkaflarda (10-rasm) quritiladi. Quritish shkafklarida quritilgan moddalar havoni tortmasligi uchun eksikator-ga qo'yiladi (11-rasm). Eksikator qopqog'i zich yopiladi. Eksikator ichida chimnidan yasalgan bir nechta teshik-chasi bo'lgan taqsimcha bo'lib, quritiladigan moddalar biror idishga solinib, shu taqsimcha ustiga qo'yiladi. Eksikator tagiga namlikni yutuvchi moddalar: konsentrlangan sulfat kislotasi yoki kalsiy xlorid solingan bo'ladi. Eksikatorning qopqog'ini ohista surib ochish va yopish kerak. Qopqoq chetiga vazelin surtish lozim.

**Filtrlash.** Laboratoriyada cho'kmalarni eritmalaridan ajratish uchun cho'kmali suyuqlik maxsus filtr qog'oz orqali filtrlanadi. Ko'pincha, bu maqsad uchun chinni voronkalar, ya'ni Byuxner voronkasidan foydalaniladi.



10-rasm. Quritish shkafi.

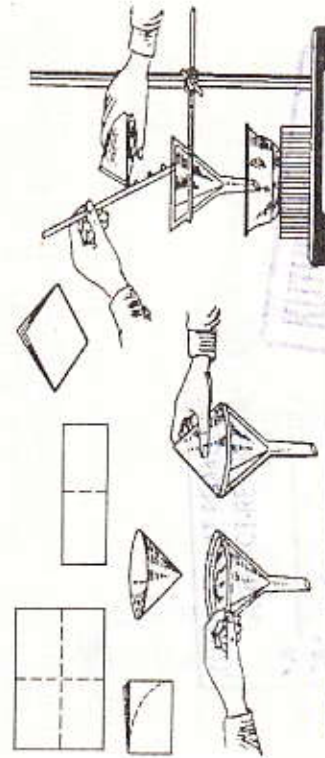


11-rasm. Eksikator.

Umuman, filtr sifatida paxta, asbest tola, shisha, paxta, ko'mir va hokazolarni ishlatish mumkin. Filtr suyuqlikni o'tkazib, zarrachalari yirikroq bo'lgan qattiq cho'kmalni o'zida tutib qoladi. Filtrdan o'tgan, ya'ni qattiq zarrachalardan tozalangan suyuqlik *filtrat* deyiladi.

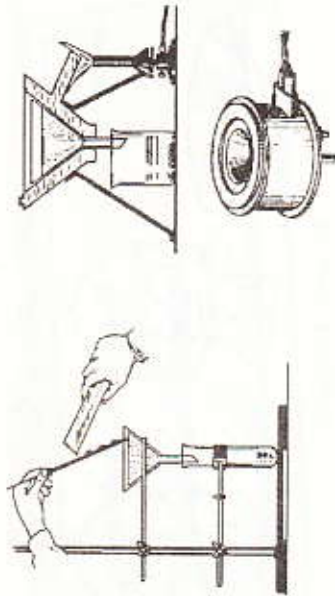
Filtr qog'ozdan foydalanishda, avval qog'ozdan voronka shaklida oddiy va burma filtrlar tayyorlanib, ular shisha voronkaga o'rnatiladi (12-rasm).

Filtr tayyorlash uchun kvadrat shaklidagi bir varaq filtr qog'oz olinadi. U oldin ikkiga, so'ngra to'rtga buklanadi. To'rt buklangan kvadratning burchagi qaychi bilan yoy bo'ylab qirg'iladi, filtr qog'ozining bir qavatini qolgan uch qavatidan barmoq bilan ajratilib konus hosil qilinadi. Yasalgan filtr voronkaga jips yopishib turadigan qilib joylashtiriladi va u biroz miqdorda suv bilan



12-rasm. Filtr tayyorlash.

BYUXNER DAVLAT PEDAGOGIK INSTITUTI  
 AXBOROT-RESURS MARKAZI  
 2-K/116 69037  
 17

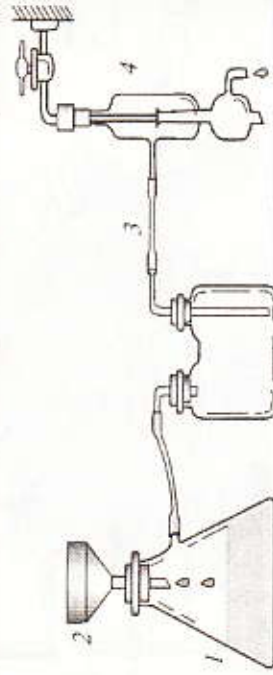


13-rasm. Issiq filtrlash uchun elektr toki va gaz bilan ishtiriladigan voronkalar.

ho'llanadi. Filtr qog'ozining chetlari voronka chetlaridan kamida 0,5 sm past bo'lishi, qog'oz bilan shisha voronka orasida hech qanday havo qolmasligi lozim. Burma filtr tez filtrlash kerak bo'lgan hollarda ishlatiladi. Filtrlash vaqtida voronka shtativ halqasiga o'rnatiladi. Suyuqlik voronkaga shisha tayoqchadan oqizib qo'yiladi. Voronkani o'rnatganda uning uchi filtrat yig'iladigan idish devoriga tegib turishi kerak.

Moddalarni qayta kristallash zarur bo'lgan hollarda to'yingan eritmalarni qaynoq holda filtrlash zarur. Buning uchun elektr toki yoki suv bilan ishtiriladigan maxsus voronkalardan foydalaniladi (13-rasm).

Suyuq muhitda hosil qilingan cho'kma moddalarni ajratib olish va tez quritish uchun ular past bosimda filtrlanadi (14-rasm). Buning uchun rezina tiqin o'rnatil-



14-rasm. Past bosimda filtrlash.

gan Byuxner voronkasi (2) qalin devorli Bunzen kolbasiga (1) mahkam o'rnatiladi. Kolba esa havoni so'rib oluvchi maxsus moslamaga tutashirilgan bo'ladi. Kolba ichidagi havo suv oqimi nasosi yoki vakuum nasosi (4) yordamida so'rib olib turiladi. Kolba bilan nasos orasiga albatta, to'siq vazifasini bajaruvchi shisha (3) qo'yilishi kerak, chunki ba'zi hollarda suv oqimi nasosdan Bunzen kolbasiga tushib ketishi mumkin.

Cho'kmaning miqdoriga qarab, Byuxner voronkasi tanlanadi. Byuxner voronkasining tubiga doira shaklidagi ikki qavat filtr qog'oz qo'yiladi va u distillangan suv bilan namlanadi. Filtrlashdan oldin kolba nasosdan ajratiladi va voronkaga shisha tayoqcha orqali cho'kma quyiladi. Kolba nasosga ulanib, nasos ishga tushiriladi. Kolbaga suyuqlik tomchilarining tushishidan to'xtatgandan keyin filtrlash to'xtatiladi. Kolba avval saqlagich idishdan ajratiladi, so'ngra nasos jo'mragi berkitiladi.

## 1.5. MODDALARNI TOZALASH VA QAYTA KRISTALLASH USULLARI

Biror modda sintez qilinayotganda reaksiyon aralashmada ko'pincha boshqa birikmalar — sintez uchun olingan moddalarning reaksiyaga kirishmay qolgan qismi, reaksiyani olib borishda ishtiralgan erituvchi, reaksiya natijasida hosil bo'ladigan oraliq yoki olinayotgan asosiy modda bilan birgalikda hosil bo'layotgan qo'shimcha moddalar aralashgan holda bo'ladi. Shuning uchun olinayotgan har qanday moddani tekshirishdan oldin uni aralashmalardan ajratish, yaxshilab tozalash va tozaligiga ishonch hosil qilish zarur. Moddalarni tozalash uchun laboratoriyalarda quyidagi usullar keng qo'llaniladi: qattiq moddalarni qayta kristallash va bug'latish, suyuqliklar filtrlash va haydash yo'li bilan tozalanadi. Gazlarni tozalash uchun asosiy moddalarga qo'shimcha moddalarni turli kimyoviy reagentlarga yuttirish usuli qo'llaniladi.

Moddaning tozalik darajasini aniqlashda *fizik va kimyoviy analiz usullaridan* foydalaniladi. Solishtirma og'irlikni o'lchash, qaynash temperaturasini aniqlash, sindirish ko'rsatkichini o'lchash va qattiq moddalarning suyuqlanish temperaturasini topish kabi ishlar fizik usullar yordamida bajariladi. Kimyoviy usullar yordamida esa moddalarning reaksiyaga kirishishini tekshirish va ularni sifat hamda miqdoriy jihatdan tekshirib, tarkibi aniqlaniladi.

Qattiq moddalarni tozalashda qayta kristallash va sublimatlash usullari keng qo'llaniladi.

**Qayta kristallash** — biror qattiq moddani ma'lum bir erituvchida qaynoq holda eritib, sovitilganda asosiy moddaning aralashmalardan tozalanib, yana qattiq holga o'tishidir. Moddalarni kristallashda erituvchilarni tanlash katta ahamiyatga ega. Ko'pincha erituvchi sifatida suv ishlatiladi. Suvda moddaning eruvchanligi temperatura o'zgarishi bilan o'zgaradi. Modda biror erituvchida yaxshi erib, ikkinchisida yomon erisa, bunday holatlarda bu erituvchilarning ma'lum nisbatdagi aralashmalari ishlatiladi. Erituvchi sifatida ishlatilayotgan aralashmalar bir-biri bilan har qanday nisbatda ham aralashishi kerak (masalan, spirt-suv, spirt-atseton). Temperatura pasayganda esa eruvchanligi tez kamayadigan moddalar (masalan,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $KNO_3$ ,  $CuSO_4$ ) ni qaynoq eritmani sovitish orqali qayta kristallash mumkin. Agar moddaning eruvchanligi temperatura o'zgariganida kam o'zgarisa (masalan,  $NaCl$ ), u holda eritma, avval bug'latilib, keyin sovitiladi.

Qayta kristallab olingan moddada chet qo'shimchalar miqdori dastlabki moddadagiga nisbatan ancha kamayib qoladi. Chunki modda to'yingan eritmasidan qayta kristallga tushiriladi va bu eritma begona qo'shimchalariga nisbatan to'yinmagan bo'ladi. Agar temperatura sekinlik bilan pasaytirib borilsa, yirik kristallar ajralib chiqadi, ammo bunda begona qo'shimlasi bor eritma ozgina bo'lsada kristallga tushadi. Agar eritma tez sovitilsa, mayda kristallar hosil bo'ladi va ularda begona

qo'shimlar deyarli bo'lmaydi. Hosil bo'lgan kristallarni qo'r eritmalardan ajratib olish maqsadida odatda, filtrlash yoki kamaytirilgan bosimda (vakuumda) filtrlash usuli qo'llaniladi (14-rasm).

**Misol.** Qayta kristallash natijasida 30 g toza  $KNO_3$  olish uchun qancha toza bo'lmagan tuz va qancha suv olish kerak? Bunda qayta kristallash  $25^\circ C$  bilan  $70^\circ C$  orasida amalga oshirilgan.

**Yechish.** Eruvchanlik jadvalidan foydalanib (ilo-va, I-jadval)  $KNO_3$  ning eruvchanliklari  $25^\circ C$  da 37,9 g va  $70^\circ C$  da 137,5 g ekanligi aniqlanadi. Demak,  $80^\circ C$  da 100 g suvda 137,5 g  $KNO_3$  eriydi. Eritma  $80^\circ C$  dan  $20^\circ C$  ga qadar sovitilganda  $137,5 - 37,9 = 99,6$  g  $KNO_3$  ajralib chiqadi. Shunga asosanib, 30 g toza  $KNO_3$  olish uchun necha gramm tozalanmagan kaliy nitrat olish zarurligini hisoblab topamiz:

137,5 g kaliy nitratdan — 99,6 g  $KNO_3$   
 x g kaliy nitratdan — 30 g  $KNO_3$

$$\frac{137,5}{x} = \frac{99,6}{30}, \quad x = \frac{137,5 \cdot 30}{99,6} = 41,4 \text{ g.}$$

Endi 41,4 g kaliy nitrat tuzining to'yingan eritmasini tayyorlash uchun kerak bo'ladigan suvning hajmini topamiz:

$$\frac{137,5}{100} = \frac{41,4}{x}, \quad x = \frac{100 \cdot 41,4}{137,5} = 30,1 \text{ g.}$$

Demak, 30 g toza kaliy nitrat olish uchun 41,4 g tozalanmagan kaliy nitratni 30,1 g suvda eritish zarur.

### 1-tajriba. Kaliy nitratni qayta kristallash

Dastlab, texnik tarozida 41,4 g tozalanmagan kaliy nitrat tuzi tortib olinadi va u kimyoviy stakanga solinadi. O'lchov silindri yordamida 30,1 ml suv o'lchab olinib,

tuz solingan stakanga quyiladi. Stakandagi eritma yaxshilab aralashirilib, asbest to'rt qo'yilgan metall shtativga mahkamlanadi va u past olovda qaynaguncha qizdiriladi. Qizdirish davomida eritmani muntazam ravishda shisha tayoqcha bilan aralashirib turish lozim. Agar hosil qilingan eritmada erimay qolgan moddalar bo'lsa, ular issiq holda filtrlash voronkalarida (13-rasm) o'rnatilgan burma filtr orqali boshqa stakanga filtrlab olinadi. Eritmani uzluksiz ravishda aralashirib turib, filtrat  $25^{\circ}\text{C}$  ga qadar sovutiladi, so'ngra muz ichiga qo'yib, eritma harorati  $0^{\circ}\text{C}$  ga yetkaziladi. Eritmadan tushgan kristallarni Byuxner voronkasida past bosimda (vakuumda) filtrlanadi (14-rasm). So'ngra, filtr qog'ozidagi tuz kattaroq filtr qog'oziga olinadi va filtr qog'oz buklanib, ohista bosiladi. Bunda tuzda qolgan namlik tugaguncha takaga o'tadi. Bu jarayon tuzdagi namlik tugaguncha takorlanadi. Tuz qurigan bo'lsa, u texnik-kimyoviy tarozida tortiladi va uning miqdori nazariy jihatdan hisoblangan miqdorga nisbatan foizlarda hisoblanadi.

### 2-tajriba. Ammoniy xloridni tozalash

50 ml suvga kerakligicha ammoniy xlorid solib,  $60^{\circ}\text{C}$  da to'yingan eritma tayyorlanadi. Bunda, 100 g suvda va  $60^{\circ}\text{C}$  da 53,94 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  eriydi, ya'ni to'yingan eritmada 35%  $\text{NH}_4\text{Cl}$  bo'ladi. Eritma qaynagunga qadar qizdiriladi va issiq voronka orqali filtrlanadi. So'ngra filtratni chinni kosachaga olib, eritmaning yarmi qolganicha suv hammomida bug'latiladi. Shundan so'ng, chinni kosacha muz solingan boshqa idishga tushiriladi. Ma'lum vaqtdan keyin eritmadan kristallar ajralib chiqib boshlaydi. Ular eritmadan yuqoridagidek filtrlab ajratib olinib, quritiladi. So'ngra esa texnik tarozida uning og'irligi tortiladi va uning miqdori tozalash uchun olingan dasilabki tuzning necha foizini tashkil etishi hisoblab topiladi.

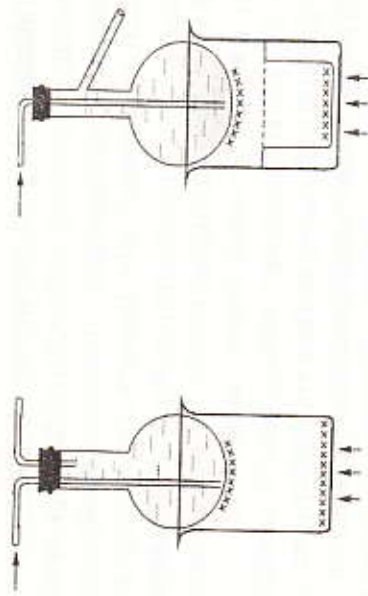
**Sublimatlash yoki vozgonka** — kristall holdagi moddaning maxsus asboda qizdirilgandagi uchishi va asbobning sovutilayotgan qismida kondensatlanib, qaytadan kristallanishidir. Bunday xossaga ega bo'lgan moddalarga: yod, oltingugurt, mishyak oksidi, alyuminiy xlorid va boshqa moddalar kiradi. Ular begona moddalardan sublimatsiya usuli bilan tozalanadi.

Yod o'z tarkibida nam, yod (I) xlorid, yod (II) bromid, yod (III) xlorid va boshqa moddalarni tutadi. Bu moddalardan yodni tozalash uchun yodga kaliy yod bilan kalsiy oksidi qo'shiladi va vozgonka usuli (quruq haydash) bilan yod tozalanadi.

### 1-tajriba. Yodni vozgonka (quruq haydash) usuli bilan tozalash

Texnik-kimyoviy tarozida 0,5 g kalsiy oksidi, 0,1 g kaliy yodid va 1,0 g yod tortib olinadi (yodda qo'shimcha holda JCl, JBr va hokazolar bo'lishi mumkin). Tortib olingan moddalarni bitta kimyoviy stakanga solib, stakan og'zi tubi yumaloq sovuq suvli kolbacha bilan berkitiladi (15-rasm). Stakan asbest to'rt ustiga qo'yilib, gaz isitgichining past alangasida ehtiyotkorlik bilan qizdiriladi. Sovuq suvli kolba devorlarida sublimatlangan yod kristallari hosil bo'ladi, natijada hosil bo'lgan yod kristallari yig'ib olinib, texnik-kimyoviy tarozida tortiladi va necha foiz yod sublimatlanganligi hisoblab topiladi.

Kam miqdordagi moddalar quyidagicha sublimatlanadi: tozalanadigan moddani soat oynasiga solib, bir necha joyidan teshilgan filtr qog'ozini bilan berkitiladi, filtr qog'ozini yana soat oynasi yoki diametri bu oynachadan biroz kichikroq bo'lgan voronka bilan berkitiladi. Pastki soat oynasi asta-sekin asbest to'rtida gaz alangasida qizdiriladi. Yuqoridagi sovuq soat oynasida yoki voronkada modda kristallana boshlaydi, filtr qog'ozini esa



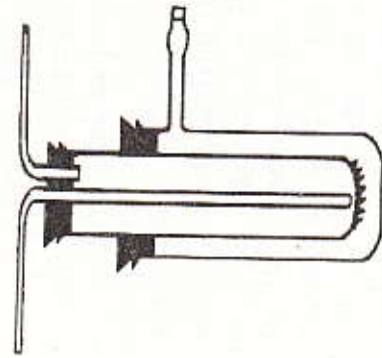
15-rasm. Moddalarni sublimatlash yo'li bilan tozalash.

kristallarning qaytib tushmasligi uchun to'siq vazifasini bajaradi.

Agar sublimatsiya qilinadigan modda kamroq uchuvchan bo'lsa, bunda sublimatsiyani tezlatish uchun jayon vakuumda olib boriladi (16-rasm).

**Suyuqliklarni haydash.** Suyuqlik molekulari doimo harakatda bo'ladi, lekin molekularning harakat tezligi bir-biridan farq qiladi. Suyuqlikning bug'lanishi temperaturaga bog'liq. Shu sababli, suyuqliklar qizdirilganda

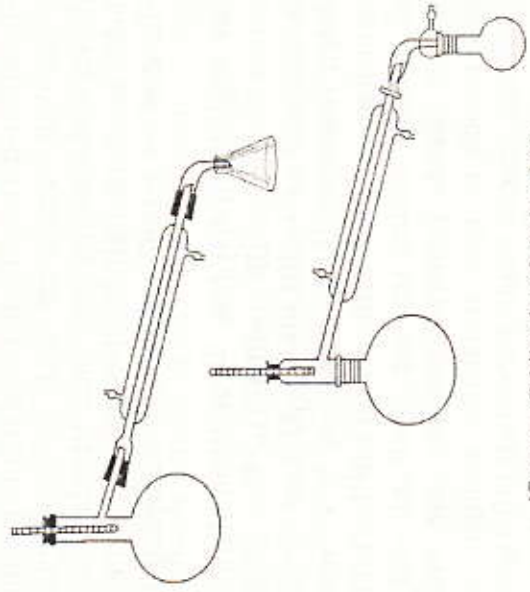
ularning temperaturasi va bug' bosimi ortadi. Bu jayon bosimi tashqi bosim (atmosfera bosimi) bilan tenglashguncha davom etadi. Bunda temperatura ham ma'lum darajagacha (qaynash temperaturasigacha) ko'tariladi va suyuqlik qaynaydi. Modda qaynagandan so'ng, isitish davom etsa ham suyuqlik temperaturasining ortishi to'xtamaydi



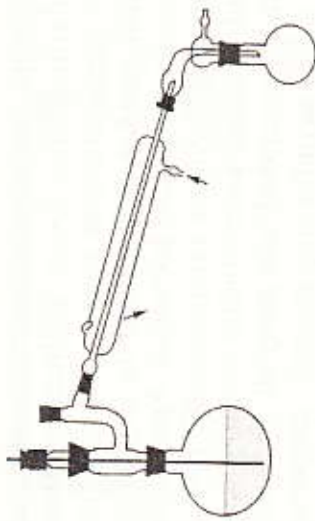
16-rasm. Vakuumda sublimatsiya qilish asbobi.

(agar suyuqlik har xil temperaturada qaynovchi moddalar aralashmasidan iborat bo'lmasa). Moddalarning qaynash temperaturasini aniqlash orqali ularning tozaligini bilish mumkin. Suyuqliklarning qaynash temperaturasiga bosim katta ta'sir ko'rsatadi. Agar bosim o'zgarsa, suyuqlikning qaynash temperaturasi ham o'zgaradi. Suyuqlik sirtidagi bosim (tashqi bosim) kamaysa, uning qaynash temperaturasi ham pasayadi, va aksincha, tashqi bosim ortsa, suyuqlikning qaynash temperaturasi ham ortadi. Bu hodisalardan laboratoriyada olib boriladigan amaliy mashg'ulotlarni o'tkazish paytida foydalaniladi.

Suyuqliklarni tozalash va ajratib olishda haydash usuli keng qo'llaniladi. Haydash ko'pincha, suyuq moddalarni ular bilan aralashgan moddalardan tozalash yoki har xil qaynash temperaturasiga ega bo'lgan suyuq moddalar aralashmalarini bir-biridan ajratish uchun ishlatiladi. Moddalarni haydashdan oldin, ulardagi namlikni yo'qotish lozim. Haydalayotgan modda barqaror bo'lib, u qaynash temperaturasigacha parchalanmasa, bunday hollarda haydash oddiy sharoitda olib boriladi (17-rasm).



17-rasm. Oddiy sharoitda haydash.

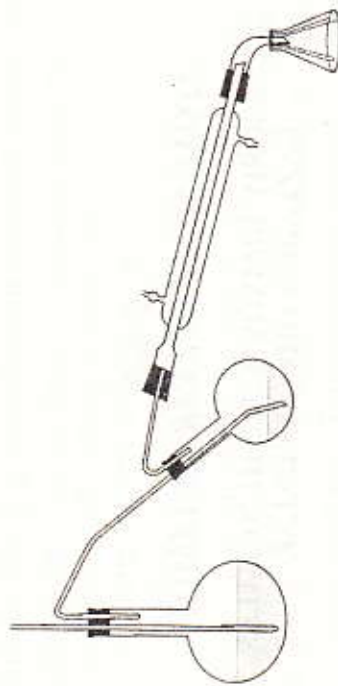


18-rasm. Vakuumba haydash asbobi.

Har qanday moddani oddiy sharoitda haydab bo'lmaydi. Ba'zi moddalar yuqori temperaturada parchalanib ketishi mumkin. Shuning uchun bunday holatlarda haroratni pasaytirish maqsadida, vakuumba foydalaniladi (18-rasm). Yuqori temperaturada qaynaydigan moddalar ko'pincha vakuumba haydaladi.

Aralashmani haydab, turli haroratda qaynaydigan suyuqliklarni alohida-alohida idishlarga yig'ib olish usuli fraksiyon yoki maydalab haydash usuli deb ataladi. Qayta fraksiyalab haydash yo'li bilan aralashma tarkibiy qismlarga ajratiladi. Aralashma holda bo'lgan suyuqliklarni bir necha fraksiyalarga ajratishda hamda fraksiyalarni qaytadan kondensatlashda: deflegmator, deflegmatorli kolbalardan va rektifikatsion kolonkalaridan foydalaniladi.

Suv bug'i bilan haydash — aralashmalarni ajratish va moddalarni tozalash usullaridan biri hisoblanadi. Laboratoriyada va texnikada suvda kam eriydigan va suv bilan reaksiyaga kirishmaydigan ba'zi moddalarni aralashmalardan ajratib olish uchun suv bug'i bilan haydaladi. Buning uchun, suv bug' hosil qiluvchi maxsus qaynatgich idishda qaynatilib, suv bug'i tarkibida ajratiladigan modda bo'lgan aralashma solingan yumaloq tubli kolbaga naycha orqali yuboriladi (19-rasm). Biroq aralashmaga suv bug'i yuborilganda, aralashma qaynab,



19-rasm. Suv bug'i bilan haydash asbobi.

suv bug'i kerakli moddalarni bug' holida o'zi bilan birga olib ketadi; bunda bug'lar sovitgichda kondensatlanib, yig'uvchi idishga yig'iladi. Suv bug'i bilan haydash orqali ko'pgina murakkab moddalarni (organik moddalarni) aralashmalardan ajratish va tozalash mumkin.

Shuni ta'kidlash lozimki, moddalarni haydash orqali tozalash usullarida kolbadagi suyuqlik bir me'yorda qaynashi uchun unga bir uchi kavsharlangan kapillyar shisha naychalar yoki mayda g'ovak qaynatgich materiallar (chinni, sopol bo'lakchalari) solinadi. Kapillyardagi havo bug' hosil bo'lishini osonlashtirib, suyuqliklarning ortiqcha qizib va sachrab ketishiga yo'l qo'ymaydi. Bunda naychalarning kavsharlangan qismi suyuqlik yuzidan chiqib turishi kerak. Agar haydash uzoq vaqt davom etsa yoki to'xtatib davom ettiriladigan bo'lsa, unda kolbaga yana yangi naychalar yoki qaynatgichlar suyuqlikni biroz sovutib turib solinadi, aks holda shiddatli qaynash yuz berib, suyuqlikning bir qismi sachrab ketishi va yong'in chiqishi mumkin.

## 2-bob

### ATOM-MOLEKULAR TA'LIMOT

#### 2.1. ASOSIY KIMYOVIY TUSHUNCHALAR. GAZLARGA OID QONUNLAR

Kimyoda modda massasi va modda miqdori degan tushunchalar bir-biridan farqlanadi. Moddaning massasi: gramm, kilogramm, tonna kabi birliklarda ifodalanadi. SI sistemasida massa birligi sifatida kilogramm qabul qilingan.

Modda miqdori: molekullar, atomlar, ionlar va boshqa zarrachalarning soni bilan ifodalanadi. SI sistemasida modda miqdorining birligi sifatida mol qabul qilingan.

*Mol* — 0,012 kg (12 g) uglerodda nechta uglerod atomi bo'lsa, tarkibidagi shuncha zarrachalar (atom, molekula, ion, elektron va boshqalar) bo'lgan modda miqdoridir. 0,012 kg uglerod ( $^{12}\text{C}$ ) da  $6,02 \cdot 10^{23}$  ta atom bor. Bu kattalik Avogadro soni deyiladi:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

Shuningdek, nisbiy atom massa, nisbiy molekulyar massa, molyar massa, molyar hajm kabi tushunchalarni ham farqlay olish lozim.

*Elementning nisbiy atom massasi*  $A_r$  deb, berilgan element atomining o'rtacha massasini uglerod ( $^{12}\text{C}$ ) atomi massasining 1/12 qismiga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

*Moddaning nisbiy molekulyar massasi*  $M_r$  deb, berilgan modda molekulasi o'rtacha massasini uglerod ( $^{12}\text{C}$ ) atomi massasining 1/12 qismiga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

*Molyar massa* ( $M$ ) deb modda massasining ( $m$ ) uning miqdoriga ( $n$  yoki  $\nu$ ) nisbatiga teng bo'lgan kattalikka

aytiladi:  $M = \frac{m}{n}$  g/mol. Qiymati jihatidan molyar massa nisbiy atom yoki molekulyar massaga teng:  $M(\text{Cu}) = 64 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ g/mol}$ .

Gazning molyar hajmi ( $V_m$ ) gaz hajmi ( $V$ ) ning shu gaz miqdori ( $n$ ) ga bo'lgan nisbatiga teng:  $V_m = \frac{V}{n}$ . Molyar hajm birligi l/mol yoki  $\text{m}^3/\text{mol}$ .

Gaz holatini uchta parametrlar: temperatura, bosim va hajm bilan baholash mumkin. Temperaturaning xalqaro o'lchov birligi sifatida SI sistemasida 1 Kelvin ( $\text{K}$ ) qabul qilingan. Temperaturani amaliy o'lchashda, Selziy ( $^{\circ}\text{C}$ ) darajalaridan foydalaniladi.

Kelvin shkalasi bilan Selziy shkalasi o'rtasida  $T = 273 + t$  bog'lanish mavjud.

Gazlarning bosimi SI sistemasida Paskal bilan ifodalanadi. 1 Paskal ( $\text{Pa}$ )  $1 \text{ m}^2$  sirtga 1 Nyuton ( $\text{IH}$ ) kuch ta'sir ettirilganda namoyon bo'ladigan bosimni ko'rsatadi:

$$P = 1 \text{ N} / 1 \text{ m}^2 = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa}$$

1000 Pa = 1 kilopaskal.

SI sistemada hajmini o'lchash uchun  $\text{m}^3$  qabul qilingan. Kimyo sohasida litr ( $1 \text{ dm}^3$ ), millilitr ( $1 \text{ cm}^3$ ) lardan ham foydalaniladi.

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Normal sharoitda gazlarning temperaturasi  $0^{\circ}\text{C}$  (yoki  $273 \text{ K}$ ) ga, bosim  $101325 \text{ Pa}$  ga teng. Normal sharoitda gazlar hajmi  $V_0$  bilan belgilanadi.

Ishlab chiqarish sharoitida past bosim va yuqori temperatura namoyon bo'lsa, gazlar bilan olib boriladigan hisoblashlarda ideal gaz qonunlaridan foydalanish mumkin.

1. Boyle-Mariott qonuniga muvofiq, o'zgarmas gaz temperaturasida ma'lum miqdordagi gaz bosimi uning hajmiga teskari proporsional bo'ladi:



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \text{ yoki } PV = \text{const}$$

2. Gey-Lyussak (Sharl) qonuniga muvofiq, o'zgar-  
mas hajmda gaz bosimi mutlaq temperatura ( $T$ ) ga  
to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ yoki } \frac{V}{T} = \text{const}$$

Shuningdek, o'zgarmas hajmda gaz bosimi mutlaq  
temperaturaga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \text{ yoki } \frac{P}{T} = \text{const}$$

3. Agar o'zgarmas gaz massasining hajmi ham tem-  
peraturasi ham, bosimi ham o'zgarsa, bu uch parametrlar  
o'rtasidagi bog'lanish Klapeyron tenglamasi bilan ifoda-  
lanadi:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

$P$  va  $V$  — gazning ma'lum temperaturadagi bosimi  
va hajmi;  $P_0$  va  $V_0$  — normal sharoitdagi bosim va hajm.  
Odatda, bu tenglamadan gazlarning normal sharo-  
itdagi hajmini hisoblashda foydalaniladi:

$$V_0 = \frac{PV}{P_0T}$$

1 mol har qanday gaz uchun  $\frac{PV_0}{T_0} = R$  qiymat o'z-  
garmas bo'lib, u gaz *doimiyi* deyiladi. Bosim kPa da,  
hajm  $l$  da o'lchansa,  $R$  ning qiymati 8,314 Joul/K · mol,  
bosim mm simob ustunida o'lchansa,  $R = 62,36$   
 $\frac{\text{mm.sim.ust.} \cdot V \cdot l}{\text{K} \cdot \text{mol}}$  bo'ladi. Bundan, Mendeleyev-Klapey-  
ron tenglamasi kelib chiqadi:

$$RV = nRT \text{ yoki } PV = \frac{m}{M} RT$$

Keyingi tenglamadan gazlarning yoki bug' holatiga  
oson o'tuvchi suyuqliklarning molekulyar massalarini  
hisoblashda foydalaniladi:

$$M = \frac{nRT}{PV}$$

Bunda modda massasi grammalarda (g), bosim kilo-  
paskalda (kPa), hajm litr ( $l$ ) da o'lchansa,  $R$  ning o'rni-  
ga 8,314 Joul/K · mol qiymat qo'yiladi. Modda massasi  
kilogramm (kg) da o'lchansa, hajm  $m^3$  da o'lchangan  
bo'lishi shart. Bosim mm sim. ust. da o'lchansa,  $R$  ning  
o'rniga 62,36 mm.sim.ust. //K · mol qiymat qo'yiladi.

### Gaz qonulariga doir masalalar yechish

**1-masala.** Hajmi 500 ml bo'lgan gaz 30°C dan 65°C  
gacha qizdirilsa uning hajmi qanchaga o'zgaradi?

$$\text{Yechish: } T_1 = 30 + 273 = 303 \text{ K;}$$

$$T_2 = 65 + 273 = 338 \text{ K.}$$

Gey-Lyussak qonuniga ko'ra:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad V_2 = \frac{500 \cdot 338}{303} = 557,76 \text{ ml.}$$

**2-masala.** Ma'lum bir temperaturada hajmi 4 l bo'lgan  
gazning bosimi 93,5 kPa ni tashkil etsa va shu gaz  
hajmi 2,5 l bo'lguncha siqilsa, uning bosimi qanday  
bo'ladi?

**Yechish:** Izlanayotgan bosimni  $P_2$  deb belgilasak,  
Boyl-Mariott qonuniga asosan:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \quad P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{4 \cdot 93,5}{2,5} = 149,6 \text{ kPa.}$$

**3-masala.** 25°C da va 99,3 kPa bosimda ma'lum  
miqdorda gazning hajmi 152 ml. Shu gazning 0°C va  
101,33 kPa bosimdagi hajmini toping.

**Yechish.** Gaz qonunlarining umumlashtiruvchi tenglamasidan foydalanamiz:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0} \text{ dan } V_0 = \frac{pVT_0}{p_0T} = \frac{99,3 \cdot 152 \cdot 273}{101,33 \cdot 298} = 136,5 \text{ ml}$$

**4-masala.** Hajmi 5 l bo'lgan po'lat ballonda 22°C da va 620 kPa bosimda ammiak bor. Agar hamma ammiak sulfat kislotalaning mo'l miqdordagi eritmasidan o'tkazilsa, qancha massa ammoniy gidrosulfat olish mumkin?

**Yechish.** Izlanayotgan massani Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib topamiz:

$$T = 273 + 22 = 295 \text{ K, } m_{(\text{NH}_3)} = \frac{pVM}{RT} = \frac{620 \cdot 5 \cdot 17}{8,34 \cdot 295} = 21,5 \text{ g.}$$

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NH}_4\text{HSO}_4$  reaksiya tenglamasidan ko'rinadiki,

17 g  $\text{NH}_3$  dan — 115 g  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  hosil bo'lsa,  
21,5 g  $\text{NH}_3$  dan — x g  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  hosil bo'ladi.

$$x = \frac{21,5 \cdot 115}{17} = 145,4 \text{ g.}$$

**5-masala.** Normal sharoitda 112 l  $\text{C}_2\text{H}_6$  da nechta vodorod atomi bor?

$$\text{Yechish. } n(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{V(\text{C}_2\text{H}_6)}{22,4} = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ mol.}$$

1 ta  $\text{C}_2\text{H}_6$  molekulasida 2 ta C atomi va 6 ta vodorod atomi bor ya'ni:

1 mol  $\text{C}_2\text{H}_6$  da 6 ta vodorod atomi bor,

5 mol  $\text{C}_2\text{H}_6$  da x mol vodorod atomi bor.

x = 30 mol. Bundan, vodorod atomlarining soni:

$$N = n \cdot N_A = 30 \text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,8 \cdot 10^{25}.$$

## MASALALAR

1. 6,8 g  $\text{H}_2\text{S}$  1,2 atm. bosim va 25°C temperaturada qanday hajmi egallaydi? (Javob: 4 l).

2. Massasi 51 g bo'lgan ammiak 20°C temperatura va 250 kPa bosimda qanday hajmi egallaydi? (Javob: 29,2 l).

3.  $\text{CO}_2$  22°C temperatura va 500 kPa bosimda hajmi 20 l bo'lgan idishda saqlanadi.  $\text{CO}_2$  ning massasini aniqlang. (Javob: 179,4 g).

4. Normal bosimda o'zgarmas temperaturada gaz hajmi noma'lum. Lekin bosim  $P_2 = 9,888 \cdot 10^4 \text{ Pa}$  bo'lganida gazning hajmi 100  $\text{sm}^3$  ga teng. Gazning normal bosimdagi hajmini toping. (Javob: 9,76  $\text{m}^3$ ).

5. Biror gaz 17°C da 680  $\text{m}^3$  hajmi egallaydi. 100°C da shu gazning hajmini toping. (Javob: 874,6  $\text{m}^3$ ).

6. 27°C va 106600 Pa bosimda gazning 380  $\text{sm}^3$  dagi massasi 0,455 g ga teng. Uning nisbiy molekulyar massasini toping. (Javob: 28).

7. Normal sharoitda 2,8 l  $\text{CO}_2$  ning massasi qancha?

8. 0°C da 10 g kislorodning hajmi 2 l bo'lsa, uning bosimi qancha? (Javob: 354,2 kPa).

9. N.sh.da 17 g  $\text{H}_2\text{S}$ , 2 g  $\text{H}_2$  va 2,4 g ozon qancha hajmi egallaydi?

10. Massasi 10,8 g bo'lgan alyuminiy mo'l miqdordagi xlorid kislota eritilganda, n.sh.da qancha hajm vodorod ajralib chiqadi? (Javob: 13,44 l).

## 2.2. EKVALENTLARNI ANIQLASH

Kimyoviy birikmalarning tarkibiga kirgan elementlar biri biri bilan muayyan va o'zgarmas nisbatlarda bo'lib, bu og'irlik nisbatlar elementning ekvivalentiga to'g'ri keladi.

*Moddaning ekvivalenti* deb, uning 1 mol vodorod atomlari bilan birikadigan yoki kimyoviy reaksiyalarda shuncha vodorod atomlarining o'rini oladigan miqdoriga aytiladi.

Bir ekvivalent moddaning massasi *ekvivalent massa*, normal sharoitdagi hajmi esa *ekvivalent hajm* deyiladi.

**Ekvivalentlar qonuni.** Reaksiyaga kirishuvchi moddalar massalari ularning ekvivalent massalariga to'g'ri proporsionaldir:  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$  Bunda:  $m_1$  va  $E_1$  — birinchi

moddaning massasi va ekvivalent massasi,  $m_2$  va  $E_2$  — ikkinchi moddaning massasi va ekvivalent massasi.

Biror noma'lum elementning ekvivalentini shu elementning ekvivalenti ma'lum bo'lgan har qanday boshqa element bilan hosil qilgan brikmasi tarkibiga qarab hisoblash mumkin. Ko'pincha oddiy moddalarning ekvivalenti kislorod yoki vodorodga nisbatan topiladi. Vodorodning ekvivalent massasi 1 g, ekvivalent hajmi esa 11,2 l/ga teng. Kislorod uchun bu qiymat mos ravishda 8 g va 5,6 l bo'ladi.

Agar element vodorodni uning brikmalaridan siqib chiqarsa, bunday elementning ekvivalenti siqib chiqarilgan vodorodning miqdoriga qarab topilishi mumkin. Ba'zi hollarda elementning ekvivalenti ma'lum bo'lgan boshqa elementlar (kislorod vodoroddan tashqari elementlar) bilan hosil qilgan brikmasiga qarab aniqlanadi.

Elementning ekvivalent massasini hisoblash uchun uning atom massasini valentligiga bo'lish kerak. O'zgaruvchan valentli elementning ekvivalent massalari ham o'zgaruvchandir.

Murakkab moddalarning ekvivalentlarini quyidagi formulalar asosida hisoblash mumkin:

$$E_{\text{oksid}} = \frac{M_{\text{oksid}}}{n_{\text{e}} \cdot B_{\text{e}}} \quad M — \text{molyar massa, } n_{\text{e}} \text{ va } B_{\text{e}} — \text{oksid}$$

hosil qiluvchi elementning soni va valentligi.

$$E_{\text{kislota}} = \frac{M_{\text{kislota}}}{n_{\text{kislota}}}$$

$n_{\text{kislota}}$  — kislotaning asosiligi.

$$E_{\text{asos}} = \frac{M_{\text{asos}}}{n_{\text{asos}}}$$

$n_{\text{asos}}$  — asosning kislotaliligi.

$$E_{\text{uz}} = \frac{M_{\text{uz}}}{n_{\text{Me}} \cdot B_{\text{Me}}}$$

$n_{\text{Me}}$  va  $B_{\text{Me}}$  — metall atomlarining soni va valentligi.

### Hisoblashga doir masalalar

**1-masala.** Suvda 1,6 g metall eritilganda 0,896 l (n.sh.da) vodorod ajralib chiqdi. Metallning ekvivalentini aniqlang.

**Yechish.** Metallning ekvivalentini topish uning 1 g yoki  $\frac{22,4}{2} = 11,2$  l vodorodni siqib chiqara oladigan og'irlik miqdorini topish demakdir:

$$0,896 / \text{vodorodni } 1,6 \text{ g metall siqib chiqaradi,}$$

$$11,2 / \text{vodorodni } E \text{ g metall siqib chiqaradi,}$$

$$E = \frac{11,2 \cdot 1,6}{0,896} = 20. \text{ Demak, metallning ekvivalenti } 20 \text{ ga teng.}$$

**2-masala.** 1,89 g kislotani neytrallash uchun 0,5 n li KOH eritmasidan 60 ml sarflandi. Kislotaning ekvivalentini toping.

**Yechish.** 1,89 g kislotani neytrallash uchun necha g ishqor sarflanishini topamiz.

$$1000 \text{ ml eritma tarkibida } 0,5 \cdot 56 \text{ g KOH bor,}$$

$$60 \text{ ml eritma tarkibida } x \text{ g KOH bor}$$

$$x = \frac{60 \cdot 28}{1000} = 1,68 \text{ g.}$$

1,68 g KOH 1,89 g kislota bilan reaksiyaga kirishadi, 56 g KOH  $E$  g kislota bilan reaksiyaga kirishadi.

$$E = \frac{1,89 \cdot 56}{1,68} = 63. \quad 63 — \text{nitrat kislota ekvivalentidir.}$$

**3-masala.** Sulfat kislotada 1,68 g metall eritilganda, uning 4,56 g sulfati hosil bo'ldi. Metallning ekvivalentini aniqlang.

**Yechish.** 1,68 g metall 4,56 g sulfat hosil qiladi, ya'ni 1,68 g metall 2,88 g (4,56 — 1,68 = 2,88) sulfat bilan brikadi. Sulfat-ionning ekvivalenti 48 ga teng bo'lgani uchun, 48 g sulfat-ion bilan brikka oladigan metallning miqdorini topamiz:

$$2,88 \text{ g sulfat-ion } 1,68 \text{ g metall bilan brikadi,}$$

$$48 \text{ g sulfat-ion } E \text{ g metall bilan brikadi,}$$

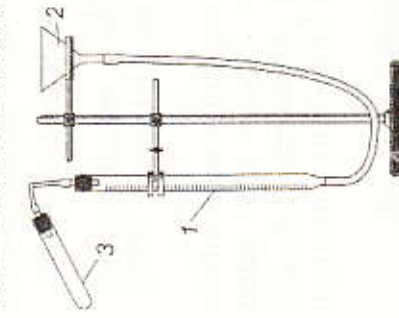
$$E = \frac{48 \cdot 1,68}{2,88} = 28. \text{ Demak, metallning ekvivalenti } 28 \text{ ga teng.}$$

### 1-tajriba. Ruxning ekvivalent massasini aniqlash

*Ishning maqsadi:* ruxning ekvivalent massasini siqib chiqarish usuli asosida aniqlash.

*Asbob va reaktivlar.* Ruxning ekvivalent massasini aniqlash asbobi (20-rasm), analitik tarozi, termometr, barometr qumovlangan rux, 20 % li sulfat kislota, 10 % li mis sulfat.

*Asbobning tavsifi va ishning bajarilishi.* Ruxning ekvivalent massasini siqib chiqarish usuli bilan aniqlash ekvivalentlar qonuni asosida bajariladi. Buning uchun esa hajmini o'lchash va massasini hisoblash kerak. 20-rasm tasvirlangan asbob yig'iladi. Sig'imi 100 ml bo'lgan byuretka (1) shtativ halqasidagi voronka (2) bilan rezina nay orqali birlashtiriladi. Byuretka og'ziga shisha naychali tiqim o'rnatiladi. Shisha naychani tepa qismiga rezina naycha kiydirib, uning ikkinchi uchi probirka (3) ga kiygiziladi. Avval, asbobning germetikligi tekshiriladi. Buning uchun byuretka suv solinadi, bunda suv byuretkani voronka bilan birlashtiruvchi rezina nayni ham to'ldirishi kerak. So'ngra tiqimlar bilan byuretkaga



20-rasm. Ekvivalent aniqlanadigan asbob:  
1 — 100 ml li byuretka;  
2 — voronka; 3 — probirka.

Analitik tarozida 0,001 g gacha aniqlik bilan 0,050—0,15 g rux tortiladi. Byuretkaga og'zidagi tiqinni olib qo'yib, voronkani yuqoriga ko'tarish va pastga tushirish orqali byuretkadagi suvning sathi byuretkaga shkalasining noliga keltiriladi yoki noldan ozgina pastga tushiriladi. Ruxni eritish uchun kerak bo'ladigan 20 % li sulfat kislota ning miqdori (hajmda) hisoblanadi. Kichik voronka yordamida probirka hisoblangan kislota miqdori 100 % ortig'i bilan solinadi. Ruxning tez erishi uchun probirkaga 2—3 tomchi 10 % li mis sulfat eritmasidan qo'shiladi. Tortib olingan rux sulfat kislotali probirkaga solinadi va tezlik bilan probirka asbonga birlashtiriladi. Byuretkadagi suvning pastki meniski vaziyati —  $a_1$  darhol belgilanadi.

Rux bilan sulfat kislota o'zaro reaksiyaga kirishganda, ajralib chiqqan vodorod suvni byuretkadan siqib chiqaradi. Rux to'la erigach, byuretkadagi suv sathi vaziyati  $b_1$  yana belgilanadi. Byuretkadagi suvning sathlari ayirmasidan ajralib chiqqan vodorodning hajmi aniqlanadi. Hisob uchun byuretkadagi ko'rsatkichlarning o'rtacha miqdori olinadi.

#### O'lchash natijalari:

Ruxning massasi —  $m_{\text{rux}}$ , g;  
Temperatura —  $T$ , °C, K;

Atmosfera bosimi —  $P$ , mm. sim. ust., Pa;

To'yingan suv bug'ining tajriba temperaturasidagi bosimi  $P_B$  mm.sim. ust. Pa;

Byuretkadagi suvning reaksiyadan oldingi sathi  $a_1$ , ml;  
Byuretkadagi suvning reaksiyadan keyingi sathi  $b_1$ , ml.

#### Hisoblash va natijalarni qayta ishlash

1. Sulfat kislota ruxning erish reaksiyasi tenglamasini yozing va tortilgan ruxning 20 % li sulfat kislota taga bo'lgan ehtiyojini hisoblang.

2. Ajralib chiqqan vodorodning hajmini hisoblang:

$$V_{H_2} = a_1 - b_1, \quad M^3(1 \text{ ml} = 10^{-6} \text{ m}^3)$$

3. Vodorodning parsial bosimini hisoblang:

$$P_{H_2} = P - Pb, \quad Pa \quad (1 \text{ mm.sim.ust.} = 133,3 \text{ Pa})$$

4. Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan foydalanib, ajralib chiqqan vodorodning massasini hisoblang:

$$m_{H_2} = \frac{P_{H_2} \cdot V_{H_2} \cdot M_{H_2}}{R \cdot T}, \quad g \quad (R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot K)$$

5. 0,1 gacha aniqlik bilan ruxning ekvivalent massasini hisoblab chiqaring:

$$E_{Zn} = \frac{m_{Zn}}{m_{H_2}}, \quad g.$$

6. Tajribaning nisbiy xatosini aniqlang:

$$\vartheta = \frac{E_{Zn} - E_{Zn}'}{E_{Zn}'} \cdot 100\%.$$

7. Gruppadagi barcha talabalarning olgan natijalaridan foydalanib, rux ekvivalent massasining o'rtacha miqdorini aniqlang.

### SAVOL VA MASALALAR

1. Mol ekvivalent deb moddaning qanday miqdorlariga aytiladi?
2. Ekvivalentlar qonuniga ta'rif bering.
3. Kislородning molyar va ekvivalent massalari nechega teng?
4. Elementlarning ekvivalentlarini qanday usullarda topish mumkin?
5. Nima sababdan sulfat kislotaga mis sulfat qo'shiladi? Hosil qilingan eritmaga rux qo'shlganda sodir bo'ladigan tenglamalarni yozing.

6. Nima sababdan rux to'liq erigach 1- va 2-byuretkalar-dagi suv menisklari bir xil sathga keltiriladi?

7. 0,87 g vismutni oksidlash uchun 0,1 g kislorod sarflangan. Vismutning ekvivalent massasini aniqlang.

8. Tarkibida 25,93% azot va 74,07% kislorod bo'lgan azot oksididagi azotning ekvivalent massasini aniqlang.

9. Tarkibida 2,24 g metall sulfat bo'lgan eritmaga rux plastinka tushirildi. Metall butunlay ajralib chiqqandan keyin, plastinka massasi 0,94 g ga ortdi. Metallning ekvivalentini aniqlang (Javob: 56).

10. 0,24 g metall yopiq idishda yondirilganda, shu metallning oksidlari hosil bo'ldi. N.sh.da ketirilgan gaz hajmi 112 ml ga kamaydi. Metall ekvivalentini aniqlang (Javob: 12).

### 2.3. GAZLARNING MOLEKULAR OG'IRLIGINI ANIQLASH

Avogadro qonuniga asosan, bir xil temperatura va bosimda teng hajmdagi turli gazlarning molekullari soni ham o'zaro teng bo'ladi.

Temperatura 0°C, bosim 101325 Pa (760 mm sim. ust) bo'lgan sharoit *normal sharoit* (n.sh.) deyiladi. Avogadro qonunidan quyidagi muhim xulosalar kelib chiqadi.

a) n.sh. da 1 mol har qanday gazning hajmi 22,4 l ga teng. 1 mol gazning hajmi gazning *molyar hajmi* deyiladi.

b) bir xil sharoitdagi teng hajimli gazlar massalari-ning nisbati ularning molyar massalari nisbati kabidir:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} = D.$$

Bunda  $m_1$  va  $M_1$  birinchi gazning massasi va molyar massasi,  $m_2$  va  $M_2$  ikkinchi gazning massasi va molyar massasi.  $D$  — birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligi.

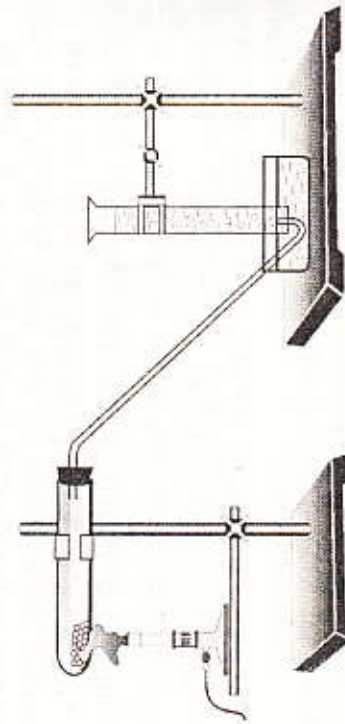
Gazlarning zichligi, odatda vodorodga yoki havoga nisbatan aniqlanadi. Bu qiymatlardan birortasi ma'lum bo'lsa, noma'lum gazning molyar massasini quyidagi tenglama yordamida topish mumkin:

$$M = 2 \cdot D_H \quad M = 29 \cdot D_{\text{havo}}$$

Bunda: 2 — vodorodning molyar massasi,  $D_H$  — gazning vodorodga nisbatan zichligi; 29 — havoning o'rtacha molyar massasi;  $D_h$  — gazning havoga nisbatan zichligi. Ushbu tenglamalardan foydalanib, har qanday gazning emas, balki gaz holatiga oson o'tadigan boshqa moddalarning ham molekulyar og'irligini topish mumkin. Buning uchun shu moddalarning gaz holatidagi zichligini bilish kifoya.

Gazning n.sh.dagi hajmi ( $V_n, l$ ) ma'lum bo'lsa, uning miqdorini quyidagicha aniqlash mumkin:  $n = \frac{V_n}{22,4}$ .

Gazlarning molekulyar massasini Meyer usulida ham aniqlash mumkin. Buning uchun, rezervuardagi ma'lum og'irlikdagi suyuqlik batamom bug'ga aylantiriladi. Hostil bo'lgan bug' rezervuardan havoning bir qismini haydab chiqaradi. Haydab chiqarilgan havoning hajmi sinalyotgan modda bug'ining hajmiga teng bo'ladi. Haydab chiqilgan havo silindrdagi (yoki byuretkadagi) bug' ustiga yig'iladi (21-rasm). Hisoblash Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi  $PV = \frac{m}{M} RT$  asosida olib boriladi. Faqat gaz bosimi  $P$  o'rniga ( $B - h$ ) olinadi. Bunda mo-



21-rasm. Tez uchuvchan moddalarning molekulyar massasini Meyer usulida aniqlash uchun ishlatiladigan asbob.

lekulyar massani hisoblash uchun quyidagi tenglamadan foydalanamiz:

$$M = \frac{mRT}{(B-h)V}, \quad T = 273 + t.$$

Bu yerda,  $B$  — atmosfera bosimi,  $m$  — suyuqlik massasi,  $V$  — modda bug'i siqib chiqargan havo hajmi,  $t$  — havo yig'ilgan silindrdagi suvning temperaturasi,  $h$  — ana shu haroratda suv bug'i bosimi (mm.sim.ust. hisobida).

**1-masala. Vodorod bromidning vodorodga va havoga nisbatan zichligini aniqlang.**

**Yechish.** Gazning nisbiy zichligini topish uchun gazlarning molekulyar massasini bilish kerak:  $M(\text{HBr}) = 81 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{H}_2) = 2 \text{ g/mol}$ . Gazlarning havodagi hajmiy ulushlarini bilgan holda, ularning o'rtacha molyar massasini hisoblash mumkin. U odatda  $29 \text{ g/mol}$  ga teng deb olinadi. HBr ning vodorodga va havoga nisbatan zichligini aniqlaymiz:

$$D_{\text{H}_2}(\text{HBr}) = \frac{M(\text{HBr})}{M(\text{H}_2)} = \frac{81}{2} = 40,5,$$

$$D_{\text{havo}} = \frac{M(\text{HBr})}{M_{\text{havo}}} = \frac{81}{29} = 2,8.$$

**2-masala.** Massasi  $1,4 \text{ g}$  bo'lgan vodorod va massasi  $5,6 \text{ g}$  bo'lgan azotdan iborat gaz aralashmasining n.sh.dagi hajmini aniqlang.

**Yechish:** 1. Vodorod va azotning miqdorini topamiz:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m}{M} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ mol}, \quad n(\text{N}_2) = \frac{5,6}{28} = 0,2 \text{ mol}.$$

2. Har bir gazning n.sh.dagi hajmini topamiz:

$$V(\text{H}_2) = n \cdot V_m = 0,7 \cdot 22,4 = 15,68 \text{ l},$$

$$V(\text{N}_2) = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ l}.$$

3. Gazlar aralashmasining umumiy hajmini topamiz:

$$V_{\text{um}} = V(\text{H}_2) + V(\text{N}_2) = 15,68 + 4,48 = 20,16 \text{ l}$$

**3-masala.** Hajmi n.sh.da 30 l bo'lgan azot qanday massaga ega bo'ladi?

**Yechish.** 1. Molekulyar azotning miqdorini topamiz:

$$n(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_m} = \frac{30}{22,4} = 1,34 \text{ mol}$$

2. Azot massasini aniqlaymiz:

$$m(N_2) = M(N_2) \cdot n(N_2) = 28 \cdot 1,34 = 37,52 \text{ g.}$$

### 1-tajriba. Kislordaning nisbiy molekulyar massasini aniqlash

**Ishning maqsadi.** Avogadro qonuni va Mendeleev-Klapeyron tenglamasi asosida kislordaning nisbiy molekulyar massasini tajribada aniqlash.

**Asbob va reaktivlar:** kislordaning molekulyar massasini aniqlash uchun asbob (21-rasm), texnik-kimyoviy tarozi, termometr, barometr, 250 ml li o'lchov silindri, spirt lampasi yoki gaz gorelkasi, kaliy permanganat.

**Asbobning tavsifi va ishning bajarilishi.** Gazning ma'lum hajmi va massasini tajribada aniqlab, uning molyar massasini hisoblash va nisbiy molekulyar massasini aniqlash mumkin.

Hajmi oldindan o'lchab olingan silindr (1) bo'g'ziga gacha suv bilan to'ldiriladi.

Quruq probirka (2) ga taxminan 1 sm<sup>3</sup> kaliy permanganat solinadi va teshik kichik bir bo'lak paxta bilan berkitiladi. So'ngra probirkani 0,001 g gacha aniqlik bilan texnik-kimyoviy tarozida tortiladi. Kaliy permanganat probirka ichiga bir tekis qilib yoyiladi, probirka og'zi gaz o'tkazgich nay o'rnatilgan tiqin bilan zich berkitiladi va 21-rasmga ko'rsatilganidek shtativga o'rnatiladi. Asbobning germetikligi tekshiriladi. Probirkadagi aralashma ohistalik bilan qizdiriladi va bir necha daqiqadan so'ng gaz o'tkazgich nayning uchi suv to'ldirilgan silindr og'ziga tutiladi. Reaksiya sekin borishi lozim.

Reaksiya (gaz pufakchalari chiqishi) tamom bo'lgandan keyin, probirka ichiga suv so'rib ketmasligi uchun probirkadagi tiqin chiqarib olinadi.

Silindrdagi yig'ilgan gazning hajmi o'lchanadi. Tajriba vaqtida termometr va barometrning ko'rsatkichlari belgilanadi. Probirka xona temperaturasiga qadar sovutilgandan so'ng, uning og'irligi texnik-kimyoviy tarozida tortiladi.

**O'lchash natijalari:**

1. Probirkaning tajribadan oldingi massasi —  $m_1$ , g;
2. Probirkaning tajribadan keyingi massasi —  $m_2$ , g;
3. Temperatura —  $T$ , °C, K;
4. Atmosfera bosimi —  $P$ , mm.sim.ust., Pa.
5. To'yingan suv bug'ining tajriba temperaturasidagi bosimi —  $P_{H_2O}$ , mm.sim.ust., Pa;
6. Kislordaning hajmi —  $V_{O_2}$ , ml, m<sup>3</sup> (1 ml = 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>).

### Hisoblash va natijalarni qayta ishlash

1. Kaliy permanganatning termik parchalanish reaksiyasini tenglamasini yozing.
2. Ajralib chiqqan kislordaning massasini hisoblang:

$$m_1 - m_2 = \Delta m, \text{ g}$$

3. Kislordaning parsial bosimini hisoblang:

$$P_{O_2} = P - P_{H_2O}, \text{ Pa}$$

4. Mendeleev-Klapeyron tenglamasi bo'yicha kislordaning molekulyar massasini toping:

$$M_{O_2} = \frac{\Delta m RT}{P_{O_2} - V_{O_2}}$$

5. Tajribaning nisbiy xatosini hisoblang:

$$\vartheta = \frac{M_{O_2}^{\text{teor}} - M_{O_2}}{M_{O_2}^{\text{teor}}} \quad (R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K})$$

Hisoblashni Avogadro-Jerar usuli bo'yicha tekshiring.

6. Kislorod hajmini n.sh. ga keltirish:

$$V_{O_2}^0 = \frac{P_{O_2} - V_{O_2}}{P^0 \cdot T}$$

7. 1 l kislorodning n.sh.dagi massasini quyidagi porsiyadan toping:

$$\frac{\Delta m}{P_{O_2}^0} = \frac{V_{O_2}^0}{1000 \text{ ml}}, \quad P_{O_2}^0 = \frac{\Delta m \cdot 1000}{V_{O_2}^0}$$

8. Kislorodning vodorodga nisbatan zichligini aniqlang:

$$d = \frac{P_{H_2}^0}{P_{O_2}^0}, \quad 1 \text{ l vodorodning massasi } n.\text{sh. da}$$

$$P_{H_2}^0 = \frac{2,016}{22,4} = 0,090 \text{ g.}$$

9. Kislorodning molekulyar massasini hisoblang:

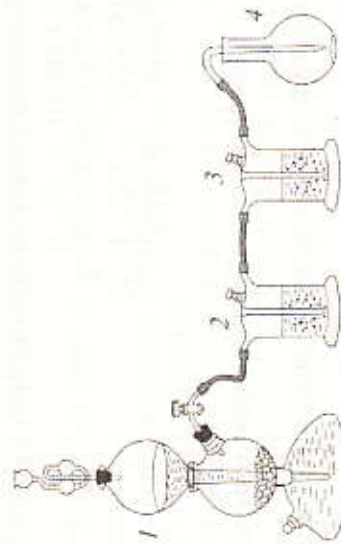
$$M_{O_2} = 2,016 \cdot d$$

Har xil usullar bilan olingan natijalarni hisoblang, solishtiring, xulosa chiqaring. Guruhdagi barcha talabalarining natijalaridan foydalanib, kislorodning molekulyar massasi o'rtacha qiymatini hisoblang.

## 2-tajriba. Uglерod (IV) oksidning molekulyar massasini aniqlash

**Asbob va reaktivlar.** Kipp apparati, Tishenko sklyankalari (ikkita), gaz o'tkazgich naylar, termometr, barometr, tubi yassi 250 ml hajmli kolba, o'lehov silindri, texnik tarozi toshlari bilan, rezina tiqin, marmar tosh bo'lakchalari, xlorid kislotasi, sulfat kislotasi.

Uglерod (IV) oksid 22-rasmда ko'rsatilgan qurilma yordamida olinadi. Qurilma ichiga marmar tosh bo'lakchalari va xlorid kislotasi solingan Kipp apparatidan, ketma-ket ulangan Tishenko sklyankalari (2 va 3)dan (ularning birinchisiga suv quyilgan bo'lib, unda uglерod (IV) oksid, vodorod xlorid va mexanik aralashmadan tozalanadi,



22-rasm. Uglерod (IV) oksidni olish va uni tozulash uchun qurilma:  
1 — Kipp apparati; 2, 3 — Tishenko sklyankalari;  
4 — yassi tubli kolba.

ikkinchi sklyankaga sulfat kislotasi quyilgan bo'lib, unda gaz quritiladi) hamda 250 ml hajmli kolbada (4) iborat.

Kolba yuvib quritiladi va unga mos tiqin tanlanadi. Kolbani tiqin bilan berkitib, tiqinning kolba og'ziga qancha kirganligini shishaga yozadigan qalam bilan belgilab qo'yiladi. Kolbani tiqin bilan birgalikda 0,01 g aniqlik bilan tarozida tortiladi. Gaz o'tkazgich nayni kolba tubigacha tushirib, uni uglерod (IV) oksidga to'ldiring. Buning uchun gazni besh daqiqagacha o'tkazib turish lozim. Tishenko sklyankalarida gaz pufakchalari ohistalik bilan, sanab bo'larli darajada o'tib turishi zarur. So'ngra kolbani tiqin bilan berkiting. Tiqin dastlabki belgigacha kirishi shart. Uglерod (IV) oksid bilan to'lgan kolbani tarozida tortib, massasini aniqlang. Kolbadagi havoning hammasi siqib chiqarilganiga ishonch hosil qilish uchun, tajribani kolba massasi doimiy bo'lguncha 2—3 marta takrorlang.

Kolbaga uning belgisigacha suv quyib, suv hajmini o'lehov silindri yordamida aniqlang. Natija kolba hajmiga teng bo'ladi. Tajribadagi termometr va barometr ko'rsatkichlarini belgilab qo'ying.

### O'lash natijalari:

1. Kolbaning tiqin va havo bilan birgalikdagi massasi —  $m_1$  g;



2. Kolbaning tiqin va uglerod (IV) oksid bilan birgalikdagi massasi —  $m_2$ , g;
3. Kolba hajmi —  $V$ , l;
4. Harorat —  $t$  °C;  $T$ , K;
5. Bosim —  $P$ , kPa.

#### Hisoblash va natijalarni qayta ishlash:

1. Kolbadagi gaz hajmini n.sh. ga keltiramiz:

$$(T_0 = 273 \text{ K}, P_0 = 101,3 \text{ kPa}), V_0 = \frac{PVT_0}{P_0T}$$

2. 1 l havo n.sh.da 1,29 g kelishini bilgan holda, kolbadagi havo massasini hisoblaymiz:  $m_3 = 1,29/V$  g.
3. Kolbadagi uglerod (IV) oksidining massasini hisoblaymiz:

$$m_{\text{CO}_2} = m_2 - (m_1 - m_3).$$

4. Uglerod (IV) oksidining havoga nisbatan zichligini hisoblaymiz:

$$D_x = \frac{m_{\text{CO}_2}}{m_3}.$$

5. Uglerod (IV) oksidning nisbiy molekulyar massasini hisoblaymiz:

$$M_2 = 29 \cdot D_x.$$

6. Tajribaning nisbiy xatosini foizda ifodalaymiz:

$$\text{xato}_{\%} = \frac{M_{\text{nazariy}} - M_{\text{tajriba}}}{M_{\text{nazariy}}} \cdot 100 \%$$

#### SAVOL VA MASALALAR

1. Nisbiy molekulyar massa tushunchasini izohlang.
2. Bitta azot molekulasining massasi necha grammga teng?
3. Avogadro qonunidan qanday xulosalar kelib chiqadi?

4. Bitta  $\text{CO}_2$  molekulasining massasini grammalarda ifodalang.

5. Molekulyar massani aniqlashning Meyer usuli nimaga asoslangan?
6. Vodorodga nisbatan zichligi 8,5 ga teng bo'lgan gazning molyar massasini aniqlang.
7. Massasi 1,7 g bo'lgan gazning n.sh.dagi hajmi 1,12 l, shu gazning molyar massasini aniqlang.
8. 27°C va 106600 Pa bosimda gazning 380  $\text{cm}^3$  dagi massasi 0,455 g ga teng. Uning nisbiy molekulyar massasini aniqlang.

#### 2.4. ELEMENTLARNING ATOM OG'IRLIGINI ANIQLASH

Elementlarning atom massasini bir necha usul bilan aniqlash mumkin:

1. Gaz holatdagi biror elementning molekulasini yakka-yakka atomlardan iborat bo'lsa, uning atom massasi to'g'ridan-to'g'ri molekulyar massasiga teng bo'ladi. Agar gazlarning molekularlari ikki atomdan tashkil topgan bo'lsa, ularning taxminiy atom massasi molekulyar massasining yarmiga teng bo'ladi:

$$A = \frac{M}{2}$$

2. *Kannissaro usuli.* Bu usulda topilishi kerak bo'lgan element atomining gaz holatidagi yoki oson bug'ga aylanuvchi bir necha birikmalari olinadi.

Atom og'irlikni Kannissaro usuli bilan hisoblab topish uchun, birikmalarning molekulyar og'irlikdagi har bir elementning foiz bilan ifodalangan miqdorini bilish kerak. Bular asosida har bir birikma molekulasida shu elementdan qancha og'irlik qism borligi hisoblab topiladi, topilgan sonlarning eng kichigi elementning atom og'irligi bo'ladi.

Shuningdek, gaz holatidagi birikmalarning molekulyar og'irligi ularning zichligiga asosan topiladi. Lekin bu uncha aniq usul emas.

3. Qattiq holdagi oddiy moddalarning atom massasini aniqlashda *Dyulong-Pti qoidasidan* foydalanamiz. Bu qoidaga ko'ra, qattiq oddiy moddalar solishtirma issiqlik sig'imi ( $C$ ) ning atom og'irligi ( $A$ ) ga ko'paytmasi o'zgarmas kattalik bo'lib, o'rtacha temperaturada 6,4 ga tengdir:

$$A \approx 6,4, \quad A \approx \frac{6,4}{C}$$

1 g moddani 1°C ga isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori shu moddaning *solishtirma issiqlik sig'imi* deyiladi.

Atom issiqlik sig'imini ( $A_c$ ) aniqlash uchun, solishtirma issiqlik sig'imi ( $C$ ) ni atom massasiga ( $A$ ) ko'paytirish kerak, ya'ni:

$$A_c = C \cdot A$$

Dyulong-Pti qoidasidan, asosan metallarning atom og'irligini topishda foydalanamiz.

4. *Atom massani aniqlashda D. I. Mendeleev usuli.* Elementning davriy sistemadagi o'rini bilib, uning atom massasini hisoblay olish mumkin. Elementning atom massasi unga qo'shni bo'lgan to'rtta elementning atom massalarining o'rtacha arifmetik qiymatiga teng.

Masalan, alyuminiyning atom massasi unga qo'shni bo'lgan elementlar: magniy, bor, kremniy va skandiy atom massalari o'rtali aniqlanganda 27 ga teng bo'lib chiqadi:

$$\frac{24,23 + 10,82 + 28,09 + 44,96}{4} = 27$$

5. *Izomorfizm qoidasi asosida atom massalarini aniqlash:* bu qoidaga muvofiq tarkibiy qismlari qanday elementdan iborat bo'lishidan qat'i nazar, bir xil sondagi atomlar bir-biri bilan bir xil tarzda birikib, bir xil shakldagi kristallar hosil qiladi.

6. Metallning ekvivalenti ma'lum bo'lsa, quyidagi bog'lanish orqali uning atom og'irligini topish mumkin.

$$A = E \cdot B$$

Elementning valentligi  $Dyulong$  va  $Pti$  tenglamasi bilan topilgan shu elementning taxminiy atom massasini, uning ekvivalentiga bo'lish yo'li bilan topiladi. Topilgan bo'linma eng yaqin butun songacha yaxlitlanadi, chunki valentlik kasr son bo'lishi mumkin emas.

7. Ayrim izotoplarning massa sonlarini aniqlash uchun mass-spektrometrik usuldan foydalaniladi. Bu usul zaryadli zarrachalarning elektr va magnit maydonida o'zining to'g'ri chiziqli yo'lidan burilishini tekshirishga asoslangan. Bu usulda ion massasi quyidagi tenglama asosida topiladi.

$$\frac{A}{ne} = Kr^2 \frac{H^2}{E}$$

Bu yerda:  $A$  — zarracha massasi,  $n$  — zarracha neytral atom bo'lishi uchun yetishmaydigan elektronlar soni,  $e$  — elektron zaryadi,  $H$  — magnit maydoni kuchlanganligi,  $E$  — elektr maydon kuchlanganligi,  $r$  — zarracha harakatining burilish yo'li radiusi,  $K$  — konstanta.

### Hisoblashlarga doir masalalar

1-masala. Qandaydir bir metall oksidi 15,44 % kislorodni o'zida saqlaydi. Metallning issiqlik sig'imi 0,31 J/g·grad. Metallning nisbiy atom massasini aniqlang.

**Yechish:** 1.  $M = \frac{26}{0,31} \approx 83,9$  g/mol.

2. Quyidagi nisbatga ko'ra metallning ekvivalent massa kattaligini topamiz:

(100—15,44) g metall — 15,44 g O<sub>2</sub> bilan birikadi,  
 $m_E$  g metall — 8 g O<sub>2</sub> bilan birikadi.

$$m_E = \frac{(100-15,44) \cdot 8}{15,44} = 43,82, \quad m_E = 43,82$$

3. Metallning valentligini topamiz:  $B = \frac{M}{m_E} = \frac{83,9}{43,82} \approx 2$ .

4. Aniq molyar massani aniqlaymiz:

$$M = B \cdot m_E = 43,82 \cdot 2 = 87,64, \quad M = 87,64 \text{ g/mol.}$$

Demak,  $A_r = 87,64 \text{ g/mol.}$

**2-masala.** 0,126 g metall oksidlanganda, 0,306 g oksid hosil bo'lgan. Metallning solishtirma issiqlik sig'imi 0,92 J/g (0,22 kal/g) ga teng. Uning aniq atom massasini aniqlanga.

**Yechish.** 1. 0,306 g oksidagi kislorodning og'irlik massasini topamiz:  $0,306 - 0,162 = 0,144$ .

2. Ekvivalentlar qonuniga ko'ra.  $0,162 : 0,144 = E : 8$ , bundan,

$$E = \frac{0,162 \cdot 8}{0,144} = 9.$$

3. Dyulong-Pri qoidasiga ko'ra, atom massasining taxminiy qiymati topiladi:  $A = \frac{26,36}{0,92} = 28,6$ .

4. Metall ekvivalenti topiladi:  $B = \frac{28,6}{6} = 3$ .

5. Metallning aniq ekvivalenti aniqlanadi:  $A = 9 \cdot 3 = 27$ .

### 1-tajriba. Metallning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash

Bu tajriba 23-rasmda tasvirlangan soddalashtirilgan kalorimetrdagi o'tkaziladi. U hajmi 500 ml bo'lgan tashqi stakan va hajmi 250 ml bo'lgan ichki stakandan iborat. Tashqariga issiqlik o'tkazishni kamaytirish maqsadida ichki stakan po'kak tiqin ustiga qo'yiladi. Tashqi stakan asbest yoki karton qopqoq bilan berkitilib, qopqoq orqali ichki stakanga  $0,1^\circ$  darajalarga bo'lingan termometr tushiriladi. Hajmi 500 ml bo'lgan boshqa stakanga 250 ml suv quyib qaynaguncha isitiladi.

Ekvivalenti ma'lum bo'lgan metalldan taxminan 50 g texnik-kimyoviy tarozida 0,1 g gacha aniqlik bilan tortib oling ( $m_1$ ). Bu metall bo'lakchasini ip bilan bog'lab, uni 15–20 minut qaynab turgan suvga solib qo'ying.

Kalorimetr ichidagi stakanni texnik-kimyoviy tarozida 0,1 g gacha aniqlik bilan torting ( $m_2$ ). So'ng-unga 100–160 ml distillangan suv quyib va yana tarozida ilgariidek aniqlikda tortib oling ( $m_3$ ). Suvli stakanni kalorimetrga joylashtiring va suvning temperaturasini  $0,1^\circ\text{C}$  aniqlikgacha o'lgang ( $t_1$ ). 100° gacha qizdirilgan metall bo'lakchasini tezlik bilan qaynoq suvdan olib kalorimetrning ichki stakaniga tushiring. Kalorimetrdagi qopqoq bilan yoping va termometr bilan suvni aralashtirib turgan holda, suvning maksimal temperaturasini aniqlang ( $t_2$ ).

*O'qitish natijalari:*

metall massasi —  $m_1$ , g;

kalorimetr ichki stakanining massasi —  $m_2$ , g;

kalorimetr ichki stakanining suv bilan massasi —  $m_3$ , g;

metallning temperaturasi —  $t_1$ ,  $100^\circ$ ;

kalorimetrdagi suvning boshlang'ich temperaturasi —

$t_2$ ,  $^\circ\text{C}$ ;

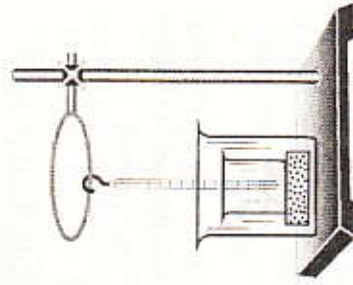
kalorimetrdagi suvning maksimal temperaturasi —

$t_3$ ,  $^\circ\text{C}$ .

### Hisoblash va natijalarni qayta ishlash:

1. Metallning solishtirma issiqlik sig'imini kalorimetrning issiqlik balansidan aniqlanadi. m massali  $100^\circ$  temperaturali va c solishtirma issiqlik sig'imli metall  $t_1$  haroratli suvga solingan bo'lib, suvda  $t_2$  temperaturaga gacha sovib, suvni va kalorimetrning ichki devorlarini xuddi shu temperaturagacha isitadi. Suvning massasi  $m_3$  va  $m_2$  massalarning ayirmasiga teng, ya'ni:

$$m_{\text{suv}} = m_3 - m_2$$



23-rasm.

Soddalashtirilgan kalorimetr.

Metallning yo'qotgan issiqlik miqdori:

$$Q = m_1 c(100 - t_2)$$

Bu issiqlik suv va stakanni isitishga sarf bo'ladi. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi 4,1868 J/g, shishaniki esa 0,795 J/g (0,19 kal/g):

$$\begin{aligned} Q &= m_{\text{suv}}(t_2 - t_1) + 0,795(t_2 - t_1) = \\ &= (m_{\text{suv}} + 0,795 \cdot m_1)(t_2 - t_1) \end{aligned}$$

Bunda issiqlik balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$m_1 c(100 - t_2) = (m_{\text{suv}} + 0,795 m_1)(t_2 - t_1)$$

2. Metallning solishtirma issiqlik sig'imi:

$$c = \frac{(m_{\text{suv}} + 0,795 \cdot m_1)(t_2 - t_1)}{m_1(100 - t_2)}$$

3. Topilgan solishtirma issiqlik sig'imi orqali atom massasining taxminiy qiymatini toping:

$$A = \frac{26,36}{c} \quad \left( A = \frac{6,3}{c} \right)$$

4. Atom massasining taxminiy qiymati va ilgari aniqlangan ekvivalenti orqali metallning valentligini aniqlang:

$$B = \frac{A}{E}$$

5. Atom massasi qiymatini quyidagi tenglamadan hisoblang:

$$A = B \cdot E$$

## SAVOL VA MASALALAR

1. Kannitssaro usulida elementlarning atom massalari qanday aniqlanadi?
2. Atomning issiqlik sig'imi nima?

3. Dyulong-Pti qoidasi nimadan iborat?

4. Izotoplarning massa sonlarini qanday aniqlash mumkin?

5. 3,6 g metall oksidini qaytarish uchun n.s.b. da o'lehaning 16,66 ml vodorod sarflangan. Metallning va metall oksidining ekvivalentini toping. (J a v o b : 24,2 va 16,2).

6. 2,07 g metall butunlay yonishi uchun 2,4 g kislorod talab qilinadi. Shu metalldan 1,38 g suvga ta'sir ettirilganida, necha g vodorod ajratib chiqadi? (J a v o b : 0,2 g).

7. Oksid tarkibida 70,97 % nikel bor. Uning solishtirma issiqlik sig'imi 0,46 J/g. Nikelning aniq atom massasini toping.

8. 20,06 g metall 0,2016 g vodorod o'rni oladi. Bu metallning solishtirma issiqlik sig'imi 0,032 ga teng. Uning atom og'irligi va valentligini toping.

## 2.5. KIMYOVIY FORMULALAR

Kimyoviy birikmalarning sifat va miqdoriy tarkibi kimyoviy formulalar bilan ifodalanadi. Birikmalar molekulari qanday atomlardan tashkil topganligini va atomlarning sonini aniq ko'rsatuvchi formulalar *molekulyar formulalar* deyiladi.

Ba'zan, kimyoviy formulalar molekularidagi atomlarning mutlaq (absolyut) sonini emas, balki har xil elementlarning atomlari soni o'rtasidagi nisbatni ko'rsatadi. Bunday formulalar eng oddiy, boshqacha aytganda, *empirik formulalar* deyiladi.

Murakkab moddalar formulalarini chiqarish uchun, avvalo, shu moddalar qanday elementlardan va bu elementlar bir-biri bilan qanday og'irlik nisbatlarda birikganligini analiz yo'li bilan aniqlab olish lozim.

**1. Eng oddiy formulani aniqlash.** Eng oddiy formula — molekuldagi elementlar atomlar sonining eng kichik butun sonlarda ifodalangan nisbatini ko'rsatadi. Birikmaning eng oddiy formulasini topish uchun:

- 1) birikmaning foiz tarkibini;
- 2) shu birikma tarkibiga kirgan elementlarning atom og'irliklarini bilish lozim.

### Hisoblashga doir masalalar

**1-masala.** 3 og'irlik qism magniy, 4 og'irlik qism oltinugurt va 6 og'irlik qism kislorodning qoldiqsiz birikshidan hosil bo'lgan moddaning formulasi toping.

**Yechish.** Modda tarkibidagi elementlarning massa nisbatlari:

$$m(\text{Mg}) : m(\text{S}) : m(\text{O}) = 3 : 4 : 6. \text{Ar}(\text{Mg}) = 24.$$

Bitta Mg atomiga boshqa elementlardan nechtdan to'g'ri kelishini topish uchun massa nisbatlarini  $24 : 3 = 8$  ga ko'paytiramiz.

$$m(\text{Mg}) : m(\text{S}) : m(\text{O}) = 24 : 32 : 48.$$

Sonlarni element atom massalariga bo'lib chiqamiz:

$$\text{Mg} - \frac{24}{24} = 1; \text{S} - \frac{32}{32} = 1; \text{O} - \frac{48}{16} = 3.$$

Demak, moddaning formulasi:  $\text{MgSO}_3$ .

**2-masala.** Oltinugurt oksididagi oltinugurt va kislorodning massa ulushi 40% va 60%. Bu oksidning eng oddiy formulasi aniqlang.

**Yechish.** Hisoblash uchun massasi 100 g ga teng, ya'ni  $m(\text{oksid}) = 100$  g bo'lgan oksid massasini tanlab olamiz. Unda oltinugurt va kislorod massalari:

$$m(\text{S}) = m(\text{oksid}) \cdot \omega(\text{S}), \quad m(\text{S}) = 100 \cdot 0,4 \text{ g} = 40 \text{ g},$$

$$m(\text{O}) = m(\text{oksid}) \cdot \omega(\text{O}), \quad m(\text{O}) = 100 \cdot 0,6 \text{ g} = 60.$$

Atomar oltinugurt va kislorod moddalarining miqdorlari:

$$n = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} \quad n = \frac{40}{32} = 1,25 \text{ mol},$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{O})}, \quad n(\text{O}) = \frac{60}{16} = 3,75 \text{ mol bo'ladi.}$$

Oltinugurt va kislorodning miqdoriy nisbatini topamiz:

$$n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,25 : 3,75.$$

Tenglikning o'ng tomonini kichik son (1,25) ga bo'lib,  $n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1 : 3$  ni hosil qilamiz, ya'ni birikmaning eng oddiy formulasi —  $\text{SO}_3$ .

2. Birikmalarning haqiqiy kimyoviy formulasini topish uchun:

- 1) moddaning foiz tarkibini;
- 2) ularning molekulyar og'irligi yoki biror gazga nisbatan zichligini;
- 3) ularning tarkibiga kirgan elementlarning atom og'irliklari bilan zichliklarini bilish kerak.

### Hisoblashga doir masalalar

**1-masala.** Tarkibida 40% uglerod, 6,66% vodorod va 53,34% kislorod bo'lgan modda bug'larining havoga nisbatan zichligi 2,07 ga teng. Moddaning molekulyar formulasini toping.

**Yechish.** Noma'lum moddaning eng sodda formulasi  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$  deb qabul qilamiz. Modda tarkibidagi atomlar nisbatini, ya'ni  $x : y : z$  ni topish uchun har bir elementning massa ulushini nisbiy atom massasiga bo'lamiz.

$$\begin{aligned} x : y : z &= \frac{\omega(\text{C})}{Ar(\text{C})} : \frac{\omega(\text{H})}{Ar(\text{H})} : \frac{\omega(\text{O})}{Ar(\text{O})} = \frac{40}{12} : \frac{6,66}{1} : \frac{53,34}{16} = \\ &= 3,33 : 6,66 : 3,33 = 1 : 2 : 1 \end{aligned}$$

Demak, moddaning eng sodda formulasi:  $\text{CH}_2\text{O}$ . Molekulyar formulani topish uchun modda bug'ining havoga nisbatan zichligidan foydalanamiz.

$$D_{\text{havo}} = \frac{M}{M_{\text{havo}}};$$

$$M = 29 \cdot D_{\text{havo}} = 29 \cdot 2,07 = 60 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CH}_2\text{O})_x = 60; (12 + 2 + 16)x = 60 \quad x = 2$$

Demak, moddaning molekulyar formulasi:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

**2-misol.** Xlor va kisloroddan tashkil topgan modda-ning 0,1 / parchalanganda n.sh.da 0,1 / kislorod va 0,05 / xlor (n.sh. da) hosil bo'lgan, uning havoga nisbatan zichligi 2,34 ga teng. Shu moddaning molekulyar formulasi toping.

**Yechish.**

a) 0,1 / modda parchalanganda — 0,1 / O<sub>2</sub> hosil bo'lsa, 22,4 / modda parchalanganda — x / O<sub>2</sub> hosil bo'ladi.

$$x = \frac{22,4 \cdot 0,1}{0,1} = 22,4 / O_2.$$

b) 0,1 / modda parchalanganda — 0,05 / Cl<sub>2</sub> hosil bo'lsa, 22,4 / modda parchalanganda — x / Cl<sub>2</sub> hosil bo'ladi.

$$x = \frac{22,4 \cdot 0,05}{0,1} = 11,2 / Cl_2.$$

d) O : Cl = 22,4 : 11,2 =  $\frac{22,4}{11,2} : \frac{11,2}{11,2} = 2 : 1$

e) D =  $\frac{M}{29}$  dan M = D · 29 = 2,34 · 29 = 67,86.

Bu qiymat yuqoridagi ClO<sub>2</sub> ning molekulyar massasiga to'g'ri keladi M(ClO<sub>2</sub>) = 35,5 + 32 = 67,5 g/mol.

### 1-tajriba. Mis sulfidning eng sodda formulasi aniqlash

**Ishning maqsadi:** tajriba natijalariga asosanib, mis sulfidning eng sodda formulasi chiqarish.

**Asbob va reaktivlar:** texnik-kimyoviy tarozilar, farfordan yasalgan qopqoqli tige, yopiq spiralli elektrplitka, eksikator, soat oynalari, tigel qisqichlari, oltinugurt kukuni, mis kukuni.

**Ishning tavsifi.** Toza; quruq tigel texnik kimyoviy tarozida tortiladi. So'ngra tigelga 2 g ga yaqin oltinugurt solinadi va tigel qopqoq bilan berkitilib, elektrplitaga qo'yiladi. Soat shishasida 2 g ga yaqin mis ham tortib olinadi. So'ngra, tigel qopqoq bilan yaxshilab

yopiladi va mis bilan reaksiyaga kirishmagan oltinugurt to'liq yonib bo'lguncha qizdirish davom ettiriladi.

Tigel qisqich bilan eksikatorga o'tkaziladi va tigel xona temperaturasigacha sovitilgach, tarozida tortiladi.

Birinchi tortishdan so'ng qizdirishni takrorlash, qaytadan sovitish va tortish lozim. Agar birinchi va ikkinchi tortishlarda massalar bir xil bo'lsa, u holda qizdirish, sovitish va tortish ishlarini ikki marta bir xil massa olguncha takrorlash kerak. Tavsiyilgan usul, doimiy massaga qolguncha ko'pgina kimyoviy tajribalarda keng qo'llaniladi.

**O'lash natijalari:**

tigelning massasi — m<sub>T</sub>, g;

misning massasi — m<sub>Cu</sub>, g;

tigelning mis sulfid bilan umumiy massasi — m<sub>T:CuS</sub>;

1-tortish, g;

2-tortish, g.

### Hisoblash va natijalarni qayta ishlash

1. Mis sulfidning massasini topish:

$$m_{CuS} = m_{T:CuS} - m_T$$

2. Reaksiyaga kirishgan oltinugurtning massasini hisoblash:

$$m_S = m_{CuS} - m_{Cu}$$

3. CuS molekulasida tarkibiga Cu ning x atomlari va S ning y atomlari kirishini faraz qilib va nisbiy atom massalari A<sub>Cu</sub> = 64 va A<sub>S</sub> = 32 ekanligini e'tiborga olib, tenglamani quyidagicha tuzish mumkin:

$$64x : 32y = m_{Cu} : m_S$$

Bu proporsiyaning birinchi a'zosini 64 ga, ikkinchi a'zosini 32 ga bo'lib, quyidagi tenglamaga ega bo'linadi:

$$x : y = \frac{m_{Cu}}{64} : \frac{m_S}{32}$$

Bu yerda  $x$  va  $y$  atom faktorlari. Atom faktorlarini butun sonlar bilan ifodalash uchun, ular eng kichik atom faktorlariga bo'linadi. Bunda mis sulfidning formulasi  $\text{Cu}_x\text{S}_y$  bo'ladi.

4. Mis va oltinugurtning foiz miqdorini hisoblash:

$$\text{Cu} = \frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{CuS}}} \cdot 100\%; \quad \text{S} = \frac{m_{\text{S}}}{m_{\text{CuS}}} \cdot 100\%.$$

## 2-tajriba. Mis kuporosi tarkibidagi kristallizatsion suvni aniqlash

**Ishning maqsadi:** mis kuporosi molekulasidagi suv molekulari sonini aniqlash.

**Asbob va reaktivlar:** qum hammomi, termometr, elektr isitgich, tarkibida kristallanish suvi bo'lgan moddalar, tigel, eksikator, qisqich, soat, shtativ.

**Ishning tavsifi.** Ishni bajarish uchun qum hammomi ishlatiladi. U qum bilan to'ldirilgan, diametri 25 sm, balandligi 5–6 sm bo'lgan tunuka idishdan iboratdir. Tunuka quticha temperaturasi rostlab turiladigan elektr isitgich ustiga qo'yiladi va quticha ichidagi qumga shtativga mahkamlangan termometr o'rnatiladi. Qumning harorati 220–240° atrofida saqlab turiladi.

Tarkibida kristallanish suvi bo'lgan moddalar kristallogidratlardir. Barcha kristallogidratlar muayyan temperaturada qizdirilganda kristallizatsiya suvini yo'qotadi. Parchalanish ancha yuqori temperaturada sodir bo'ladi. Masalan, mis kuporosi 220°C da tarkibidagi kristallizatsiya suvini butunlay yo'qotib, suvsiz tuzga aylanadi. Suvsiz mis sulfat esa 653°C da parchalana boshlaydi.

Avvalo, chinni tigelni qizdirib, uni eksikatorda sovitib, so'ngra, uni texnik-kimyoviy tarozida 0,02 g gacha aniqlik bilan torting. Tigelga taxminan 1–1,3 g maydalangan mis kuporosidan solib torting va uni qum hammomiga qo'yib, 220°–240°C da butunlay suvini yo'qot-

guncha qizdiring. Tuz rangining o'zgarishini kuzating. Tuz butunlay oqarib ketgandan keyin qisqich yordamida tigelni qum hammomidan olib, eksikatorga qo'ying va unda butunlay soviguncha qoldiring. Nima uchun tuz solingan tigelni havoda sovitish mumkin emas? Sovigan tigelni qaytadan qum hammomiga qo'ying va 10–15 minut qizdiring. Shundan so'ng, tigelni qaytadan eksikatora soviting va torting.

Tigelni qizdirish va sovitishni og'irligi 0,01 g dan ko'p farq qilmaguncha takrorlash kerak.

**O'lchash natijalari va hisoblash:**

tigel massasi —  $m_1$ , g;

tigelning tuz bilan birgalikdagi massasi —  $m_2$ , g;

tuzning massasi —  $m_3 = (m_2 - m_1)$ , g;

birinchi qizdirishdan so'ng tuz solingan tigelning massasi —  $m_4$ , g;

ikkinchi qizdirishdan so'ng tuz solingan tigelning massasi —  $m_5$ , g;

tuz solingan tigelning o'zgarmas massasi —  $m_6$ , g;

yo'qotilgan suvning massasi —  $m_7 = (m_2 - m_4)$ , g;

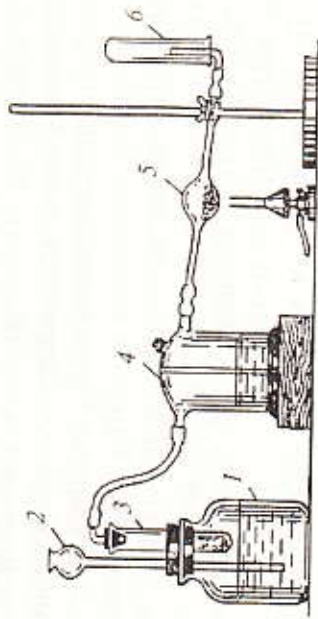
suvsiz tuzning massasi —  $m_8 = (m_4 - m_5)$ , g.

1 mol suvsiz tuzga to'g'ri keladigan suvning miqdorini hisoblang va kristallogidratning kimyoviy formulasini chiqaring.

## 3-tajriba. Oksid tarkibini aniqlash va formulasini chiqarish

**Ishning maqsadi:** Noma'lum oksidning tarkibini aniqlash va formulasini chiqarish.

**Asbob va reaktivlar:** oksid tarkibini aniqlash uchun kerak bo'lgan asbob (24-rasm), texnik-kimyoviy tarozi, mis (II) oksidi, sim, paxta, rux bo'lakchalari, 20% li sulfat kislotasi eritmasi, soat, gaz gorelka, eksikator, voronka.



24-rasm. Oksid tarkibini aniqlash asbobi.

**Ishning tavsifi.** 24-rasmda ko'rsatilgan asbob tiqimli, katta bo'g'izli sklyanka (1), tiqinga o'rnatilgan voronka (2), tubi teshik probirka (3), Tishenko sklyankasi (4), o'rta qismi sharsimon nay (5) va vodorodning tozaligini tekshirishga mo'ljallangan probirka (6) dan iboratdir. Asboblari o'zaro kalta rezina naychalar bilan birlashtirilgan.

O'rta qismi sharsimon nayni texnik-kimyoviy tarozida 0,01 g gacha aniqlik bilan tortib oling ( $m_1$ ). Uning sharsimon qismiga mis (II) oksididan 1 g chamasini soling. Nayning sharsimon qismiga ichki tomondan nayni paxta o'ralgan sim bilan mis oksidi changidan tozalang. Nayning tashqi tomonini ham yaxshilab arting, so'ngra qaytadan uni mis oksidi bilan birga 0,1 g aniqlik bilan torting ( $m_2$ ). Tagi teshikli probirka (3) ga 10—15 dona rux bo'lakchasidan soling. Sklyanka (1) ga voronka orqali sulfat kislotaning 20% li eritmasidan 3/4 hajmigacha quyung. Probirkani kislotaga tushiring. Rux kislotasi bilan reaksiyaga kirisha boshlaydi hamda ajralib chiqayotgan vodorod hamma asboblardan havoni siqib chiqaradi, o'zi esa sulfat kislotasi Tishenko sklyankasidan o'tib suv bug'idan tozalanadi. Asboddagi havoning butunlay siqib chiqarilganligini aniqlash uchun to'ng'irib qo'yilgan probirka (6) ni har ikki minutda to'ng'irib

holda gorelka alangasiga yaqinlashtiring. Toza vodorod osoyishta yonadi, agar u havo bilan aralashgan bo'lsa, kuchsizgina portlash yuz beradi. Agarda vodorod ajralib chiqishi kamaysa, probirkani ozroq kislotaga botiring. Tishenko sklyankasidan o'tayotgan vodorod pufakchalarning tezligi sekundiga ikkita dan ortiq bo'lmasligi kerak. Bunga erishish uchun rux solingan probirkani kislotaga ozroq yoki ko'proq botirish kerak.

Toza vodorod ajralayotganligiga ishonch hosil qilinsangach, nayning sharini isitgich alangasida qizdiring. Bunda vodorod mis oksidini misgacha qaytaradi. Qaytarilish jarayonida hosil bo'lgan suv bug'lari qisman nayning ichki devorlarida kondensatlanib qoladi. Uni yo'qotish uchun, nayning hamma qismini qizdiring. Vodorod o'tishini to'xtatmasdan gorelkani o'chirib, nayni undagi qaytarilgan mis bilan birga asboddan ajratib olib, bata-mom soviguncha 10 minut eksikatorga qo'ying. Ruxli probirkani kislotaga tegmaydigan qilib ko'tarib qo'ying. Nayni undagi qaytarilgan mis bilan birga sovigandan so'ng 0,01 g aniqlik bilan torting ( $m_3$ ).

Asbobni qaytadan yig'ing va yuqorida ko'rsatilgan barcha choralariga rioya qilgan holda vodorod o'tkazib, nay sharini qaytarilgan mis bilan birga yana 10 minut qizdiring. So'ngra nayni soviting. Agar uning og'irligi oldingisidan 0,01 g dan ko'proq farq qilmasa, u vaqtda tajribani takrorlamaslik mumkin. Aks holda, tajribani o'zgarimas og'irlikka ega bo'lguncha davom ettirish kerak.

#### Tajriba natijalari va hisoblashlar

Nayning massasi —  $m_1$ , g.  
 Mis oksid bilan nayning massasi —  $m_2$ , g.  
 Metall bilan nayning massasi —  $m_3$ , g.



Mis oksidning massasi —  $(m_2 - m_3)$ .

Misning massasi —  $(m_3 - m_1)$ .

Tajriba ma'lumotlari asosida mis oksidning miqdoriy tarkibini hisoblang va mis oksidi formulasi chiqaring.

### SAVOL VA MASALALAR

1. Kimyoviy formulalarni qanday usullarda aniqlash mumkin?
2. Eksamplar qanday qurituvchi moddalar saqlanadi?
3. Mis sulfid solingan tigel qanday maqsadda eksikatorda saqlanadi?
4. Molekulyar formula deb nimaga aytiladi?
5. Birkimaning haqiqiy formulasi topish uchun nimalarga e'tibor berish kerak?
6. 29,1 % natriy, 40,5 % olingugurt va 30,4 % kisloroddan iborat birkimning eng oddiy kimyoviy formulasi toping.
7. 0,65 g kristall holdagi soda qizdirilgandan so'ng suvsiz tuzning massasi 0,485 g ga teng bo'lib qoldi. Kristallogidratning formulasi chiqaring.
8. Molibden oksidida molibden massasining atomar kislород massasiga bo'lgan nisbati 2 ga teng. Oksidning eng oddiy formulasi aniqlang. (Javob:  $\text{MoO}_3$ ).
9. Qandaydir birkima tarkibiga kiradigan kremniy va vodorodning massa ulushlari tegishliicha 91,3 va 8,7 % ga teng. Agar birkima bug'ining havoga nisbatan zichligi 3,172 ga teng bo'lsa, uning formulasi aniqlang. (Javob:  $\text{Si}_3\text{H}_8$ ).
10. Ba'zi element oksidida +4 oksidlanish darajasini namoyon qiladi. Bu elementning oksididagi massa ulushi 71,17 %. Bu qanday element? (Javob: selen).

### 3-bob KIMYOVIY REAKSIYALAR ENERGETIKASI

Barcha kimyoviy jarayonlar sistemaning ichki energiyasi va entalpiyasining o'zgarishi bilan boradi. Ushbu jarayon natijasida issiqlik ajralishi yoki yutilishi mumkin. Kimyoviy reaksiyalarda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori *reaksiyaning issiqlik effekti* deyiladi. Issiqlik ajralishi bilan boradigan reaksiyalar *ekzotermik*, issiqlik yutilishi bilan boradigan reaksiyalar *endotermik reaksiya* deyiladi.

Kimyoviy jarayonlarni tavsiflash uchun bosim ( $P$ ), temperatura ( $T$ ) va hajm ( $V$ ) dan tashqari, ichki energiya ( $U$ ), entalpiya ( $H$ ), entropiya ( $S$ ) va Gibbs energiyasi ( $G$ ) kabi holat funksiyalari ham ishlatiladi.

Sistemaning ichki energiyasi undagi molekullarning o'zaro tortilishi, itarilishi, energiyasi, ilgarilanma harakat energiyasi, molekula ichida atom va atomlar gruppasi-ning tebranish energiyasi, atom yadrosida mavjud bo'lgan aylanish energiyasi, atom yadrosida mavjud bo'lgan energiya va boshqa energiyalar yig'indisiga teng bo'ladi.

Agar o'zgarmas hajmdagi tizimning temperaturasini  $T_1$  va  $T_2$  ga ko'tarilguncha qizdirsak, tizimga berilgan issiqlik, uning ichki energiyasining ortishiga teng bo'ladi:

$$Q_v = U_2 - U_1 = \Delta U$$

Demak, o'zgarmas hajmdagi reaksiyaning issiqlik effekti uning ichki energiyasining o'zgarishiga teng. Odatda, kimyoviy reaksiyalar o'zgarmas bosimda sodir bo'ladi. Termodinamikaning I qonuniga muvofiq, o'z-

garmas bosimda sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasining ortishiga hamda u orqali ish bajarishga sarf bo'ladi:

$$Q_p = \Delta U + A; \quad A = P\Delta V$$

$$Q_p = \Delta U + P\Delta V = \Delta H$$

Ya'ni, o'zgarmas bosimda reaksiyaning issiqlik effekti uning entalpiyasi o'zgarishiga teng:

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V$$

Ekzotermik jarayonlarda tizimning ichki energiyasi hamda entalpiyasi kamayadi, ya'ni  $U_2 < U_1$  va  $H_2 > H_1$  bo'lganligi uchun

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad \text{va} \quad \Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1$$

ifodalar manfiy qiymatga ega bo'ladi. Aksincha, endotermik jarayonlarda sistemaning ichki energiyasi va entalpiyasi ortganligi sababli  $\Delta U$  va  $\Delta H$  larning qiymati musbat bo'ladi.

Termokimyoning asosini **Gess qonuni** tashkil qiladi. Reaksiyaning issiqlik effekti jarayonning qanday usulda olib borilishiga bog'liq emas, balki reaksiyada ishtirok etayotgan moddalarning dastlabki va oxirgi holatlariga bog'liq. Ushbu qonundan ikkita muhim xulosa kelib chiqadi:

1. Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti reaksiya mahsulotlari hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan boshlang'ich moddalar hosil bo'lish issiqliklari yig'indisining ayirmasiga teng.

$$\Delta H_r^0 = \sum_{\Delta} H_{\text{mahsulot}}^0 - \sum_{\Delta} H_{\text{boshlang'ich}}^0$$

2. Reaksiyalarning issiqlik effekti boshlang'ich moddalar yonish issiqliklari yig'indisidan reaksiya mahsulotlari yonish issiqliklari yig'indisining ayirmasiga teng:

$$\Delta H_r^0 = \sum_{\Delta} H_{\text{boshlang'ich}}^0 - \sum_{\Delta} H_{\text{mahsulot}}^0$$

Odatda, yonish mahsulotlari:  $\text{CO}_2(\text{g})$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ ,  $\text{SO}_2(\text{g})$ ,  $\text{N}_2(\text{g})$  va boshqalar bo'ladi. Eng oddiy oksidlaning yonish issiqliklari nol deb qabul qilingan. Yonish issiqligi  $\Delta H_{c,298}^0$  — bilan belgilanadi ( $C$  — ingliz tilidagi combustion — yonish so'zidan olingan).

Hosil bo'lish issiqligi  $\Delta H_{f,298}^0$  bilan belgilanadi (ingliz tilidagi formation — hosil bo'lish so'zining bosh harfidan olingan). Moddalarning hosil bo'lish issiqligi ularning agregat holatiga bog'liq bo'lib, 1 mol moddaga tegishli bo'ladi.

1 gramm-ekvivalent kislotaga 1 gramm-ekvivalent asos bilan o'zaro ta'sir etganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori *neytrallanish issiqligi* deyiladi. Kuchli kislotaning kuchli asos bilan neytrallanish issiqligi 57,32 kJ ga teng. Reaksiyada kuchsiz kislotaga yoki asos ishtirok etsa, neytrallanish issiqligi 57,23 kJ/mol dan kichik bo'ladi, chunki ma'lum miqdor issiqlik kuchsiz kislotaga yoki asosning dissotsilanishi uchun sarf bo'ladi.

1 mol moddaning to'la erishidan ajralgan yoki yutilgan issiqlik miqdori *erish issiqligi* deyiladi. 1 mol kristallogidratning hosil bo'lishidan ajralgan yoki yutilgan issiqlik miqdori *gidratlanish issiqligi* deyiladi.

Tartibsiz harakat mayda zarrachalar — molekullar, atomlar va ionlar uchun xos bo'lgan xususiyatdir. Masalan, ikki xil gaz bilan to'ldirilgan idishlar o'zaro tutashtrilsa, bu gazlar har ikkala idishda tekis taqsimlan-gunicha aralashadi. Bu jarayon energiya o'zgarishsiz o'z-o'zicha boradi. Tabiatda har qanday sistema o'zining tartibsizligini oshirishga intiladi, teskari jarayon, ya'ni gazlarning dastlabki holatiga qaytishi o'z-o'zidan sodir bo'lmaydi.

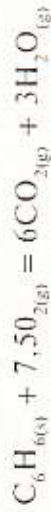
Tartibsizlikni miqdor jihatidan ifodalovchi holat funksiyasi — *entropiyadir*. Tizimi tartibli holatdan betartib holatga o'tganida uning entropiyasi oshadi. Moddalar qattiq holatdan suyuqlikka, suyuqlikdan gaz holatiga o'tganda ularning molekularining tartibsizligi,

ya'ni entropiyasi oshadi. Molekulalarning soni oshishi bilan boradigan reaksiyalarda ham sistemaning entropiyasi ortadi. Kimyoviy reaksiyalarning yo'nalishi ikki omilning o'zaro ta'siri yordamida aniqlanadi. Zero, kimyoviy tizim o'zining energiyasini (entalpiyasini) kamaytirishga va tartibsizligini (entropiyasini) oshirishga intiladi. Bir vaqtning o'zida har ikkala omilning ta'sirini ifodalovchi holat funksiyasi *Gibbs energiyasi* deb ataladi:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

Doimiy temperatura va bosimda kimyoviy reaksiyalar Gibbs energiyasining kamayishi tarafiga o'z-o'zidan boradi.

Ekzotermik reaksiyalarda  $\Delta H < 0$  entropiya oshsa  $\Delta S > 0$ , bunday reaksiya har qanday temperaturada borishi mumkin. Masalan:



Endotermik reaksiyada  $\Delta H > 0$  entropiya kamaysa  $\Delta S < 0$ , bunday reaksiya har qanday temperaturada sodir bo'lmaydi. Masalan:



Ekzotermik reaksiyalarda entropiya kamaysa  $\Delta S < 0$ , bunday reaksiyalar  $T\Delta S$  ning mutlaq qiymati  $\Delta H$  ning mutlaq qiymatidan kichik bo'lganda sodir bo'ladi:

$$|T\Delta S| < |\Delta H|$$

Bu tengsizlik past temperaturalardagina o'rinli bo'lishi mumkin. Masalan:  $3H_{2(g)} + N_{2(g)} = 2NH_{3(g)}$

Endotermik reaksiyalarda  $\Delta H > 0$  entropiya oshsa  $\Delta S > 0$ , bunday reaksiyalarning borish sharti  $|T\Delta S| > |\Delta H|$  bo'ladi. Bu tengsizlik yuqori temperaturalardagina o'rinli bo'ladi. Masalan:



### Hisoblashlarga doir masalalar

**1-misol.** Magniyning  $CO_2$  bilan reaksiyasi davomida ajraladigan issiqlik effektini aniqlang.



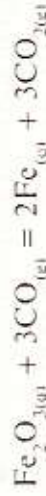
**Yechish.** Ilovadagi 2-jadvalda  $MgO_{(q)}$  va  $CO_{2(g)}$  larning hosil bo'lish issiqliklari ( $\Delta H_{f,298}^0$ ) mos ravishda  $-601,8$  kJ/mol va  $-393,5$  kJ/mol ekanligini topamiz. Reaksiyaning issiqlik effekti ( $\Delta H_{298}^0$ ) ni quyidagicha hisoblaymiz.

$$\begin{aligned} \Delta H_{298}^0 &= 2 \cdot \Delta H_{f,298}^0(MgO) - \Delta H_{f,298}^0(CO_2) = \\ &= 2(-601,8) - (-393,5) = -810,1 \text{ kJ.} \end{aligned}$$

Demak, reaksiya ekzotermik bo'lib, issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi.

**2-masala.** 80 g temir (III) oksidi  $Fe_2O_3$  uglerod (II) oksid  $CO$  bilan to'la qaytarilganda 13,4 kJ issiqlik ajralib chiqsa,  $Fe_2O_3$  ning hosil bo'lish issiqligi  $\Delta H_f^0(Fe_2O_3)$  hisoblanсин.

**Yechish.** Reaksiya tenglamasi bo'yicha reaksiyaning issiqlik effektini hisoblaymiz:



$$M(Fe_2O_3) = 160 \text{ g/mol.}$$

Proporsiya tuzamiz:

$$\begin{aligned} 80 \text{ g } Fe_2O_3 &- 13,4 \text{ kJ} \\ 160 \text{ g } Fe_2O_3 &- x \text{ kJ} \end{aligned} \quad x = \frac{160 \cdot 13,4}{80} = 26,8 \text{ kJ.}$$

Demak, reaksiyaning issiqlik effekti  $\Delta H_g^0 = -26,8$  kJ. Reaksiyaning issiqlik effekti mahsulotlar hosil bo'lish issiqliklaridan dastlabki moddalar hosil bo'lish issiqliklarining ayirmasiga teng, ya'ni:

$$\begin{aligned} \Delta H_{ch}^0 &= 3 \cdot \Delta H_{f,298}^0(CO_{2(g)}) - \Delta H_{f,298}^0(Fe_2O_{3(q)}) - \\ &- 3\Delta H_{f,298}^0(CO_{(g)}) \end{aligned}$$

bundan:

$$\Delta H_{f298}^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3\Delta H_{f298}^0(\text{CO}_2) - 3\Delta H_{f298}^0(\text{CO}) - \Delta H_r^0$$

2-jadvaldan  $\text{CO}_2$  va  $\text{CO}$  larning hosil bo'lish issiqliklari topamiz:

$$\Delta H_{f298}^0(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{f298}^0(\text{CO}) = -110,5 \text{ kJ/mol};$$

$$\Delta H_{f298}^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot (-393,5) - 3(-110,5) - (-26,8) = -822,2 \text{ kJ/mol}.$$

Demak,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ning hosil bo'lish issiqligi  $-822,2 \text{ kJ/mol}$ .

**3-masala.** 10 g  $\text{NaOH}$  250 g suvda eriganda suvning temperaturasi  $95^\circ\text{C}$  ga ko'tarilgan. Eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi  $4,184 \text{ J/g}$  ga teng deb olib,  $\text{NaOH}$  ning suvdagi erish issiqligini toping.

**Yechish.** Eritmaning issiqlik sig'imini  $4,184 \text{ J/g}$  ga teng deb, erish vaqtida ajralib chiqqan issiqlikni topamiz:

$$Q = 4,184 \cdot 260 \cdot 9,5 = 10334,5 \text{ J} = 10,33 \text{ kJ}.$$

1 mol  $\text{NaOH}$  40 g bo'lgani uchun  $\text{NaOH}$  ning erish issiqligi ( $Q$ ) ni quyidagi proporsiyadan hisoblab topamiz:

10 g  $\text{NaOH}$  eriganda  $-10,33 \text{ kJ}$  issiqlik chiqsa,  
40 g  $\text{NaOH}$  eriganda  $-x \text{ kJ}$  issiqlik chiqadi.

$$x = \frac{40 \cdot 10,33}{10} = 41,14 \text{ kJ}.$$

### 1-tajriba. Neytrallanish issiqligini aniqlash

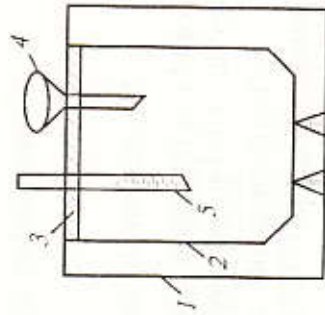
**Ishning maqsadi:** kuchli kislotada va ishqorlarning neytrallanish issiqliklarini aniqlash.

**Asbob va reaktivlar:** kalorimetr (25-rasm), 25 ml hajmli 2 ta o'lchov silindri, termometr, voronka, sekunder, 1 n  $\text{KOH}$  (yoki  $\text{NaOH}$ ) eritmasi, 1 n  $\text{HCl}$  (yoki  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) eritmasi.

### Asbobning tavsifi va ishning bajarilishi.

Massasi aniq kalorimetrik stakan (2)ning qopqog'ini ochib, unga o'lchov silindri yordamida 25 ml 1 n  $\text{KOH}$  (yoki  $\text{NaOH}$ ) eritmasini quyung. Stakaning qopqog'ini voronkasi bilan birga yoping. Maxsus teshikchadan stakandagi eritmaga termometr tushirib eritma temperaturasini o'lchang. Boshqa silindrda 1 n  $\text{HCl}$  (yoki  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) eritmasidan 25 ml o'lchab olib, voronka (4) orqali tez quyung va sekunderni yurguzib vaqtini o'lchang. Kalorimetri ni ohistalik bilan chayqatib eritmani aralashtirib turing. Har yarim minutda eritma temperaturasini jadvalga yozib boring.

Eritmaning issiqlik sig'imi  $C = 4,18 \text{ J/g}$ , zichligi  $\rho = 10 \text{ g/cm}^3$ , shishaning issiqlik sig'imi  $C_m = 0,75 \text{ J/g}$  daraja, eritmaning massasi  $m_c = 50 \text{ g}$ .



25-rasm. Kalorimetr:

- 1 — tashqi stakan;  
2 — kalorimetrik stakan;  
3 — qopqog; 4 — voronka;  
5 — termometr.

Tajriba vaqti, (min.)	0	0,5	1,0	1,5	2,0
Eritma temperaturasi					

Kalorimetrik stakaning massasini bilgan holda quyidagilarni to'ldirib, hisoblashlarni bajaring.

**O'lchash natijalari:**

1. Kalorimetrik stakan massasi —  $m_s$ , g;
2. Tajriba boshlanguncha eritma temperaturasi,  $t_{\text{dast}}$ ;
3. Eng ohirgi temperatura —  $t_{\text{oxirgi}}$ ;
4.  $\Delta t = t_{\text{oxirgi}} - t_{\text{dast}}$ ;
5. Tizimning issiqlik sig'imi:  $\Sigma C = C_{\text{st}} \cdot m_{\text{st}} + C_{\text{er}} \cdot m_{\text{er}}$ ;

6. Kalorimetrdan ajralib chiqqan issiqlik:

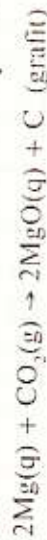
$$\Delta H = -\sum C \cdot \Delta t \text{ (J)}.$$

7. Neytrallanish issiqligi:  $\Delta H = \frac{\Delta H \cdot 1000}{25}$  (J/mol)  
Joulga o'ltirangan neytrallanish issiqligini 1000 ga bo'lib, kiloJoulga o'tkazamiz.

8. Tajribaning foiz xatosi:  $\text{xato}_{\%} = \frac{\Delta H_{\text{naz}} - \Delta H_{\text{m}}}{\Delta H_{\text{naz}}} \cdot 100$ ,  
bunda  $\Delta H_{\text{naz}} = -57,2$  kJ/mol.

#### SAVOL VA MASALALAR

1. Reaksiyaning issiqlik effekti deb nimaga aytiladi?
2. Reaksiyaning issiqlik effekti bilan uning ichki energiyasi orasida qanday bog'liqlik mavjud?
3. Endotermik reaksiyalarda ichki energiya va entalpiya qanday o'zgaradi?
4. Gess qonuni va undan kelib chiqadigan xulosalarni tavsiflang.
5. Hosil bo'lish va yonish issiqligi deb nimaga aytiladi?
6. Neytrallanish issiqligi nima?
7. Termodinamik kattaliklar jadvalidan foydalanib:



reaksiyaning entalpiyasi topilsin. (Javob:  $-810,1$  kJ)

8.  $2\text{C}$  (graft) +  $3\text{H}_2(g) = \text{C}_2\text{H}_6(g)$  reaksiyasining standart sharoitdagi entropiya o'zgarishi topilsin.

(Javob:  $-173,78$  J/mol).  
9. 3,2 g oltinugurt yonganda 27,9 kJ issiqlik ajralib chiqqan.  $\text{SO}_2$  ning hosil bo'lish issiqligini aniqlang. (Javob: 279 kJ/mol).

10. Quyidagi reaksiya bo'yicha  $\text{CaO}(q) + \text{H}_2\text{O}(s) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$  18°Cda  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ning hosil bo'lish issiqligini aniqlang. Bunda  $\Delta H = -15260$  kal/mol,  $\Delta H(\text{H}_2\text{O}) = -68370$  kal/mol,  $\Delta H(\text{CaO}) = -151800$  kal/mol. (Javob:  $-235430$  kal/mol).

#### 4-bob

### KIMYOVIY REAKSIYA TEZLIGI. KIMYOVIY MUVOZANAT

#### 4.1. KIMYOVIY REAKSIYA TEZLIGI

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi va unga ta'sir etuvchi omillarni o'rganuvchi ta'limot *kimyoviy kinetika* deb ataladi. Kimyoviy reaksiyalar tezligiga ta'sir etuvchi omillarga: temperatura, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi, tabiati, bosim, katalizator kabi omillar kiradi. Bu omillarning reaksiya tezligiga ta'siri ayni reaksiya qanday sistemada sodir bo'layotganiga ham bog'liq. Barcha sistemalar *gomogen va geterogen* sistemalarga bo'linadi. Faqat birgina fazadan iborat sistema *gomogen sistema* deyiladi. Ularda boradigan reaksiyalar esa *gomogen reaksiyalar* deyiladi. Gomogen reaksiyalarga gazlar o'rtasida, shuningdek, eritmalar o'rtasida sodir bo'ladigan reaksiyalar kiradi, bunday reaksiyalarda sistemadagi fazalar soni o'zgarmaydi. Gomogen reaksiya gomogen sistema hajmining hamma joyida sodir bo'ladi. Gomogen reaksiyaning tezligi deb vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishuvchi yoki reaksiya natijasida hosil bo'luvchi moddalar konsentratsiyalarining o'zgarishi bilan o'lchanadigan kattalikka aytiladi.

$$\vartheta = \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

Bu yerda:  $\vartheta$  — gomogen reaksiya tezligi,  $\Delta t$  — vaqt,  $\Delta C$  — konsentratsiya o'zgarishi.  $\Delta C = \vartheta \cdot \Delta t$  ekanligini nazarga olsak,  $\vartheta = \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta t}$  bo'ladi. Shuningdek,  $V$  —

sistemaning hajmi,  $\Delta n = n_1 - n_2$  modda mol sonlarining reaksiya natijasida o'zgarishi.

Bir necha fazadan iborat sistema *geterogen sistema* deb ataladi. Ularda sodir bo'ladigan reaksiyalar *geterogen reaksiyalar* deyiladi. Geterogen reaksiyaning tezligi deganda, vaqt birligi ichida fazalar chegarasidagi sirt birligida reaksiyaga kirishuvchi yoki reaksiya natijasida hosil bo'luvchi moddalar miqdori o'zgarishini tushunamiz:

$$\vartheta_{\text{get.}} = \frac{\Delta n}{S \cdot \Delta t}$$

bu yerda:  $S$  — fazalar chegara sirtining kattaligi,  $\Delta n$  — sistemada modda mol sonlarining o'zgarishi,  $\vartheta_{\text{get.}}$  — geterogen reaksiya tezligi. Tenglamadan ko'rinadiki, sistemada reaksiya fazalar chegara sathidagina bo'lganligi bois, bu sath qanchalik katta bo'lsa, reaksiya tezligi ham shunchalik katta bo'ladi. Demak, qattiq moddalar maydalangan holda reaksiyaga tezroq kirishadi.

Gomogen kimyoviy reaksiyalar tezligi bilan reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi o'rtasidagi bog'lanish massalar ta'siri qonuni bilan ifodalanadi. Bu qonunga muvofiq, kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional. Masalan,  $A$  modda  $B$  modda bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, bir xil fazada  $C$  moddani hosil qilsa:  $A + B = C$ . Ushbu reaksiya uchun massalar ta'siri qonunining matematik ifodasi quyidagicha:

$$\vartheta = K \cdot [A] \cdot [B]$$

bu reaksiyadan,  $\vartheta$  — reaksiya tezligi,  $K$  — proporsionallik koeffitsiyenti,  $[A]$ ,  $[B]$  —  $A$  va  $B$  moddalarining molyar konsentratsiyalari. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning bir necha molekulasini bir vaqtda o'zaro ta'sirlashsa, reaksiyaning tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$nA + mB = pC$$

$$\vartheta = K \cdot [A]^n \cdot [B]^m$$

Geterogen sistemada kimyoviy reaksiyalarning tezligiga qattiq moddalarning umumiy konsentratsiyasi ta'sir etmaydi. Chunki, geterogen sistemada gaz va qattiq modda molekularining to'qnashuvi faqat fazalar chegarasidagina sodir bo'ladi. Shuning uchun, bu kattalik massalar ta'siri qonuni tenglamasiga kiritilmaydi.

### Hisoblashlarga doir masalalar

**1-masala.** Gomogen sistemada sodir bo'ladigan  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$  reaksiya uchun tezlik ifodasini yozing.

**Yechish.** Massalar ta'siri qonuniga muvofiq, kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir:  $\vartheta = K [N_2][H_2]^3$ .

**2-masala.** Ushbu



reaksiyada kislorodning konsentratsiyasi 3 marta oshirilsa, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

**Yechish.** Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi:

$$\vartheta_1 = K [NH_3]^4 [O_2]^5$$

Kislorodning konsentratsiyasi 3 marta oshirilsa:

$$\vartheta_2 = K [NH_3]^4 [3O_2]^5 = 243K [NH_3]^4 [O_2]^5$$

Tezliklar nisbatini topamiz:

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{243K [NH_3]^4 [O_2]^5}{K [NH_3]^4 [O_2]^5}$$

Demak, reaksiya tezligi 243 marta ortadi

**3-masala.**

$2CO + O_2 = 2CO_2$  reaksiyasida bosim 2 marta va kislorod konsentratsiyasi 3 marta oshirilsa reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

**Yechish.** Reaksiyaning boshlang'ich tezligi  $v_1 = k[\text{CO}_2][\text{O}_2]$ .

Bosim 2 marta oshirilsa, CO va O<sub>2</sub> konsentratsiyalari 2 marta ortadi, O<sub>2</sub> ning konsentratsiyasi yana 3 marta orttirilsa, unda:

$$v_2 = k_2[\text{CO}]^2 \cdot 3[\text{O}_2] = 24k[\text{CO}]^2[\text{O}_2]$$

Tezliklar nisbati  $\frac{v_2}{v_1} = 24$ . Demak, reaksiya tezligi 24 marta ortadi.

**4-masala.** Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari  $[\text{NO}] = 0,3 \text{ mol/l}$  va  $[\text{O}_2] = 0,15 \text{ mol/l}$  bo'lgan quyidagi kimyoviy reaksiya tezligi  $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot \text{sek}$  quyidagi reaksiya uchun tezlik konstantasini aniqlang:  $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2\text{NO}_{2(g)}$ .

**Yechish.** Massalar ta'siri qonuniga ko'ra:

$$v = k[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2].$$

$$\text{Bundan: } k = \frac{v}{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{0,3^2 \cdot 0,15} = 8,9 \cdot 10^{-3}.$$

Demak,  $k = 8,9 \cdot 10^{-3}$ .

Kimyoviy reaksiya tezligiga temperaturaning ta'sirini o'rganish natijasida Vant-Goff quyidagi qoidani yaratdi: temperatura har 10° ga oshirilganda reaksiya tezligi 2—4 marta ortadi. Bu qoidaning matematik ifodasi quyidagicha:

$$\frac{v_2}{v_1} = \gamma \cdot \gamma^{10 \cdot \frac{t_2 - t_1}{10}}$$

Bunda,  $v_1$  va  $v_2$  mos ravishda temperatura  $t_1$  va  $t_2$  bo'lganda reaksiyaning tezligi;  $\gamma$  — reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti.

Reaksiya tezligining temperatura o'zgarishi bilan o'zgarishini S. Arrenius yaratgan faollanish nazariyasi asosida tushuntirish mumkin. Temperaturaning ko'tarilishi reaksiya tezligining ortishiga olib keladi, bu esa reaksiya tezligi konstantasining ortishiga bog'liq. O'z

navbatida reaksiya tezligi konstantasi faollanish energiyasiga bog'liq. Molekular kimyoviy ta'sirlanishga uchirishi uchun o'rtacha energiyadan ko'proq kinetik energiyaga ega bo'lishi kerak. Bu energiya *faollanish energiyasi* deyiladi. Bunday energiyaga ega bo'lgan molekular faol molekular hisoblanadi. Kimyoviy reaksiyalar vaqtida har doim energiya to'sig'i yengiladi, uning cho'qqisida reaksiyaning oraliq mahsuloti — faollangan kompleks hosil bo'ladi. Faollanish energiyasi — reaksiyaga kirishayotgan moddalarni faol kompleksdan ajratib turadigan energiya to'sig'idir. Faollanish energiyasi juda yuqori bo'lganda, energiya to'sig'ini yenga oladigan molekular soni kam, reaksiya tezligi esa juda kichik bo'ladi. Reaksiya tezligi konstantasining faollanish energiyasiga bog'liqligini Arreniusning quyidagi tenglamasi ifodalaydi:

$$k = Z \cdot pe^{-\frac{E_a}{RT}}$$

bu yerda: Z — hajm birligidagi molekulaning 1 sekunddagi to'qnashuvlar soni;  $e$  — natural logarifm ( $e = 2,7156\dots$ ); R — universal gaz doimiysi ( $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ); T — mutlaq temperatura, K;  $p$  — to'qnashayotgan molekular oriyentatsiyasiga bog'liq sterik ko'paytuvchi.

Arrenius tenglamasining boshqa ko'rinishlari ham ma'lum:

$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2,303} \cdot \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$E_a$  — faollanish energiyasi;  $k_1$ ,  $k_2$  — boshlang'ich ( $T_1$ ) va berilgan ( $T_2$ ) temperaturadagi reaksiya tezligi konstantasi.

### Hisoblashga doir masalalar

**1-masala.** Reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 3 ga teng. Shu reaksiyada temperatura 40 dan 80 ga ko'tarilsa, tezlik qanday o'zgaradi?

**Yechish.** Reaksiyaning boshlang'ich tezligi:  
 $v_1 = k[\text{CO}_2][\text{O}_2]$ .

Bosim 2 marta oshirilsa, CO va O<sub>2</sub> konsentratsiyalari 2 marta ortadi, O<sub>2</sub> ning konsentratsiyasi yana 3 marta orttirilsa, unda:

$$\vartheta_2 = K_2[\text{CO}]^2 \cdot 3[\text{O}_2] = 24K[\text{CO}]^2[\text{O}_2]$$

Tezliklar nisbati  $\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = 24$ . Demak, reaksiya tezligi 24 marta ortadi.

**4-masala.** Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalari  $[\text{NO}] = 0,3 \text{ mol/l}$  va  $[\text{O}_2] = 0,15 \text{ mol/l}$  bo'lgan quyidagi kimyoviy reaksiya tezligi  $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot \text{sek}$ . Quyidagi reaksiya uchun tezlik konstantasini aniqlang:  
 $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2\text{NO}_{2(g)}$

**Yechish.** Massalar ta'siri qonuniga ko'ra:

$$\vartheta = k[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]$$

$$\text{Bundan: } k = \frac{\vartheta}{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]} = \frac{1,2 \cdot 10^{-3}}{0,3^2 \cdot 0,15} = 8,9 \cdot 10^{-3}$$

Demak,  $k = 8,9 \cdot 10^{-3}$ .

Kimyoviy reaksiya tezligiga temperaturaning ta'sirini o'rganish natijasida Vant-Goff quyidagi qoidani yaratdi: temperatura har 10° ga oshirilganda reaksiya tezligi 2—4 marta ortadi. Bu qoidaning matematik ifodasi quyidagicha:

$$\vartheta_{t_2} = \vartheta_{t_1} \cdot \gamma^{10 \frac{t_2 - t_1}{10}}$$

Bunda,  $\vartheta_{t_1}$  va  $\vartheta_{t_2}$  mos ravishda temperatura  $t_1$  va  $t_2$  bo'lganda reaksiyaning tezligi;  $\gamma$  — reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti.

Reaksiya tezligining temperatura o'zgarishi bilan o'zgarishini S. Arrenius yaratgan faollanish nazariyasi asosida tushuntirish mumkin. Temperaturaning ko'tarilishi reaksiya tezligining ortishiga olib keladi, bu esa reaksiya tezligi konstantasining ortishiga bog'liq. O'z

navbatida reaksiya tezligi konstantasi faollanish energiyasiga bog'liq. Molekulalar kimyoviy ta'sirlanishga uchrashi uchun o'rtacha energiyadan ko'proq kinetik energiyaga ega bo'lishi kerak. Bu energiya *faollanish energiyasi* deyiladi. Bunday energiyaga ega bo'lgan molekular faol molekular hisoblanadi. Kimyoviy reaksiyalar vaqtida har doim energiya to'sig'i yengiladi, uning cho'qqisida reaksiyaning oraliq mahsuloti — faollangan kompleks hosil bo'ladi. Faollanish energiyasi — reaksiyaga kirishayotgan moddalarni faol kompleksdan ajratib turadigan energiya to'sig'idir. Faollanish energiyasi juda yuqori bo'lganda, energiya to'sig'ini yenga oladigan molekular soni kam, reaksiya tezligi esa juda kichik bo'ladi. Reaksiya tezligi konstantasining faollanish energiyasiga bog'liqligini Arreniusning quyidagi tenglamasi ifodalaydi:

$$K = Z \cdot p e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

bu yerda: Z — hajm birligidagi molekulaning I sekunddagi to'qnashuvlar soni; e — natural logarifm ( $e = 2,7156\dots$ ); R — universal gaz doimiyi ( $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ); T — mutlaq temperatura; K; p — to'qnashayotgan molekular oriyentatsiyasiga bog'liq sterik ko'paytuvchi.

Arrenius tenglamasining boshqa ko'rinishlari ham ma'lum:

$$\lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{2,303} \cdot \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$E_a$  — faollanish energiyasi;  $K_1$ ,  $K_2$  — boshlang'ich ( $T_1$ ) va berilgan ( $T_2$ ) temperaturadagi reaksiya tezligi konstantasi.

### Hisoblashga doir masalalar

**1-masala.** Reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 3 ga teng. Shu reaksiyada temperatura 40 dan 80 ga ko'tarilsa, tezlik qanday o'zgaradi?



**Yechish.** Tezlikning temperaturaga bog'liqlik ifodasiga ko'ra:

$$\frac{\partial v_2}{\partial t_1} = \gamma \frac{t_2 - t_1}{t_1^{10}} \quad \text{dan} \quad \frac{\partial v_2}{\partial t_1} = 3 \frac{80 - 40}{10} = 3^4 = 81.$$

Demak, reaksiya tezligi 81 marta ortadi.

**2-masala.** Temperatura 25°C dan 35° gacha ko'tarilganda, kimyoviy jarayonning faollanish energiyasi qiymatini toping. Bunda tezlik konstantasi 2 marta ortadi.

**Yechish.** Reaksiya tezligining aktivlanish energiyasiga bog'liqligini ko'rsatuvi ma'lum nisbatni qo'llanishda holda kimyoviy jarayon faollanish energiyasi qiymatini hisoblaymiz.

$$E_a = \frac{R \cdot \ln K}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} = \frac{0,00831 \cdot 2,282 \cdot \lg 2}{0,000109} = 52,37 \text{ kJ/mol.}$$

Demak, faollanish energiyasi 52,37 kJ/mol ga teng. Massalar ta'siri qonunini o'rganishda reaksiyaning molekulyarligi va tartibiga alohida e'tibor berish kerak. *Reaksiyaning molekulyarligi deb, kimyoviy ta'sirlanishning eng oddiy ko'rinishida qatnashuvchi molekullar soniga aytiladi.* Reaksiya molekulyarligi bir, ikki va uch molekulyarlik bo'lishi mumkin. Amalda uch molekulyardan ortiq reaksiyalar uchramaydi, chunki bir vaqtning o'zida bir nuqtada uchta va undan ortiq molekullarning o'zaro to'qnashuvi ehtimoli juda kam. Ko'pchilik reaksiyalar bir necha bosqichda boradi. Reaksiyaning tezligi eng sekin kechadigan bosqich tezligi bilan belgilanadi.

*Reaksiyaning tartibi* — reaksiya tezligi tenglamasidagi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyalari darajasi ko'rsatkichlari yig'indisiga teng son. Masalan:



$$v_1 = K_1[A]^a[B]^b$$

$$v_2 = K_2[M]^m[N]^n$$

$$n_1 = a + b; \quad n_2 = m + n$$

$n_1$  — to'g'ri reaksiya tartibi;

$n_2$  — teskari reaksiya tartibi;



Bu reaksiya tezligi 1-tartibli.



Bu reaksiya esa 2-tartibli. Reaksiyaning tartibi eng sekin kechadigan bosqichning molekulyarligi bilan aniqlanadi. Bosqichli reaksiyalarda uning tartibi molekulyarligiga teng yoki undan kichik bo'ladi.

### Kimyoviy reaksiyalarning tezligiga doir tajribalar

**Ishdan maqsad:** kimyoviy reaksiyalar tezliklariga ta'sir etuvchi turli omillarni o'rganish.

**Asbob va reaktivlar:** sekondomer, 100°C li termometr, shtativ, probirkalar, 5 va 10 ml li pipetkalar, millimetrl qog'oz, cho'p, 1 n natriy tiosulfat, 2 n sulfat kislota eritmalari; konsentrlangan kaliy yodat va natriy sulfit eritmalari, 0,01 n kaliy rodanid, temir (III) xlorid, 10 % li vodorod peroksid, alyuminiy kukuni, maydalgan yod kristali.

#### 1-tajriba. Kimyoviy reaksiyalar tezliklarining moddalar tabiatiga bog'liqligi

Probirkalarga sirka va xlorid kislotaga quyilgan hamda ularning har biriga metall holidagi rux bo'lakchasini tashlang. Vodorod ajralib chiqishi intensivligini taqqoslang. Reaksiya tenglamasini yozing. Jarayonning borishidagi tezlikning har xilligini tushuntiring.

**2-tajriba. Kimyoviy reaksiyalar tezliklarining moddalar konsentratsiyalariga bog'liqligi**

**a. Natriy tiosulfatning sulfat kislotaga bilan reaksiyasi.**  
6 ta probirka olib, ularning uchtagiga 5 ml dan sulfat kislotaga eritmasidan quyuing. Qolgan uchtagiga quyidagi nisbatda natriy tiosulfat eritmasi bilan suv solinadi.

Probirka raqami	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> hajmi, ml	H <sub>2</sub> O hajmi, ml	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hajmi, ml	Loyqa hosil bo'lish vaqti (soniya)	Reaksiya tezligi $\beta = \frac{100}{t}$
1	2,5	5,0	5,0		
2	5,0	2,5	5,0		
3	7,5	0	5,0		

Eritmalarning hajmini mumkin qadar aniqroq o'lchang. Shundan keyin ularning har biriga avval tayyorlab qo'yilgan uchta probirkadagi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmasidan 5 ml dan qo'shing. Uchala holda ham probirkadagi suyuqlikka ikkinchi probirkadagi suyuqlik qo'shilgan, shuningdek, har bir probirkadagi oltingugurt loyqasi paydo bo'lgan vaqtni yozib oling. Olingan natijalarni jadvalga yozing. Absissa o'qiga natriy tiosulfat konsentratsiyasini, ordinata o'qiga esa reaksiya tezligining qiymatlarini qo'yib, grafik chizing. Reaksiya tenglamasini yozing.

**b. Kaliy yodat bilan natriy sulfid orasidagi reaksiya.**  
Sig'imi 100 ml bo'lgan stakan olib, unda natriy sulfidning ozgina sulfat kislotaga juda ozgina kraxmal qo'shilgan eritmasini tayyorlang. Boshqa 3 ta stakan olib, birinchisiga 30 ml KJO<sub>3</sub> eritmasi, ikkinchisiga 20 ml KJO<sub>3</sub> eritmasi va 10 ml suv soling, uchinchi stakanga 10 ml KJO<sub>3</sub> eritmasi va 20 ml suv soling. Birinchi stakanga avval tayyorlab qo'yilgan stakandagi Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> eritmasidan 20 ml quyuing. Reaksiya natijasida ko'k rang paydo bo'ladi. Eritma quyilgan vaqt  $t_1$  va ko'k rang paydo

bo'lgan vaqt  $t_2$  ni yozib oling. Ikkinchi stakanga ham 20 ml Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> eritmasi quyuing. Har safar reaksiya boshlangan va reaksiya tugagan vaqtlarni yozib boring. Natijalarni quyidagi jadvalga yozing.

Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> hajmi, ml	H <sub>2</sub> O hajmi, ml	KJO <sub>3</sub> hajmi, ml	Konsentratsiya, C	Loyqa hosil bo'lish vaqti	Reaksiya tezligi, $\beta = \frac{100}{t}$
20	—	30			
20	10	20			
20	20	10			

**3-tajriba. Reaksiyalar tezliklariga temperaturaning ta'siri**

Uchta probirkani raqamlab har biriga 5 ml dan suv yuldirilgan 1 n natriy tiosulfat eritmasidan quyuing. Boshqa uchta raqamlangan probirkaning har biriga 5 ml dan 2 n sulfat kislotaga eritmasidan quyib, biriga natriy tiosulfat va ikkinchisiga kislotaga eritmasi solingan probirkalarni adashmaydigan qilib, uch juftga bo'ling. 250—400 ml hajmli stakaning yarmigacha vodoprovod suvidan solib, uning temperaturasini aniqlang. Birinchi juft probirkani unga tushiring. Probirkalardagi eritmalar temperaturasi suvnikiga tenglashganiga ishonch hosil qilib, sulfat kislotani natriy tiosulfat eritmasiga quyuing va loyqa hosil bo'lishi vaqtini aniqlang. Ikkinchi juft probirkalarni suvli stakanga tushiring. Termometr bilan temperaturani o'lchang. Suvning temperaturasi dastlabkisidan 10°C ga ortguncha qizdiring. So'ngra probirkadagi eritmalarini bir-biriga qo'shing. Loyqa hosil bo'lish vaqtini aniqlang.

Uchinchi juft probirkalarni suvli stakanga tushirib, suvning temperaturasini dastlabkisiga nisbatan 20°C ga ortguncha qizdirib, yuqoridagi tajribani takrorlang.

Jadvaldan foydalanib, absissa o'qiga temperatura, ordinata o'qiga reaksiya tezligi ko'rsatkichini qo'yib, reaksiya tezligining temperaturaga bog'liqlik grafisini chizing. Temperatura har 10°C ga ortganda reaksiya tezligi necha marta ortishini (temperatura koeffitsiyentini) aniqlang.

Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yozing.

Eritma temperatursi, °C	Probirkalar raqami	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> hajmi, ml	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hajmi, ml	Loyqa hosil bo'lish vaqti, sek.	Reaksiya tezligi, $\beta = \frac{100}{t}$
	1 juft	5	5		
	2 juft	5	5		
	3 juft	5	5		

**4-tajriba. Reaksiya tezligiga katalizatorning ta'siri**

**a) vodorod peroksidning katalitik parchalanishi.** Ikkita toza probirkadan birinchisiga 1–2 ml 10 % li vodorod peroksid eritmasidan quyib, uning odatdagi sharoitda kuchsiz parchalanishini kuzating. Uchinchi probirkaga 1–2 ml 10 % li vodorod peroksid eritmasidan va ozroq (4–5 dona) MnO<sub>2</sub> solib aralashiring. Qancha vaqtdan keyin vodorod peroksidning parchalanishini kuzating. Qaysi probirkada reaksiya tez boradi? Reaksiya tenglamasini yozing.

**b) alyuminiy bilan yod o'rtasidagi reaksiyaga suvning katalitik ta'siri.** Probirkaga ozgina alyuminiy kukunidan va maydalangan yoddan soling. Shisha tayoqcha bilan aralashiring. Amalda reaksiya bormasligini qayd eting. Probirkaga 1 tomchi suv tomizib, uning reaksiya tezligiga qanday ta'sir etganligini kuzating. Alyuminiy bilan yod o'rtasidagi reaksiya tenglamasini yozing.

**SAVOL VA MASALALAR**

1. Kimyoviy reaksiya tezligi deb nimaga aytiladi?
2. Qanday moddalar o'zaro tez reaksiyaga kirishadi?
3. Massalar ta'siri qonumidagi tezlik konstantasi nimani ko'rsatadi va u qanday omillarga bog'liq?
4. Katalizatorlar nima uchun reaksiyalar tezligini oshiradi?
5. Temperatura koeffitsiyenti 2,8 ga teng bo'lib, temperatura 20°C dan 75°C gacha oshirilganda reaksiya tezligi necha marta o'zgaradi?
6. Katalizatorlar ta'siri jarayon termodinamikasi bilan qanday bog'langan?
7. Nima uchun temperaturaning ko'tarilishi kimyoviy reaksiya tezligini oshirishga olib keladi?
8. Gaz fazada boruvchi  $A + 2B + 2C \rightarrow D$  reaksiyada bosim 3 marta oshirilsa, reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?
9. Temperatura koeffitsiyenti 2 ga teng bo'lgan reaksiya, 20°C da 32 minut davom etadi. Shu reaksiyani 30 sekundda tugallash uchun temperatura necha gradus bo'lishi kerak? (Javob: 80°C).
10. Quyidagi reaksiyaning  $2NO_{(g)} + O_{2(g)} = 2NO_{2(g)}$  tezlik konstantasi  $8,9 \cdot 10^{-3}$  ga teng.  $[NO] = 0,3 \text{ mol/l}$ , reaksiya tezligi  $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/s}$  bo'lsa, kislorodning konsentratsiyasi qanday bo'ladi? (Javob: 0,15 mol/l).

**4.2. KIMYOVIY MUVOZANAT**

Barcha kimyoviy reaksiyalarni yo'nalishi bo'yicha ikki turga bo'lish mumkin: a) agar reaksiya uchun olingan dastlabki moddalar to'liq reaksiya mahsulotlariga aylansa, bunday reaksiya **qaytmas reaksiya** deyiladi:



b) bir vaqtning o'zida qarama-qarshi tomonga yo'nalgan reaksiyalar qaytar reaksiyalar deyiladi. Ko'pchilik reaksiyalar amaliy jihatdan qaytar reaksiyalardir. Masalan:



Kimyoviy jarayon qaytar bo'lsa, u holda o'ng va chap tomonlarga boradigan reaksiya tezliklari quyidagicha ifodalanadi:

$$\theta_1 = K_1 [N_2] \cdot [H_2]^3$$

$$\theta_2 = K_2 [NH_3]^2$$

Qaytar jarayonlarda vaqt o'tishi bilan qarama-qarshi tomonga yo'nalgan reaksiyalarning tezliklari o'zaro tenglashadi:  $\theta_1 = \theta_2$ . Demak:

$$K_1 [N_2] \cdot [H_2]^3 = K_2 [NH_3]^2$$

Bundan:

$$K = \frac{K_1}{K_2} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

kelib chiqadi.  $K$  — muvozanat konstantasi.

Bu holat, ya'ni to'g'ri va teskari reaksiyalar tezliklari o'zaro tenglashgan holat *kimyoviy muvozanat* deyiladi. Muvozanat konstantasi tenglamasiga kiruvchi moddalar konsentratsiyasi muvozanat konsentratsiyasi deyiladi. Muvozanat konstantasi — ushbu temperaturada doimiy son bo'lib, reaksiya mahsuloti va boshlang'ich moddalar muvozanat konsentratsiyalari o'rtasidagi nisbatni ko'rsatadi. U qanchalik katta bo'lsa, reaksiya mahsulotining hosil bo'lishi shuncha tez boradi. Muvozanat konstantasi har qaysi qaytar reaksiya uchun xususiyatli bo'lib, reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga bog'liq.  $K$  ifodasiga qattiq moddalar konsentratsiyalari kirmaydi.

Reaksiyalarning borish sharoiti o'zgartirilsa, kimyoviy muvozanat buziladi. Biror yo'nalish bo'yicha reaksiyaning ko'proq borishi, ko'pincha boshlang'ich holatdagi muvozanatdan farq qiladigan yangi kimyoviy muvozanatning qaror topishiga olib keladi. Bir muvozanat holatidan boshqasiga o'tishga *kimyoviy muvozanatning siljishi* deyiladi. Reaksiyada muvozanatning qaysi tomonga siljishi Le-Shatlye prinsipiga bo'yunadi: kimyoviy muvozanatda turgan sistemaga tashqaridan biror ta'sir ko'rsatilsa (konsentratsiya, temperatura yoki bosim o'zgartirilsa), muvozanat shu ta'sirni kamaytiruvchi tomonga siljiydi. Muvozanatni siljitishga ta'sir etuvchi omillarni ko'rib chiqamiz.

**Konsentratsiya.** Reaksiyada ishtirok etuvchi biror moddaning konsentratsiyasi oshirilsa, reaksiya muvozanati shu modda yo'q bo'lgan tomonga, konsentratsiya kamaytirilganda esa, shu modda bor bo'lgan tomonga siljiydi.

**Bosim.** Bosim faqat gazsimon moddalarga ta'sir etadi. Bosim oshirilganda (bunda hajm kamayadi) qaysi tomonga gazsimon modda molekularining soni kam bo'lsa, muvozanat shu tomonga; bosim kamaytirilganda esa gaz molekulari ko'p bo'lgan tomonga siljiydi.

**Temperatura.** Temperaturaning ta'siri reaksiyaning issiqlik effektiga bog'liq. Ekzotermik reaksiyalarda temperatura kamayganda, muvozanat to'g'ri reaksiya tomonga siljiydi; temperatura oshganda esa teskari tomonga siljiydi. Endotermik reaksiyalarda aksincha bo'ladi.

**Katalizatorlar** kimyoviy muvozanatni siljitmaydi. Chunki ikki tomonga boruvchi reaksiyaga bir xil ta'sir ko'rsatadi. Katalizatorlar muvozanat qaror topishini tezlatadi.

Kimyoviy reaksiyaning muvozanat konstantasi Gibbs energiyasining standart o'zgarishiga bog'liq:

$$\Delta G_7^\circ = -2,3RT \lg K_1$$

298 K (25°C) tenglamada quyidagicha o'zgaradi:

$$\Delta G_{298}^\circ = -5,691 \lg K_{298}$$

bunda:  $\Delta G_{298}^\circ$  kJ/mol larda ifodalangan.

Shunday qilib, bu tenglamalardan ko'rinadiki,  $\Delta G^\circ < 0$ ,  $\lg K > 0$ , ya'ni  $k > 1$ . Demak,  $\Delta G^\circ < 0$  bo'lganda muvozanat to'g'ri reaksiya tomonga siljiydi va mahsulot chiqishi nisbatan yuqori, agar  $\Delta G^\circ > 0$  da  $\lg k < 1$  bo'lsa, mahsulot chiqishi kam bo'ladi.

### Hisoblashga doir masalalar

**1-masala.**  $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g)$  sistemada muvozanat konsentratsiyalari quyidagicha:  $[A] = 0,216 \text{ mol/l}$ ,  $[B] = 0,120 \text{ mol/l}$ ,  $[C] = 0,216 \text{ mol/l}$ . Reaksiyaning muvozanat konstantasini hamda  $B$  moddaning boshlang'ich konsentratsiyasini toping.

**Yechish.** 1. Muvozanat konstantasining qiymatini topamiz:

$$K = \frac{[C]}{[A][B]^2} = \frac{0,216}{0,216 \cdot 0,120^2} = 69,45.$$

2. Reaksiya tenglamasiga ko'ra 1 mol  $A$  modda va 2 mol  $B$  moddadan 1 mol  $C$  modda hosil bo'lgan. Proportsiya tuzamiz:

2 mol  $B$  moddadan — 1 mol  $C$  modda hosil bo'lgan,  
 $x$  mol  $B$  moddadan — 0,216 mol  $C$  modda hosil bo'lgan,

$$x = \frac{2 \cdot 0,216}{1} = 0,432 \text{ mоль.}$$

### Kimyoviy muvozanatga doir tajribalar

**Ishning maqsadi.** Turli omillarning muvozanat holatiga va uning siljishiga ta'sirini o'rganish.

**Asbob va reaktivlar:** 100 ml li kolba, probirkalar, stakan, kraxmal, fenoltalein eritmasi, konsentrlangan sulfat kislotasi va ammiak eritmalari,  $\text{FeCl}_3$  va  $\text{NH}_4\text{SCH}$  larning to'yingan eritmalari,  $\text{KCl}$ , 10% li  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  eritmasi, 2 n li  $\text{MgCl}_2$  va  $\text{NaOH}$  eritmalari.

#### 1-tajriba. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining kimyoviy muvozanatga ta'siri

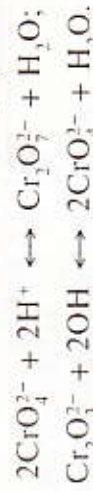
Sig'imi 100 ml bo'lgan kolbaga 20 ml distillangan suv solib, ustiga temir (III) xloridning to'yingan eritmasidan 1—2 tomchi va kaliy yoki ammoniy rodanidning

to'yingan eritmasidan 1—2 tomchi qo'shiladi. Tajribada uch valentli temir ioniga xos reaksiya bo'lganligi uchun temir (III) rodanidning to'q-qizil rangli eritmasi hosil bo'ladi. Hosil qilingan eritma to'rtta probirkaga teng taqsimlanadi. Bu probirkalardan biri etalon sifatida qoldiriladi. Ikkinchisiga konsentrlangan temir (III) xlorid eritmasidan 2—3 tomchi, uchinchisiga kaliy rodanidning konsentrlangan eritmasidan 2—3 tomchi solinadi. To'rtinchi probirkaga bir necha dona donali xlorid kristallaridan soling. Har qaysi probirkadagi suyuqlik chayqatilib, to'rtala probirkadagi eritmalarining rangi bir-biri bilan solishtirib ko'riladi. Ushbu jarayonni massalar ta'siri qonuniga asoslanib izohlang. Bu qaytar reaksiya tenglamasini va muvozanat konstantasining ifodasini yozing. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yozing.

Probirkaning tartib raqami	Qo'shilgan eritma	Eritma rangi	Muvozanatning o'ngga yoki chapga siljishi

#### 2-tajriba. Kimyoviy muvozanatga muhitning ta'siri

Xrom (VI) ionini ishqoriy eritmada sariq rangli xromat ionini —  $\text{CrO}_4^{2-}$  shaklida namoyon bo'ladi. pH kamaytirilishi natijasida  $\text{CrO}_4^{2-}$  protonlashadi va kislotali muhitda zarg'aldoq rangli bixromat ionini —  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  hosil bo'ladi:



Probirkaga 2—3 ml 10% li  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  eritmasidan quyuing va shu eritmaning ustiga tomchilab konsentrlangan ishqor eritmasidan soling, rang o'zgarishini kuza-ting. Eritma sariq rangga kirganda tomchilab konsentrlangan sulfat kislotasi qo'shing. Rang o'zgarishini kuza-ting. Sodir bo'layotgan hodisalarni tushuntiring.

### 3-tajriba. Temperaturaning kimyoviy muvozanatga ta'siri

a) qo'ng'ir tusli gaz — azot (IV) oksid  $\text{NO}_2$  uy temperaturasida rangsiz gaz — azot qo'sh oksid  $\text{N}_2\text{O}_4$  ga aylanadi va ular orasida kimyoviy muvozanat qaror topadi:

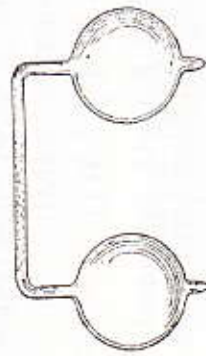


$\text{NO}_2$  qo'ng'ir tusli va  $\text{N}_2\text{O}_4$  rangsiz bo'lganligi tufayli rang o'zgarishiga qarab, muvozanatning qaysi tomonga siljiganligini aytish mumkin. Tajribani o'tkazish uchun ikki chekkasi shar shaklidagi naycha olinadi (26-rasm). Uning ichi  $\text{NO}_2$  bilan to'ldiriladi. Nayda  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  muvozanat qaror topadi. Biriga qaynoq suv, ikkinchisiga muzli suv solingan ikkita stakan olib, birinchi stakanga nayning bir shari tushiriladi, ikkinchi stakanga esa nayning ikkinchi shari botiriladi. Sovuq suvga tushirilgan sharda qo'ng'ir rang susayadi, qaynoq suvga tushirilgan sharda esa qo'ng'ir rang quyulashadi.

Bu reaksiyaning muvozanati  $+150^\circ\text{C}$  da batamom chappa siljiydi.  $-11^\circ\text{C}$  da esa muvozanat o'ngga siljiydi. Bu tajribada qo'ng'ir rangning issiq suvda quyulashishi va sovuq suvda zaiflashishini Le-Shatellye prinsipi asosida tushuntirib bering.

b) yodning kraxmal bilan o'zaro ta'siridan ko'krangli murakkab tarkibli yodkraxmal hosil bo'ladi. Bu reaksiya ekzotermik reaksiyadir.

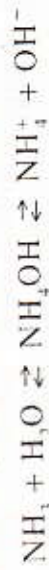
Ikkita probirkaga 4—5 tomchidan kraxmal eritmasi soling va 1 tomchidan suyultirilgan yod eritmasidan qo'shing. Eritma ko'krangga bo'yaladi. Probirkalarning birini qizdiring va rang o'zgarishini kuzating.



26-rasm.  $\text{NO}_2$  bilan  $\text{N}_2\text{O}_4$  o'rtasidagi muvozanatga temperaturaning ta'siri.

So'ngra, probirkani suv oqayotgan jo'mrakning tagida soviting. Eritma rangida qanday o'zgarish ro'y beradi? Tajribani tushuntirib bering.

d) ikkita probirkaga 5—7 ml distillangan suv, 2—3 tomchi fenoltalein va 1 tomchidan konsentrlangan ammiak eritmasidan soling. Bitta probirkani taqqoslash uchun qoldiring, ikkinchisini qizdiring. Qizdirish eritmadan ammiak ajralib chiqishini va ana shu bilan birga muvozanatning ham siljishini ko'rsatadi:



Qizdirilgan ammiak eritmasi rangining o'zgarishini tushuntiring.

### 4-tajriba. Muvozanatni kam dissosilanadigan modda hosil qilish natijasida siljitish

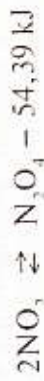
Probirkaga 4—5 ml magniy xlorid eritmasidan soling va asta-sekin cho'kma hosil bo'lguncha natriy gidroksid eritmasidan qo'shing. Cho'kmani chayqating, hosil bo'lgan suspenziyani boshqa ikkita probirkaga soling. Birinchi probirkani taqqoslash uchun qoldiring, ikkinchisiga cho'kma eriguncha ammoniy xlorid qo'shing. Magniy gidroksidning xlorid kislotaga va ammoniy xloridga erishini tushuntirib bering?

### 4.3. KATALIZ

Reaksiya tezligini o'zgartirib, o'zi kimyoviy jihatdan o'zgaraydigan moddalar *katalizatorlar* deyiladi. Ularning xususiyatli tomoni shundaki, ular reaksiya davomida sarf bo'lmaydi va shuning uchun oxirgi mahsulot tarkibiga kirmaydi. Ularning ikkinchi, ajralib turadigan o'ziga xosligi kimyoviy muvozanatga ta'sir etmasligidir. Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar

### 3-tajriba. Temperaturaning kimyoviy muvozanatga ta'siri

a) qo'ng'ir tusli gaz — azot (IV) oksid  $\text{NO}_2$  uy temperaturasida rangsiz gaz — azot qo'sh oksid  $\text{N}_2\text{O}_4$  ga aylanadi va ular orasida kimyoviy muvozanat qaror topadi:

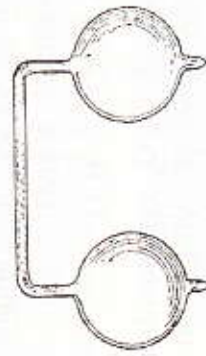


$\text{NO}_2$  qo'ng'ir tusli va  $\text{N}_2\text{O}_4$  rangsiz bo'lganligi tufayli rang o'zgarishiga qarab, muvozanatning qaysi tomonga siljiganligini aytish mumkin. Tajribani o'tkazish uchun ikki chekkasi shar shaklidagi naycha olinadi (26-rasm). Uning ichi  $\text{NO}_2$  bilan to'ldiriladi. Nayda  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  muvozanat qaror topadi. Biriga qaynoq suv, ikkinchisiga muzli suv solingan ikkita stakan olib, birinchi stakanga nayning bir shari tushiriladi, ikkinchi stakanga esa nayning ikkinchi shari botiriladi. Sovuq suvga tushirilgan sharda qo'ng'ir rang susayadi, qaynoq suvga tushirilgan sharda esa qo'ng'ir rang quyuvqlashadi.

Bu reaksiyaning muvozanati  $+150^\circ\text{C}$  da batamom chappa siljiydi.  $-1^\circ\text{C}$  da esa muvozanat o'ngga siljiydi. Bu tajribada qo'ng'ir rangning issiq suvda quyuvqlashishi va sovuq suvda zaiflashishini Le-Shatellye prinsipi asosida tushuntirib bering.

b) yodning kraxmal bilan o'zaro ta'siridan ko'krangli murakkab tarkibli yodkraxmal hosil bo'ladi. Bu reaksiya ekzotermik reaksiyadir.

Ikkita probirkaga 4—5 tomchidan kraxmal eritmasi soling va I tomchidan suyultirilgan yod eritmasidan qo'shing. Eritma ko'krangga bo'yaladi. Probirkalarning birini qizdiring va rang o'zgarishini kuzating.



26-rasm.  $\text{NO}_2$  bilan  $\text{N}_2\text{O}_4$  o'rtasidagi muvozanatga temperaturaning ta'siri.

So'ngra, probirkani suv oqayotgan jo'mrakning tagida soviting. Eritma rangida qanday o'zgarish ro'y beradi? Tajribani tushuntirib bering.

d) ikkita probirkaga 5—7 ml distillangan suv, 2—3 tomchi fenoltalein va I tomchidan konsentrlangan ammiak eritmasidan soling. Bitta probirkani taqqoslash uchun qoldiring, ikkinchisini qizdiring. Qizdirish eritmadan ammiak ajralib chiqishini va ana shu bilan birga muvozanatning ham siljishini ko'rsatadi:



Qizdirilgan ammiak eritmasi rangining o'zgarishini tushuntiring.

### 4-tajriba. Muvozanatni kam dissosilanadigan modda hosil qilish natijasida siljitish

Probirkaga 4—5 ml magniy xlorid eritmasidan soling va asta-sekin cho'kma hosil bo'lguncha natriy gidroksid eritmasidan qo'shing. Cho'kmani chayqating, hosil bo'lgan suspenziyani boshqa ikkita probirkaga soling. Birinchi probirkani taqqoslash uchun qoldiring, ikkinchisiga cho'kma eriguncha ammoniy xlorid qo'shing. Magniy gidroksidning xlorid kislotaga va ammoniy xloridga erishini tushuntirib bering?

### 4.3. KATALIZ

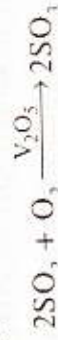
Reaksiya tezligini o'zgartirib, o'zi kimyoviy jihatdan o'zgar olmaydigan moddalar *katalizatorlar* deyiladi. Ularning xususiyatli tomoni shundaki, ular reaksiya davomida sarf bo'lmaydi va shuning uchun oxirgi mahsulot tarkibiga kirmaydi. Ularning ikkinchi, ajralib turadigan o'ziga xosligi kimyoviy muvozanatga ta'sir etmasligidir. Katalizatorlar ishtirokida boradigan reaksiyalar

*katalitik reaksiyalar* deyiladi. Katalitik reaksiyalarni o'rganuvchi ta'limot *kataliz* deyiladi.

Gomogen va geterogen kataliz mavjud. Gomogen katalizda katalizatorlar va reaksiyaga kirishuvchi moddalar bir xil fazada bo'ladi:



Geterogen katalizda katalizator odatda qattiq modda bo'lib, reaksiyon aralashma esa suyuq yoki gazsimon holatda bo'ladi:



Gomogen katalizda katalizator massasining hammasi ishtirok etadi, shuning uchun kimyoviy reaksiya tezligi uning konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional.

Gomogen kataliz hodisasini oraliq mahsulotlar nazariyasi bilan talqin qilish mumkin:



reaksiya katalizator  $K$  ishtirokida bir necha bosqich bilan boradi, masalan:



Birinchi bosqichda, katalizator  $K$  bilan  $A$  modda birikib, oraliq mahsulot ( $AK$ ) ni hosil qiladi. Ikkinchi bosqichda, bu oraliq mahsulot  $B$  modda bilan reaksiyaga kirishib, reaksiyaning oxirgi mahsuloti ( $AB$ ) ni hosil qiladi. Katalizator o'zining kimyoviy tarkibini o'zgartirmagan holda ajralib chiqadi.

Geterogen katalizda kimyoviy reaksiya fazalar chegarasida, asosan, qattiq katalizator sirtida sodir bo'ladi. Shunga ko'ra, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning katalizatorlar sirtiga yetib kelishi va katalizator faol markazlariga adsorblanishi, hatto u qadar barqaror bo'lmasa-

gan oraliq mahsulotlar hosil qilishi geterogen kataliz uchun muhimdir.

Katalizatorlar reaksiyaning faollanish energiyasini pasaytiradi. Kimyoviy reaksiya tezligini kamaytiruvchi moddalar *ingibitorlar* yoki *manfiy katalizatorlar* deyiladi.

Katalizatorlarga boshqa moddalar aralashirilganda, ularning ta'siri kuchayishi, pasayishi yoki o'zgarmay qolishi mumkin. Katalizatorning ta'sirini kuchaytiradigan moddalar *promotorlar* deyiladi. Masalan, nikelga 1% li seriy qo'shilsa, uning faolligi 20 marta ortadi. Katalizatorlarni ishlatishtda, ko'pincha, katta sirtiga ega bo'lgan g'ovak moddalar (asbest, silikagel, alyuminiy oksid, aktiv ko'mir va boshqalar) katalizatorlarga aralashtirilib, ularning hamma joyiga katalizatorlar bir tekis taqsimlanadi. Bunday moddalar *katalitik yoyuvchilar* yoki *tregerlar* deyiladi.

Katalizatorga ba'zi moddalardan ozgina miqdor qo'shilganda ham uning faolligi kamayib ketadi. Bunday moddalar *katalitik zaharlar* deyiladi. Masalan, temir sirtida CO ning CO<sub>2</sub> ga aylanish reaksiyasi ozgina H<sub>2</sub>S aralashuvi bilan to'xtaydi. Zaharlarning katalizatorga ta'siri shundan iboratki, ular katalizatorning faol markazlariga adsorblanadi yoki u bilan kimyoviy birikadi. Har qaysi zahar modda o'ziga xos katalizatorni zaharlaydi.

Tirik organizmda fermentativ kataliz sodir bo'ladi. Fermentlar — biokatalizatorlar bo'lib, ular oqsillar birikmasidan iboratdir. Fermentlar organizmdagi minglab kimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi. Fermentativ reaksiyalar odatda geterogen katalitik reaksiyalar turkumiga kiradi. Fermentlar yuqori darajada spetsifik bo'lib, juda katta katalitik samara beradi. Katalitik jarayonda faqat uning faol markazlari ishtirok etadi.

### Katalizatorga doir tajribalar

**Ishning maqsadi.** Kimyoviy reaksiya tezligiga katalizatorlarning ta'sirini kuzatish.



**Asbob va reaktivlar:** probirka, stakan, gaz gorelka-si, 100 ml li kolba, mis sim,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  va  $\text{AgNO}_3$  eritmalari, 0,5 % li  $\text{KCN}$ , 1 n  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , 2 % li  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ , 2 n  $\text{HNO}_3$ , 30 % li  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , atseton,  $\text{MnO}_2$ .

### Gomogen kataliz

**1-tajriba.** Ikki probirkaga indigokarmin eritmasidan solib, biriga ikki tomchi  $\text{FeCl}_3$  eritmasidan qo'shing. So'ngra har ikkala probirkaga  $\text{H}_2\text{O}_2$  eritmasidan qo'shib, ulardagi indigokarminning rangsizlanish vaqtini yozib oling. Bajargan ishingizni izohlang.

**2-tajriba.** Ikkita probirka olib, ularning har biriga 3 ml dan  $\text{KCN}$  va 3 tomchidan  $\text{FeCl}_3$  eritmalaridan soling. Bu probirkalarning biriga katalizator sifatida  $\text{CuSO}_4$  eritmasidan 2 tomchi qo'shing. So'ngra har ikkala probirkaga  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  eritmasidan 3 ml dan soling. Har ikkala probirkada rangsizlanish qancha vaqtdan keyin sodir bo'lishini kuzating.

**3-tajriba.** Ikkita probirkaga  $\text{HNO}_3$  eritmasidan 3 ml dan,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  ning 2 % li eritmasidan 2 tomchidan soling. Probirkalarning biriga katalizator sifatida ikki tomchi  $\text{AgNO}_3$  eritmasi quyuing. So'ngra har ikkala probirkaga 30 % li ammoniy persulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  eritmasidan 5 ml dan soling. Ikkala probirkani suv solingan stakanga tushirib qo'ying va stakandagi suvni qaynaguncha qizdiring. Probirkalarning qaysi birida avvalroq qizil rang paydo bo'lishini kuzating. Reaksiya tenglamasini yozing.

### Geterogen kataliz

**4-tajriba.** 100 ml li kolbachaga ozroq atseton soling. Mis simdan spiral tayyorlab, uni gaz gorelkasida qizdirib, kolbadagi atseton bug'iga tuting, ammo suyuq-

likka tegizmang. Spiral sim o'zidan yorug'lik nurini sochishini va shu vaqtda atsetonning oksidlanishini kuzating. Sodir bo'ladigan reaksiya tenglamasini yozing.

**5-tajriba.**  $\text{H}_2\text{O}_2$  eritmasidan 2 ml olib, unga ozgina  $\text{MnO}_2$  qo'shing.  $\text{H}_2\text{O}_2$  ning shiddatli parchalanishini kuzating. Ushbu tajribani  $\text{MnO}_2$  o'rniga  $\text{PbO}_2$  olib ham takrorlang.

### SAVOL VA MASALALAR

- Muvozanat konstantasi nimani ifodalaydi?
- Le-Shatelaye prinsipini ta'riflang.
- Quyidagi sistemada bosim oshirilganda kimyoviy muvozanat qaysi tomonga siljiydi?  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ .
- Qaytar, qaytmas, gomogen va geterogen reaksiyalarga ta'rif bering.
- Kataliz va katalizatorlar tushunchalarini izohlang.
- Promotor, ingibitor, katalitik zahar, katalitik yoyuvchi va avtokataliz tushunchalariga ta'rif bering.
- Quyidagi reaksiyalarda: a) bosim doimiy bo'lib, temperatura ortsa; b) temperatura doimiy bo'lib, bosim ortsa, muvozanatning qaysi tomonga siljishini aniqlang:



- $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  reaksiyada  $\text{SO}_2$  va  $\text{O}_2$  ning boshlang'ich konsentratsiyalari 0,4 va 0,6 mol/l.  $\text{O}_2$  ning 25 % i reaksiyaga kirishganda muvozanat qaror topadi. Muvozanat konsentratsiyasini aniqlang.

9.  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{J}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HJ}(\text{g})$  sistemasida  $\text{H}_2$ ,  $\text{J}_2$  va  $\text{HJ}$  ning konsentratsiyalari mos ravishda 0,024 mol/l, 0,005 mol/l va 0,090 mol/l bo'lganda muvozanat qaror topadi.  $\text{H}_2$  va  $\text{J}_2$  larning boshlang'ich konsentratsiyalarini toping. (Javob: 0,065 va 0,050 mol/l).

- $\Delta H$ ,  $\Delta S$  va  $\Delta G$  nimaga bog'liq?

Ba'zi tuzlarning turli temperaturalaridagi eruvchanligi (100 g suvda eruvchi modda) gramm hisobida

1-jadval

Modda	0	5	10	14	20	25	30	32	40	50	60	70	80	85	90	100
Temperatura	23,5	25,1	26,6	28,8	31,4	34,3	36,8	37,2	37,1	37,1	37,1	37,8	38,1	42,2	47,1	
$\text{Ag}(\text{SO}_4)$	35,5	35,6	35,7	35,8	36,0	36,0	36,1	36,4	36,4	36,8	37,2	37,8	38,1	39,0	39,0	39,3
$\text{NaCl}$	35,5	35,7	35,9	36,0	36,0	36,0	36,1	36,4	36,4	36,8	37,2	37,8	38,1	39,0	39,0	39,3
$\text{NaNO}_2$	73,0	80,2	88,0	92,7	96,1	104,9	104,9	104,9	104,9	113,1	124,7	135,8	148,1	161,1	161,1	181,7
$\text{KNO}_2$	73,6	80,2	88,0	92,7	96,1	104,9	104,9	104,9	104,9	113,1	124,7	135,8	148,1	161,1	161,1	181,7
$\text{KNO}_3$	11,6	17,7	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	25,9	31,2	32,5	32,8	32,9	32,9	32,9
$\text{K}_2\text{CrO}_4$	4,4	7,5	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	12,0	14,2	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	4,4	7,5	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	12,0	14,2	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
$\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$	6,9	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	12,9	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
$\text{CaSO}_4$	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
$\text{NaSO}_4$	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
$\text{CuSO}_4$	12,9	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	12,9	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2

## TLOVA

1-jadval

Ba'zi tuzlarning turli temperaturalaridagi eruvchanligi (100 g suvda eruvchi modda) gramm hisobida

2-jadval

Ba'zi moddalarning 298 K (25°C) da hosil bo'lish standart entalpiyalari  $\Delta H_{298}^0$ , entropiyalari  $S_{298}^0$  va hosil bo'lish Gibbs energiyalari  $\Delta G_{298}^0$

Modda	$\Delta H_{298}^0$ , kJ/mol	$S_{298}^0$ , J/mol · K	$\Delta G_{298}^0$ , kJ/mol
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{q})$	-1676,0	50,9	-1582,0
$\text{C}$ (grafit)	0	5,7	0
$\text{CCl}_4(\text{s})$	-135,4	214,4	-64,6
$\text{CH}_4(\text{g})$	-74,9	186,2	-50,8
$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	226,8	200,8	209,2
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	52,3	219,4	68,1
$\text{C}_6\text{H}_6(\text{s})$	82,9	269,2	129,7
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{s})$	-277,6	160,7	-174,8
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{q})$	-1273,0	—	-919,5
$\text{CO}(\text{g})$	-110,5	197,5	137,1
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393,5	213,7	-394,4
$\text{CaCO}_3(\text{q})$	-1207,0	88,7	-1127,7
$\text{CaO}(\text{q})$	-635,5	39,7	-604,2
$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{q})$	-986,6	76,1	-896,8
$\text{Cl}_2(\text{g})$	0	222,9	0
$\text{Cl}_2\text{O}(\text{g})$	76,6	266,2	94,2
$\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{q})$	-1440,6	81,2	-1050,0
$\text{CuO}(\text{q})$	-162,0	42,6	-129,9
$\text{FeO}(\text{q})$	-264,8	60,8	-244,3
$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{q})$	-822,2	87,4	-740,3
$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{q})$	-1117,1	146,2	-1014,2
$\text{H}_2(\text{g})$	0	130,5	0
$\text{HBr}(\text{g})$	-36,3	198,6	-53,3
$\text{HCl}(\text{g})$	-92,3	186,8	-95,2
$\text{HF}(\text{g})$	-270,7	178,7	-272,8
$\text{HJ}(\text{g})$	26,6	206,5	1,8
$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	-241,8	188,7	-228,6
$\text{H}_2\text{O}(\text{s})$	-285,8	70,1	-237,3
$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	-21,0	205,7	-33,8
$\text{KCl}(\text{q})$	-435,9	82,6	-408,0
$\text{KClO}_3(\text{q})$	-391,3	143,0	-289,9

Modda	$\Delta H_{298}^0$ , kJ/mol	$S_{298}^0$ , J/mol · K	$\Delta G_{298}^0$ , kJ/mol
MgCl <sub>2</sub> (q)	-641,1	89,9	-591,6
MgO (q)	-601,8	26,9	-569,6
N <sub>2</sub> (g)	0	191,5	0
NH <sub>3</sub> (g)	-46,2	192,6	-16,7
NH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub> (q)	-256	—	—
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (q)	-365,4	151	-183,8
N <sub>2</sub> O (g)	82,0	219,9	104,1
NO (g)	90,3	210,6	86,6
NO <sub>2</sub> (g)	33,5	240,2	51,5
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g)	9,6	303,8	98,4
NiO (q)	-239,7	38,0	-211,6
O <sub>2</sub> (g)	0	205,0	0
OF <sub>2</sub> (g)	25,1	247,0	42,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (q)	-1492	-114,5	-1348,8
PbO (q)	-219,3	66,1	189,1
PbO <sub>2</sub> (q)	-276,6	74,9	218,3
SO <sub>2</sub> (g)	-296,9	248,1	-300,2
SO <sub>3</sub> (g)	395,8	256,7	-371,2
SiCl <sub>4</sub> (s)	-687,8	239,7	—
SiN <sub>4</sub> (g)	34,7	204,6	57,2
SiO <sub>2</sub> (kvars)	-910,2	41,8	-856,7
SnO (q)	286,0	56,5	-256,9
SnO <sub>2</sub> (q)	-580,8	52,3	-519,3
TiO <sub>2</sub> (q)	-943,9	50	-888,6
WO <sub>3</sub> (q)	-842,7	75,9	-763,9
ZnO (q)	-350,6	43,6	-320,7
H <sup>+</sup>	0	0	0
OH <sup>-</sup>	-230,2	-10,8	-157,4

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Л. В. Бабич, С. А. Базезин, Ф. Б. Гликман, Э. Г. Зак, В. И. Радинова. Практикум по неорганической химии. — М., Просвещение, 1991.
2. Н. С. Ахметов. Практикум по общей и неорганической химии. — М., Высшая школа, 1981.
3. Н. С. Ахметов, М. К. Азизова, Л. И. Бадьгина. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. — М., Высшая школа, 1988.
4. Т. I. Voroynova va boshqalar. Anorganik kimyodan praktikum. — T., O'qituvchi, 1983.
5. X. R. Raximov, N. A. Toshev, A. M. Matajonov. Anorganik kimyodan praktikum. — T., O'qituvchi, 1980.
6. Практикум по неорганической химии. Под ред. Н. А. Остапкевича. М., Высшая школа, 1987.
7. Н. А. Глинка. Задачи и упражнения по общей химии. — Л., Химия, 1985.
8. З. Б. Васильева, А. А. Грановская, А. А. Таперова. Лабораторные работы по общей и неорганической химии. — Л., Химия, 1986.
9. X. R. Raximov. Anorganik kimyo. — T., O'qituvchi, 1984.
10. В. А. Бабков, Г. Н. Горшкова, А. М. Кононов. Практикум по общей химии с элементами количественного анализа. — М., Высшая школа, 1978.
11. С. С. Оленин, Г. Н. Фадеев. Неорганическая химия. — М., Высшая школа, 1985.
12. Z. Ye. Golbraux. Kimyodan masala va mashqlar to'plami. — M., Oliy maktab, 1984.
13. N. A. Ruziyev, X. R. Raximov, A. G. Muflaxov. Anorganik kimyo nazariy asoslari. — T., O'zbekiston, 2000.
14. Q. M. Axmetov, R. S. Sayfudinov, A. Jalilov. Umumiy va anorganik kimyo. — T., O'zbekiston, 2003.
15. B. Q. Qodirov, G. K. Muflaxov, Sh. Q. Norov. Anorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar. — T., O'qituvchi, 1996.
16. Д. А. Князов, С. Р. Смарицкий. Неорганическая химия. — М., Высшая школа, 1990.
17. Ф. Коттон. Дж. Уилкинсон. Основы неорганической химии. — М., Мир, 1979.

## MUNDARIJA

Kirish .....	3
<b>1-bob. Umumiy qism</b> .....	4
1.1. Kimyo laboratoriyalarida ishlash tartibi .....	4
1.2. Laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazishdagi xavfsizlik choralari .....	5
1.3. Birinchi yordam ko'rsatish .....	7
1.4. Laboratoriyada ishlatiladigan asbob-uskumalar .....	8
1.5. Moddalarni tozalash va qayta kristallash usullari .....	19
<b>2-bob. Atom molekulyar ta'limot</b> .....	28
2.1. Asosiy kimyoviy tushunchalar. Gazlarga oid qonunlar .....	28
2.2. Ekvivalentlarni aniqlash .....	33
2.3. Gazlarning molekulyar og'irligini aniqlash .....	39
2.4. Elementlarning atom og'irligini aniqlash .....	47
2.5. Kimyoviy formulalar .....	53
<b>3-bob. Kimyoviy reaksiyalar energetikasi</b> .....	63
<b>4-bob. Kimyoviy reaksiya tezligi. Kimyoviy muvozanat</b> .....	71
4.1. Kimyoviy reaksiya tezligi .....	71
4.2. Kimyoviy muvozanat .....	81
4.3. Kataliz .....	87
<b>Hava</b> .....	92
<b>Foydalanilgan adabiyotlar</b> .....	95

**Sh.Sh. Daminova, X.X. To'rayev, S.X. Aliyorova**  
**ANORGANIK KIMYODAN LABORATORIYA**  
**MASHG'ULOTLARI**

*Olty o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma*

Badiiy muharrir *M. Kudryashova*

Texn. muharrir *U. Kim*

Musahih *N. Umarova*

Kompyuterda sahifalovchi *Ye. Gilmutidinova*

Bosishga 2.03.2006 da ruxsat etildi. Bichimi 84×108<sup>1/32</sup>  
«Tayms» garniturada ofset bosma usulida bosildi. Shartli b.t. 5,04.  
Nashr t. 4,50. Jami 1000 nusxa. K-176-raqamli buyurtma.

O'zbekiston Respublikasi Matbuot va axborot agentligining  
«O'zbekiston» nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi.  
Toshkent, 700129, Navoiy, 30.

"OZBEKISTON"