

**Analitik Kimya Fənni Üzrə İmtahan**  
**Suallarının Cavabları**

***1. Analitik kimyanın predmeti***

Analitik kimya – kimyəvi analizin nəzəri əsaslarını və metodlarını öyrənən elmdir. Analitik kimyanın praktiki vəzifəsi maddənin və ya onların qarışıqlarının kimyəvi tərkibini təyin etməkdir. Əvvəlcə maddənin hansı elementlərdən ionlardan və ya ion qruplarından təşkil olunduğunu, başqa sözlə, vəsfi tərkibi öyrənilir. Sonra isə maddənin miqdarı, tərkibi – maddənin tərkibini təşkil edən elementlərin, ion və ya ion qruplarının hansı çəki nisbətində birləşdiyi öyrənilir.

Deməli, analitik kimya iki məsələni həll edir və bu nöqtəyi-nəzərdən o iki bölməyə ayrılır:

1. Vəsfi analiz;
2. Miqdari analiz.

Vəsfi analiz bölməsi analiz edilən sadə və qarışıq maddələrin tərkib hissələrini keyfiyyətcə təyin edir.

Miqdari analiz bölməsi mürəkkəb və qarışıq maddələrin tərkibində olan element və ya ion, ion qruplarının çəki nisbətlərini öyrənir.

***2. Analitik reaksiyalar və onların yerinə yetirilmə şəraiti***

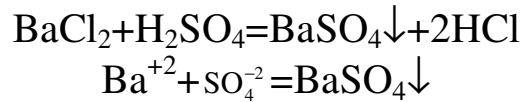
Vəsfi analizin naməlum ionun təyin edilməsi metodları həmin ionun xarakterik xassəyə malik olan, yəni birləşmə şəklinə keçməsinə həyata keçirən bir sıra müxtəlif reaksiyalara əsaslanır.

Naməlum ionun təyin edilməsinə tətbiq edilən reaksiyalara analitik reaksiyalar, analitik reaksiyaları həyata keçirən maddələrə isə reaktivlər deyilir.

Analitik reaksiyalarda ya çöküntü, ya qaz halında maddə, ya rəng dəyişikliyi və s. baş verməlidir.

Analiz ediləcək məhlulun tərkibində  $Ba^{+2}$  ionunun varlığını təyin etmək üçün məhlulun üzərinə sulfat turşusu əlavə edilir. Bu vaxt ağ rəngli çöküntü –  $BaSO_4$  əmələ gəlir. Bu da məhlulda  $Ba^{+2}$  ionunun

alınmasını göstərir. Alınan çöküntü nə suda, nə qələvidə, nə də turşularda həll olmur.



Analiz olunan məhlulda karbonat ionunun  $\text{CO}_3^{-2}$  varlığını təyin etmək üçün xlorid turşusundan istifadə olunur. Məhluldan karbon qazının çıxması  $\text{CO}_3^{-2}$  ionunun olmasını göstərir:



Vəsfli analizdə tətbiq edilən analitik reaksiyalar müəyyən şərait daxilində aparılır, onlardan temperaturu, reaksiyanın mühitini, pH və reaksiyaya daxil olan məhlulların qatılığını göstərmək olar.

### 3. Analitik reaksiyaların həssaslığı

Reaksiyanın həssaslığı miqdardan asılı olaraq açılış minimumu, qatılıq minimumu və durulaşma sərhəddilə xarakterizə edilir.

Açılış minimumu maddənin müəyyən reaksiya şəraitində uyğun reaktivlə təyin edilən ən kiçik miqdarına deyilir. Açılış minimumunun ölçü vahidi mikroqram – mkq-dır.

$$1 \text{ mkq} = 10^{-6} \text{ q} = 10^{-3} \text{ mq}$$

Qatılıq minimumu təyin edilən məhlulun tətbiq edilən reaksiya ilə müsbət nəticə verə bilən ən kiçik qatılığını göstərir. Qatılıq minimumu çəki ilə 1 q təyin edilən ionun həlledicinin ml-lə maksimum həcminə olan nisbətinə deyilir. Bu, təyin edilən ionun son dərəcə durulaşmış həcmi göstərir.

Məsələn, qatılıq minimumu 1:10000 olan nisbəti o deməkdir ki, 10000 ml məhlulun içərisində 1 q maddə həll olduqda, onu münasib reaktivlə 1 damla məhlulun içərisindən asanlıqla təyin etmək olar.

Durulaşma sərhədi içərisində 1 q təyin ediləcək maddə olan məhlulun münasib reaktivlə müsbət reaksiya verə bilən millilitrle miqdarını göstərir.

#### 4. “Quru” analiz üsulu

Analitik reaksiyalar icra olunma qaydalarından asılı olaraq “quru” və “yaş” üsullarla aparılır. Quru üsulla aparılan reaksiyalara pirokimyövi analizi misal göstərmək olar. Burada tədqiq edilən maddəni quru halda qaz lampasının alovunda qızdırırlar. Onlardan ikisi ilə tanış olaq:

1. *Rəngli muncuqların alınması üsulu.* Bəzi metalların birləşmələri natrium-ammonium hidrofosfat  $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  və natrium tetraborat  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  duzları ilə birlikdə əridildikdə müxtəlif rənglərdə muncuqlar alınır. Alınan muncuqların rənginə əsasən tədqiq edilən maddənin tərkibində hansı elementin olması müəyyən edilir. Məsələn:  $\text{Cr}^{3+}$  - kationunun duzları yaşıl,  $\text{Co}^{2+}$  - kationun duzları tünd göy,  $\text{Mn}^{2+}$  - kationun duzları bənövşəyi,  $\text{Ni}^{2+}$  - kationun duzları qonur-qırmızı muncuqlar əmələ gətirirlər.

Alovun rənglənməsi üsulunda platin teli tətbiq edilən narınlaşdırılmış bərk maddəyə bulaşdırıb onu lampanın rəngsiz alovuna yaxınlaşdırırlar. Beləliklə lampanın rəngsiz alovu hər elementin özünə xas olan müxtəlif rənglərə boyanır. Rəngsiz alovun boyandığı rəngə əsasən tədqiq edilən maddənin tərkibində hansı elementin olması müəyyən edilir. Məsələn:  $\text{Na}^+$  - duzları rəngsiz alovu sarı,  $\text{K}^+$  - duzları bənövşəyi,  $\text{Sr}^{2+}$  duzları al-qırmızı,  $\text{Ca}^{2+}$  duzları kərpici-qırmızı,  $\text{Ba}^{2+}$  duzları sarımtıl yaşıl rəngə boyayır.

#### 5. Kimyövi, fiziki və fiziki-kimyövi analiz üsulları

Analitik kimyanın əsas vəzifəsini həyata keçirmək üçün müxtəlif metodlardan istifadə olunur: kimyövi, fiziki və fiziki-kimyövi.

Kimyövi analiz metodu xalq təsərrüfatında böyük əhəmiyyətə malikdir. Kimyövi analizə müraciət etməyən heç bir sənaye sahəsi yoxdur. Xüsusilə kənd təsərrüfatında torpağın, gübrələrin və digər kənd təsərrüfatı məhsullarının tətbiqində rolu böyükdür.

Fiziki analiz metodu sistemin hər hansı parametrinin ölçülməsinə əsaslanır. Fiziki analiz metoduna spektral və lüminesent analiz üsulları daxildir.

Fiziki-kimyəvi analiz metoduna kolorimetrik və xromatoqrafik metodlar aiddir. Kolorimetrik metod məhlulun, ion və ya molekulun rənginin intensivliyinin onun qatılığından asılılığını öyrənir.

Xromatoqrafik metodla tədqiq ediləcək məhlulu içərisində bərk toz şəkilli adsorbent olan şüşə boruya yerləşdirilmiş kolonkalardan keçirirlər. Adsorbent olaraq  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -dən istifadə olunur.

## 6. Təsirinə görə reaktivlərin təsnifatı

Vəsfli analizdə tətbiq edilən reaktivlər öz tərkiblərinə əsasən üç qrupa bölünür:

1. Qrup reaktivləri. Bu reaktivlər eyni reaksiya şəraitində bir qrupun bütün kationları ilə oxşar xarakterik birləşmələr əmələ gətirirlər. Məsələn, HCl qrup reaktivləri olaraq eyni reaksiya şəraitində  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  və  $\text{Pb}^{2+}$  kationları ilə ağ rəngli  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  və  $\text{PbCl}_2$  tərkibli xloridlər əmələ gətirir.

2. Seçici, yaxud selektiv reaktivlər. Bu reaktivlər az miqdar kation ilə (1-2 kation ilə) oxşar xarakterli birləşmələr əmələ gətirirlər. Məsələn, natrium heksanitrokobaltiat  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  müəyyən şəraitdə K və  $\text{NH}_4^+$  kationları ilə sarı rəngli kristallik çöküntü əmələ gətirir. Bu reaksiyalara seçici, yaxud selektiv reaksiyalar deyilir.

3. Spesifik reaktivlər. Bu reaktivlər yalnız təyin olunacaq bir kation ilə xarakterik birləşmə əmələ gətirirlər. Məsələn, sinkuranil asetat  $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$  reaktivləri  $\text{Na}^+$  kationununun spesifik reaktivləri olub, yalnız onunla yaşımtil sarı rəngli kristallik çöküntü əmələ gətirir. Bu gür reaksiya spesifik reaksiya adlanır

## 7. Analiz edilən maddələrin miqdarından asılı olan analiz metodları.

Vəsfli analizin metodları analiz edilən maddənin miqdarından asılı olaraq makro, mikro, yarım-mikro və sair metodlara bölünür.

Metodun köhnə adı	Metodun yeni adı	Maddənin miqdarı	
		qr ilə	ml ilə
Mikroanaliz	Qrammetod	1-10	10-100
Yarımmikro analiz	Santiqrammetod	0,05-0,5	1,0-10
Mikroanaliz	Milliqrammetod	$10^{-3}$ - $10^{-6}$	$10^{-1}$ - $10^{-4}$

Bu metodlar öz həssaslıqları və spesifikliyi ilə xarakterizə edilir. Metodların hər biri digərlərindən öz xüsusiyyəti, icra olunma texnikası və işlədilən avadanlığın müxtəlifliyi ilə fərqlənirlər. Lakin bu metodların hamısı eyni xarakterli reaksiyalarla aparılır.

### **8. Fərdi analiz metodu**

Vəsfi analiz vasitəsilə müxtəlif ion qarışığından ibarət olan məhlulu analiz etmək üçün fərdi və ardıcıl analiz üsullarından istifadə edirlər. Fərdi analiz metodu spesifik reaksiyalara əsaslanır. Fərdi analiz metodu təyin ediləcək ionu spesifik reaktivlər vasitəsilə, analiz olunan məhlulun ayrı-ayrı hissələrindən, istənilən ardıcılıq ilə təyin edilən metoda deyilir. Bu metod təyin ediləcək ionu onunla yanaşı duran ionları çökdürüb ayırmadan məhluldan birbaşa təyin etməyə imkan yaradır. Burada ionları bir-birindən ayırmağa ehtiyac olmadığından analizin icrasına az vaxt sərf edilir. Aparılan reaksiyaların yüksək həssaslığı nəticəsində cüzi miqdar spesifik reaktiv sərf etməklə təyin ediləcək ionun ən kiçik miqdarını açmağa imkan yaranır.

### **9. Ardıcıl analiz metodu**

Ardıcıl analiz metodu ionların bir-birindən ayrılmasına və təyin edilməsinə əsaslanan reaksiyaların müəyyən ardıcılıq ilə aparılması

sisteminə deyilir. Burada fərdi analiz metodundan fərqli olaraq əvvəlcə qrup reaktivlərinin təsiri ilə mürəkkəb ion qarışığını ayrı-ayrı qruplara, yaxud yarımqruplara bölürlər, sonradan hər bir ionu həmin qrupların içərisindən təklikdə ayıraraq (çıxarıb) özünün xarakterik reaksiyalarının biri ilə və yaxud spesifik reaktiv ilə təyin edirlər. Beləliklə, analizin gedişi sadələşib asanlaşır. Ardıcıl analiz metodu ilə aparılan tədqiqatlarda hər hansı ionu təyin etməkdən ötrü onun açılışına mane olan müxtəlif ionları qabaqcadan məhluldan çıxarırlar. Bu məqsədlə çətin həll olan maddələri, uçucu maddələri və kompleks birləşmələri əmələ gətirən reaksiyalardan və həmçinin oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarından istifadə edirlər. Buna misal olaraq  $\text{NH}_4^+$  kationunun közərdilmə nəticəsində parçalanıb uçaraq  $\text{K}^+$  kationundan ayrılmasını,  $\text{Ba}^{2+}$  ionunun natrium asetat  $\text{CH}_3\text{COONa}$  mühitində kalium bixromat  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  reaktivlə çətin həll olan çöküntüyə çevrilərək  $\text{Ca}^{2+}$  kationundan ayrılmasını və s. göstərmə

## 10. Qələvi-turşu metodu ilə kationların analitik qruplara bölünməsi

Kationların müəyyən reaksiya şəraitində, qrup reaktivinin təsirlənilməsi, mürəkkəb ion qarışığının içərisindən çöküntü əmələ gətirən qrupuna, kationların analitik qrupu deyilir. Beləliklə, məlum olur ki, kationların analitik qruplara bölünməsi tətbiq edilən qrup reaktivlərindən asılıdır.

Qələvi-turşu metodu ilə kationların analitik qruplara bölünməsi onların qüvvətli turşulara ( $\text{HCl}$  və  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), qələvilərə ( $\text{NaOH}$  və  $\text{KOH}$ ) və qatı ammonium hidrogenoksidin ( $\text{NH}_4\text{OH}$  artığına göstərdikləri münasibətin müxtəlifliyinə əsaslanır. Bu reaktivlərə göstərdikləri münasibətlərə görə kationlar 6 analitik qrupa bölünürlər.

<i>Qruplar</i>	<i>Qrupun kationları</i>
I	$\text{K}^+$ $\text{Na}^+$ $\text{NH}_4^+$

II	Ag <sup>+</sup> Hg <sub>2</sub> <sup>+2</sup> Pb <sup>2+</sup>
III	Ba <sup>2+</sup> Sr <sup>2+</sup> Ca <sup>2+</sup>
IV	Al <sup>3+</sup> Cr <sup>3+</sup> Zn <sup>2+</sup> Sn <sup>2+</sup> Sn <sup>4+</sup> As <sup>3+</sup> As <sup>5+</sup>
V	Fe <sup>3+</sup> Fe <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup> Be <sup>2+</sup> Mn <sup>2+</sup> Sb <sup>3+</sup> Sb <sup>5+</sup>
VI	Cu <sup>2+</sup> Co <sup>2+</sup> Ni <sup>2+</sup> Hg <sup>2+</sup> Cd <sup>2+</sup>

## 11. I analitik qrup kationları

I qrupa – K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> kationları daxildir. Bu kationların əmələ gətirdiyi duzların əksəriyyəti suda asanlıqla həll olur. I qrup kationlarının hamısını birlikdə heç bir reaktivlə çökdürmək mümkün deyil. Məhz buna

görə də başqa qrup kationlarından fərqli olaraq, bu qrupun qrup reaktivini yoxdur.

$K^+$ ,  $Na^+$  kationları adi temperaturda suyu şiddətlə parçalayır, nəticədə uyğun qələvilər əmələ gətirirlər.  $K^+$ ,  $Na^+$  əmələ gətirdikləri hidroksidlər qüvvətli qələvilər olduğu halda,  $NH_4^+$  hidroksidi zəif əsasi xassəlidir.

$NH_4^+$  ionları analitik xüsusiyyətlərinə görə  $K^+$  ionlarına daha yaxındır. Belə ki, onlar sarı rəngli

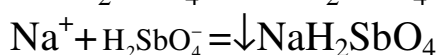
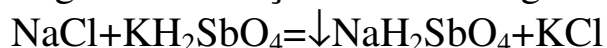
$(NH_4)_3[Co(NO_2)_6]$  -  $K_3[Co(NO_2)_6]$  tərkibli,

$(NH_4)_2[PtCl_6]$  -  $K_2[PtCl_6]$  tərkibli

$NH_4HC_4H_4O_6$  -  $KHC_4H_4O_6$  tərkibli ağ çöküntülər əmələ gətirirlər. Bu səbəbə görə də kationların analizində həmişə  $NH_4^+$  ionları  $K^+$  ionlarının açılışına maneçilik törədir.  $Na^+$  ionları kimi isə  $NH_4H_2SbO_4$  ağ rəngli  $NaH_2SbO_4$  tərkibli çöküntü əmələ gətirir.

## *12. $Na^+$ ionunun reaksiyaları*

$Na^+$  duzlarının əksəriyyəti suda yaxşı həll olur.  $Na^+$  ionunun xüsusi reaksiyalarını öyrənərkən laboratoriyada  $NaCl$  duzu məhlulundan istifadə olunur.  $Na^+$  ionları  $KH_2SbO_4$  reaktivini ilə natrium-dihidrostibiat və ya antimonat ağ rəngli kristallik çöküntü əmələ gətirir.



Sınaq şüşəsinə 3-4 damcı  $KH_2SbO_4$  və 3-4 damcı  $NaCl$  məhlulu əlavə edin. Sınaq şüşəsini su axını altında tutun, şüşə çubuqla sürtün, ağ rəngli kristallik  $NaH_2SbO_4$  tərkibli çöküntü əmələ gəlir.

Üç sınaq şüşəsi götürün, alınan çöküntünü şüşə çubuqla 3 yerə bölüb hər sınaq şüşəsində müvafiq olaraq gedən reaksiyaları izah edin.

Birinci sınaq şüşəsinə mineral turşu ( $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ) əlavə edin.



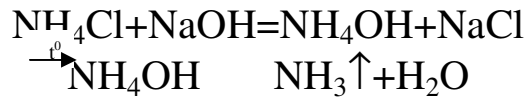
(amorf)



### 13. $NH_4^+$ ionunun reaksiyaları

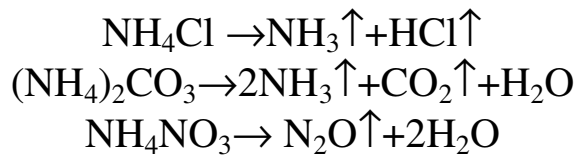
$NH_4^+$  ionlarının açılışında əsas xarakterik reaksiyalara baxaq.

NaOH və KOH ammonium duzları ilə qızdırıldıqda ammoniyak qazı ayrılır.



Ayrılan  $NH_3 \uparrow$  qazının çxmasını onun iyi ilə, distillə suyunda isladılmış qırmızı lakmus kağızının göyərməsi ilə, civə-I-nitrat –  $Hg_2(NO_3)_2$  məhlulunda isladılmış filtr kağızının qaralması ilə təyin edirlər.

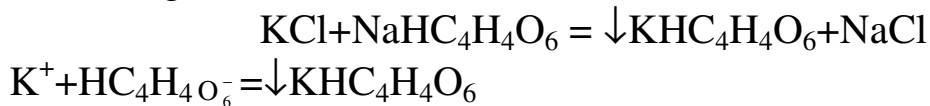
Ammonium duzları qızdırıldıqda parçalanır. Onun bu xüsusiyyətindən istifadə edərək  $NH_4^+$  ionlarını kationların analizində məhluldan kənar edirlər.



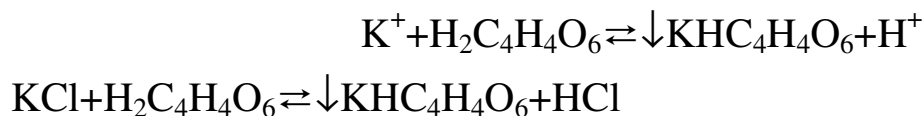
### 14. $K^+$ ionunun reaksiyaları

$K^+$  ionunun laboratoriyada xüsusi reaksiyalarını öyrənmək üçün onun suda həll olan hər hansı bir duzunu, məsələn: KCl,  $KNO_3$  və s. götürmək lazımdır.

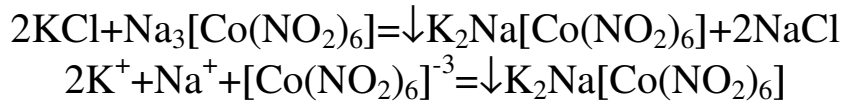
1).  $K^+$  duzları çaxır turşusu  $H_2C_4H_4O_6$  və onun turş Na-duzu ilə  $NaHC_4H_4O_6^-$  neytral mühitdə xırda ağ kristal çöküntü K-hidrotartarat duzu əmələ gəlir.



2) Çaxır turşusu  $H_2C_4H_4O_6$   $K^+$  ionları ilə neytral mühitdə ağ kristallik çöküntü əmələ gətirir:  $\downarrow KHC_4H_4O_6$ .



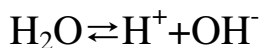
3).  $K^+$  ionları – heksanitrokobaltiat Na-duzu  $Na_3[Co(NO_2)_6]$  -reaktivi ilə kristallik sarı ikiqat kompleks duz  $K_2Na[Co(NO_2)_6]$  tərkibli çöküntü əmələ gətirir.



Reaksiya ya neytral, ya da zəif turş mühitdə aparılır.

### 15. Suyun ion hasili

Saf suyun elektriki pis keçirməsi göstərir ki, su molekulları az dissosiasiya edir, yəni su zəif elektrolitdir.



Tarazlıq halında olan tənliyə kütlələrin təsiri qanununu tətbiq edək:

$$k = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]} \text{ və ya } k \cdot [H_2O] = [H^+] \cdot [OH^-]$$

Burada  $k$  suyun dissosiasiya sabitidir. Müəyyən edilmişdir ki,  $20^\circ C$ -də  $k = 1,8 \cdot 10^{-16}$ .

Su molekullarının olduqca az bir hissəsi dissosiasiya etdiyi üçün belə qəbul olunmuşdur ki, suyun qatılığı dəyişmir, yəni  $[H_2O] = \text{const}$ .

Onun ədədi qiyməti suyun bir litrində olan molların sayını ifadə edir.

$$[H_2O] = \frac{1000}{18} = 55,56 \text{ mol/l}$$

Su molekullarının qatılığı sabit olduğu üçün  $k \cdot [H_2O]$  hasili də sabit olmalıdır. Bu hasil  $k \cdot H_2O = [H^+] \cdot [OH^-]$ .

Tənlikdən aydın olur ki, onların qatılığının necə dəyişməsindən asılı olmayaraq, onların hasili müəyyən temperaturda sabit kəmiyyətdir. Onun ədədi qiymətini hesablamaq olar.

$$[H^+] \cdot [OH^-] = k[H_2O] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}$$

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

Suyun dissosiasiyası nəticəsində əmələ gələn  $H^+$  və  $OH^-$  ionlarının sayca bərabər olduğunu nəzərə alsaq:

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ mol/l}$$

## 16. Məhlulun hidrogengöstəricisi

Mühitin xassəsini təyin etmək

üçün adətən hidrogen ionlarının qatılığından istifadə olunur.  $[H^+] = 10^{-7}$  mol/l olduqda mühit neytral,  $[H^+] > 10^{-7}$  mol/l olduqda turş,  $[H^+] < 10^{-7}$  mol/l olduqda isə mühit əsasi xassəli olur.

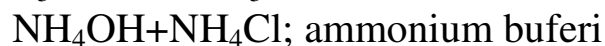
Hesablamalarda mənfi üstlü ədədlərdən istifadə etmək əlverişli olmadığından, Danimarka alimi Sorensenin 1909-cu ildə irəli sürdüyü təklifə əsasən, məhlulun turşuluğunu və ya əsaslığını təyin etmək üçün hidrogen ionlarının qatılığını mənfi işarə ilə götürülmüş onluq loqarifm vasitəsilə ifadə edirlər. Buna hidrogen göstəricisi deyilir və pH ilə işarə olunur.

$$pH = -\lg[H^+]$$
$$([H^+] = 10^{-pH})$$

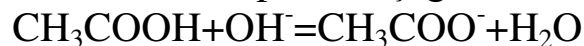
pH=7 olduqda mühit neytral, pH<7 olduqda turş, pH>7 olduqda isə mühit əsasi xassəli olur.

## 17. Bufer sistemlər

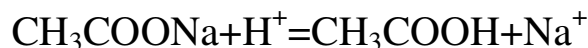
Məhlulların pH-nı sabit saxlamaq üçün müəyyən qarışıqlardan istifadə olunur. Bu qarışıqlar ümumi adla **bufer sistemlər** adlanır. Bufer sistemləri zəif turşu və onun duzundan, zəif əsas və onun duzundan, eləcə də çox əsaslı turşuların əmələ gətirdiyi müxtəlif turş duzların qarışığından ibarət olur:



Əgər məhlula qələvi əlavə etsək proses aşağıdakı kimi gedər:



Turşu əlavə etsək:



## 18. Heterogen sistemdə tarazlıq

Əksər analitik reaksiyalarda çöküntünün alınması və həll olması ilə gedən proseslərdən istifadə olunur. Həllədicinin içinə salınmış hər hansı bərk kimyəvi maddə həllədicinin molekullarının təsirinə məruz qalaraq məhlula keçir, yəni **həllolma prosesi** gedir. Məhlulda hərəkət edən həll olmuş hissəciklərin bir qismi yenidən kristalın səthinə toxunaraq onun üzərinə çökür. Bu proses çökmə prosesi adlanır. Həll olan maddənin kristal ilə məhlul birlikdə heterogen sistemlər yaradır. Bu sistemdə bir-birinə əks olan iki proses –*həllolma* və *çökmə* prosesi gedir. Müəyyən bir an keçdikdən sonra həll olan maddənin miqdarı çökən maddənin miqdarı ilə bərabərləşir. Yəni həllolma sürəti çökmə sürətinə bərabər olur. Bu həllolma prosesinin qurtardığını göstərir. Ayrılan və çökən maddələrin miqdarı eyni olduğu üçün bizə elə gəlir ki, həllolma prosesi dayanıb, əslində məhlulda dinamik tarazlıq yaranır. Bu zaman alınmış məhlulun qatılığı verilmiş temperaturdakı doymuş qatılıq adlanır.

## 19. Həllolma hasili

Məsələn,  $\text{AgCl} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$

Müəyyən müddətdən sonra  $v_1 = v_2$ .

$$k = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]} \text{hh}_{\text{AgCl}} = k[\text{AgCl}] = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$$

Çətin həll olan maddənin əmələ gətirdiyi ionların məhluldakı qatılıqlarının hasili, verilmiş temperatur üçün sabit kəmiyyət olub, həllolma hasili adlanır. Həllolma hasilinə görə məhlulda hansı prosesin getdiyini aydınlaşdırmaq olar. Əgər həllolma hasili:

h.h.  $\text{AgCl} > [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$  - olarsa, həllolma prosesi gedir.

h.h.  $\text{AgCl} < [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$  - olarsa, çökmə prosesi baş verir.

h.h.  $\text{AgCl} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$  - olarsa, tarazlıq yaranır.

## 20. II analitik qrupun kationları və onların ümumi xarakteristikası

II analitik qrupa  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  kationları daxildir. Bu kationların suda məhlulu rəngsizdir. Bu kationlar xlorid turşusu ilə çətin həll olan

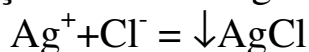
xloridlər  $\text{AgCl}$ ,  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  tərkibli, ağ rəngli kristallik çöküntülər əmələ gətirir. Buna görə də II qrupun reaktivini  $2\text{nHCl}$ -dur.

Bu qrupun kationları xloridli birləşmələrinin suda həll olmasına görə bir-birindən fərqlənirlər.  $100^\circ\text{C}$ -də 1 l suda 32 qır  $\text{PbCl}_2$  həll olduğu halda, bu şəraitdə  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  çöküntüləri praktiki olaraq suda həll olmur. Bu xüsusiyyətindən istifadə edərək, analizin gedişində  $\text{Pb}^{+2}$  ionunu  $\text{Ag}^+$  və  $\text{Hg}_2^{2+}$  ionlarından ayırırlar.

Bu kationlar xlorid turşusunun duzları ilə də çöküntü əmələ gətirir. Lakin bu çöküntülər o qədər narın olurlar ki, süzgəc kağızından süzülüb məhlula keçirlər.

## 21. Ağ ionun reaksiyaları

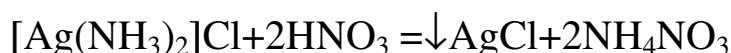
1)  $\text{Ag}^+$  ionu duru xlorid turşusu və həll olan xloridlərlə süd çürüntüsünə oxşar ağ rəngli çöküntü əmələ gətirir.



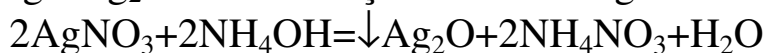
Çöküntü havada qaldıqda tədricən qaralır. Suda və  $\text{HNO}_3$ -də həll olmur.  $\text{NH}_4\text{OH}$ -da həll olaraq kompleks birləşmə əmələ gətirir.



Alınan diaminarqentaxlorid məhlulunun üzərinə turş reaksiya alınincaya qədər  $\text{HNO}_3$  tökdükdə məhlul bulanır və yenidən  $\text{AgCl}$  çöküntüsü alınır.



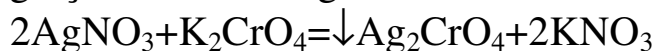
2)  $\text{Ag}^+$  ionu olan məhlula ehtiyatla damcı-damcı  $\text{NH}_4\text{OH}$  əlavə etdikdə qara rəngli  $\text{Ag}_2\text{O}$ -dan ibarət çöküntü əmələ gəlir.



Çöküntü reaktivin artığında həll olur:



3)  $\text{Ag}^+$  ionuna neytral və ya zəif əsasi mühitdə  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ -lə təsir etdikdə kərpici qırmızı rəngli çöküntü əmələ gəlir:



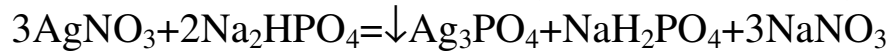
Çöküntü  $\text{HNO}_3$ -də və  $\text{NH}_4\text{OH}$ -da yaxşı həll olur.  $\text{CH}_3\text{COOH}$ -da isə həll olmur.

4)  $\text{Ag}^+$  ionu qələvilərlə qara rəngli çöküntü əmələ gətirir:

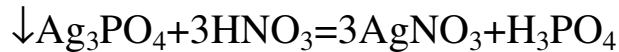


Çöküntü reaktivin artığında həll olmur.

5)  $\text{Ag}^+$  ionu  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  reaktivlə sarı rəngli çöküntü əmələ gətirir.

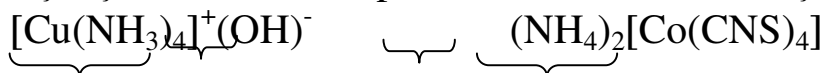


Çöküntü  $\text{HNO}_3$ -də və  $\text{NH}_4\text{OH}$ -da həll olur.



## 22. Kompleks birləşmələrin quruluşu

Vernerə görə, kompleks birləşmələr mərkəzi quruluşa malik olub, mərkəzi atom və iondan koordinə olunmuş hissəciklərdən ibarətdir. Mərkəzi atom və ion *kompleks törədici* adlanır. Bilavasitə kompleks törədiciyə əhatəsində olan tərkib hissələrə addend (əlavə etmək) və ya liqandlar (birləşmək) adı verilmişdir. Kompleks birləşmələr xarici və daxili sferadan ibarət olur. Kompleks törədici və liqandlar kompleksin daxili sferasını, birləşmənin mərkəzi atomu ilə ionogen birləşmiş hissəsi isə kompleksin xarici hissəsini təşkil edir:



daxili s.                      x.s.x.s.daxili s.

Liqandların sayı kompleks törədiciyə koordinasiya ədədini müəyyən edir. Məsələn:



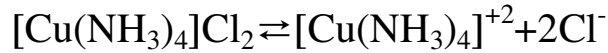
Cu və Fe ionları isə kompleks törədicidir.

Kompleks törədici kimi həm metal, həm də qeyri-metal atomu ola bilər. Kompleks törədici ən çox:

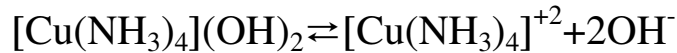
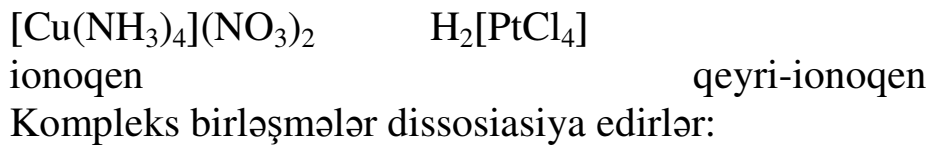
1) Kiçik radiuslu yüksək oksidləşmə dərəcəsi olan atomlarda-  $\text{B}^{+3}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Si}^{+4}$  ola bilər.

### 23. Kompleks birləşmələrin dissosiasiyası

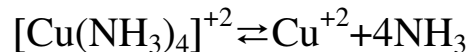
Elektrolit kompleks birləşmələr məhlulda dissosiasiya edirlər:



Kompleks birləşmələrin dissosiasiyası ilə əlaqədar olaraq kompleks birləşməyə daxil olan ionları ionoqen və qeyri-ionoqen olmaqla 2 yerə bölürlər. İonoqen bağlı ionla xarici sferada, qeyri-ionoqen ionlar kompleks ionun tərkibinə daxil olurlar. Kompleks birləşmə suda həll olduqda qeyri-ionoqen ion kompleks törədicidən ayrılır:



Kompleks ion öz növbəsində dissosiasiya edir:



Kompleksin davamlılığı kompleksin davamsızlıq sabiti ilə xarakterizə olunur:

$$K_H = \frac{C_{\text{Cu}^{+2}} \cdot C_{\text{NH}_3}^4}{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+2}}$$

Kompleksin davamsızlıq sabiti kompleks ionun möhkəmliyini xarakterizə edir. Sabitin qiyməti kiçik olduqca kompleks ion daha möhkəm olur. Məsələn:



Deməli,  $[\text{Hg}(\text{CN})_4]$  - daha möhkəmdir.

### 24. Məhlulların qatılığının ifadə edilməsi

Məhlulun və ya həlledicinin vahid miqdarında həll olmuş maddənin miqdarına *məhlulun qatılığı* deyilir. Məhlulun qatılığı faizlə, molyarlıq, normalıq və titrlə ifadə edilir.

1. **Faizli qatılıq**– 100 qr məhlulda həll olan maddənin qramlarla miqdarıdır. Məsələn, 20%-li NaCl məhlulu dedikdə, 100 qr məhlulda 20 qr NaCl həll olması başa düşülür. Yəni 20 qr NaCl+80 qr su.

2. **Molyar məhlullar**. 1 litr məhlulda həll olmuş maddə mollarının sayına **molyar qatılıq** deyilir. 1 litr məhlulda 1 mol maddə həll olmuşsa, buna *molyar məhlul* deyilir.

1 l məhlulda 0,1 mol maddə həll olduqda buna *desi-molyar*, 0,01 mol həll olduqda *santi molyar*, 0,001 mol həll olarsa *milli molyar* məhlul deyilir. Molyarlıq M hərfi ilə ifadə edilir. Məsələn, 0,01 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> santi molyar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> məhlul adlanır. Yəni onun 1 l-də 0,01 mol, daha doğrusu 98:100=0,98 q H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> həll olub.

**Normal məhlullar**. 1 l məhlulda həll olmuş maddənin qram ekvivalent sayına **normal qatılıq** deyilir. 1 litrdə 1 q ekv. maddə həll olduqda ona normal məhlul deyilir. N hərfi ilə işarə edilir. Məsələn, 1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hazırlamaq üçün 1 litr məhlulda 1q ekv. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (yəni 49 qr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) həll etmək lazımdır.

**Titrlə məhlullar**– 1 ml məhlulda həll olmuş maddənin qramlarla miqdarına deyilir və T ilə işarə edilir.

$$T = \frac{NE}{1000}$$

Məsələn, 0,01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ün titrini hesablamaq lazımdır:

$$T = \frac{0,01 \cdot 49}{1000} = 0,00049 \text{ q/ml}$$

Titri məlum olan məhlullara titrlə məhlullar deyilir.

## 25. III analitik qrupun kationları

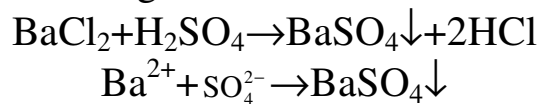
III analitik qrupa Ba<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup> kationları daxildir. Bu qrupun kationları da rəngsiz kationlardır. Bu kationların əmələ gətirdiyi əksər duzlarının suda məhlulu rəngsizdir. Xloridləri, asetatları, xromatları, karbonatları və sulfatları isə suda çətin həll olan birləşmələrdir. Bu kationlar nitrat turşusu və halogenli turşularla, o cümlədən də H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-də çətin həll olan birləşmələr əmələ gətirərək, yerdə qalan qrupların kationlarından ayrılırlar. Buna görə də III qrup kationlarının qrupreaktivi 2N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-dur.



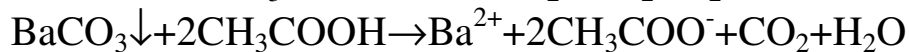
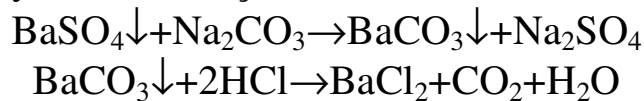
Bu qrup kationları 2N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilə çətin həll olan BaSO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>, SrSO<sub>4</sub> tərkibli ağ kristallik çöküntü əmələ gətirirlər. Bu qrup kationlarının sulfatları turşularda və əsaslarda həll olurlar. Ona görə də kationların analizində, bu qrup kationlarının sulfatlarını məhlula keçirmək məqsədilə, onları yaxşı həll ola bilən karbonatlı birləşmələrə çevirirlər.

## 26. Ba<sup>2+</sup> ionun reaksiyaları

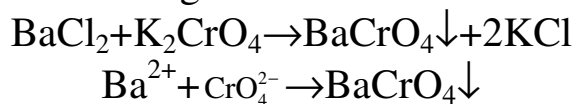
Ba<sup>2+</sup> ionu sulfat turşusu və suda həll olan sulfatlarla ağ, çətin həll olan kristallik çöküntü əmələ gətirir:



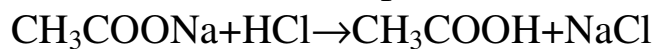
- 1) BaSO<sub>4</sub> çətin həll olan çöküntüdür. O, mineral turşularda belə həll olmur. Qatı H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-də qaynadıldıqda həll olur. Ona görə də kationların analizində BaSO<sub>4</sub> çöküntüsünü Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> vasitəsilə işləyib BaCO<sub>3</sub>-ə çevirirlər.



- 2) Ba<sup>2+</sup> ionu CH<sub>3</sub>COONa mühitində CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> və Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> ionları ilə sarı rəngli kristallik çöküntü əmələ gətirir.

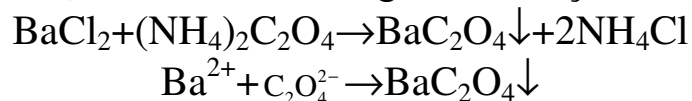


Çökdürməni CH<sub>3</sub>COONa mühitində aparırlar.



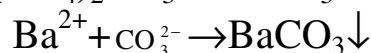
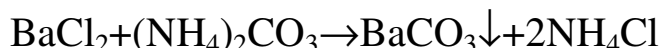
Ba<sup>2+</sup> ionunun bu reaksiya ilə təyininə Ca<sup>2+</sup> ionu mane olmur. Ona görə də kationların analizində Ba<sup>2+</sup> ionunu Ca<sup>2+</sup> ionu olan məhluldan fərdi üsulla təyin edirlər.

- 3) Ba<sup>2+</sup> ionu (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> reaktivilə ağ kristallik çöküntü əmələ gətirir.



Çöküntü suda həll olmur. HCl və HNO<sub>3</sub>-də həll olur. CH<sub>3</sub>COOH-da isə qaynadıldıqda həll olur.

- 4) Ba<sup>2+</sup> ionu (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-lə ağ amorf çöküntü əmələ gətirir.

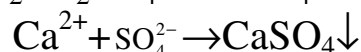
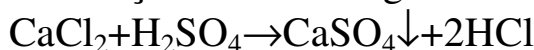


Çöküntü HCl, HNO<sub>3</sub> və CH<sub>3</sub>COOH-da həll olur.

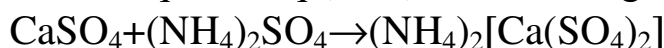
5) Bariyumun uçucu duzları lampanın rəngsiz alovunu sarımtıl-yaşıl rəngə boyayır.

## 27. Ca<sup>2+</sup> ionunun reaksiyaları

1) Ca<sup>2+</sup> ionu sulfat turşusu və suda həll olan sulfatlarla (ammonium sulfatdan başqa) ağ kristallik çöküntü əmələ gətirir:



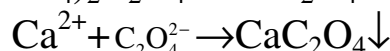
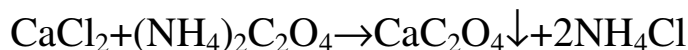
Çöküntü BaSO<sub>4</sub>-dən fərqli olaraq (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ün artığında həll olur:



**Ba<sup>2+</sup> ionunun təyini** – Ba<sup>2+</sup> ionunu təyin etmək üçün məhluldan bir qədər götürüb, üzərinə 2-3 damcı CH<sub>3</sub>COONa məhlulu, 3-4 damcı K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> reaktivi əlavə edin. Sarı rəngli kristallik çöküntünün alınması Ba<sup>2+</sup> ionunun varlığını göstərir. Analiz edilən məhlulda Ba<sup>2+</sup> ionu tapılmadıqda analizi VI bənddəki kimi aparın.

1) Ba<sup>2+</sup> ionunun məhluldan çıxarılması: analiz edilən məhlulda Ba<sup>2+</sup> tapıldıqda, yerdə qalan məhlulun üzərinə artıqlaması ilə CH<sub>3</sub>COONa məhlulu və məhlul narıncı rəng alana kimi K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> reaktivi əlavə edin. Alınan çöküntünü (BaCrO<sub>4</sub>) süzüb, məhluldan ayırın. Çöküntünü tullayın. Məhlulda isə Ca<sup>2+</sup> ionu qalır. Onu aşağıda göstərilən qayda ilə təyin edin:

2) Ca<sup>2+</sup> ionunun təyini: Ca<sup>2+</sup> ionu (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> reaktivilə ağ kristallik çöküntü əmələ gətirir.



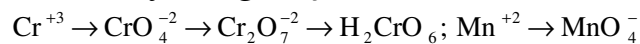
Çöküntü mineral turşularda həll olur. CH<sub>3</sub>COOH-da isə heç həll olmur. Bu xüsusiyyəti etibari ilə CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> BaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-dən fərqlənir.

$$(L_{\text{P}_{\text{CaSO}_4}} = 1,6 \cdot 10^{-7}; L_{\text{P}_{\text{BaC}_2\text{O}_4}} = 2,57 \cdot 10^{-9})$$

3) Kalsiumun uçucu duzları lampanın rəngsiz alovunu kərpici-qırmızı rəngə boyayır.

## 28. Oksidləşmə-reduksiya prosesləri

Oksidləşmə dərəcəsinin dəyişməsi ilə gedən kimyəvi reaksiyalar oksidləşmə-reduksiya prosesləri adlanır. Oksidləşmə-reduksiya proseslərindən analitik kimyada geniş istifadə olunur.

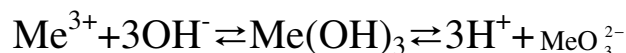
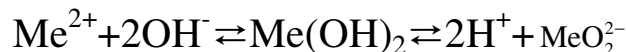


sarı narıncı göy bənövşəyi

Oksidləşmə-reduksiya prosesi zamanı elektronlar bir atom və ya iondan digər atom və iona keçir. Elektronu verən atom və ya ion oksidləşdiricidir və reduksiya olunur. Elektronların bir maddədən digər maddəyə keçməsi iki cür baş verir. Biz onu məhlulun rənginin dəyişməsi, çöküntünün alınması və ya həll olması, qaz halında maddənin ayrılması ilə gedən prosesi müşahidə edirik.

## 29. IV analitik qrup kationları

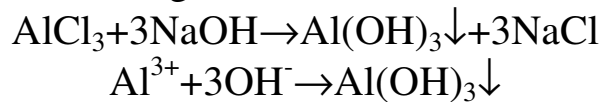
IV analitik qrupa  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{As}^{3+}$ ,  $\text{As}^{5+}$  kationları daxildir. Bu kationların ( $\text{Cr}^{3+}$  ionundan başqa) əmələ gətirdikləri duzların suda məhlulu rəngsizdir.  $\text{Cr}^{3+}$  ionunun duzlarının suda məhlulu yaşıl və bənövşəyi, xromat duzları narıncı rəngdə olurlar.  $\text{Al}^{3+}$  və  $\text{Zn}^{2+}$  ionlarından başqa yerdə qalan bu qrupun kationları oksidləşmə dərəcələrindən asılı olaraq dəyişkən valentli olurlar. Bu qrupun kationları ( $\text{As}$  ionundan başqa) qələvilərlə qələvilərin artığında həll olan amfoter xassəli hidrokisidlər əmələ gətirirlər. Bununla da bu qrupun kationları yerdə qalan qrupların kationlarından fərqlənir. Bu hidrokisidlər məhlulda əsasi və turşu xassəsi göstərdiyindən aşağıdakı qayda üzrə dissosiasiya edərək ionlaşırlar:



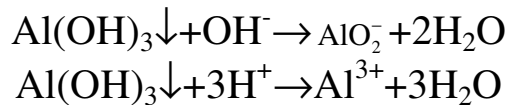
Bu hidrokisidlərin amfoterlik xassəsindən istifadə edərək, onları yerdə qalan qrupların kationlarından (I qrup kationları və  $\text{Pb}^{2+}$  ionundan başqa) ayırırlar.

### 30. $Al^{3+}$ ionunun reaksiyaları

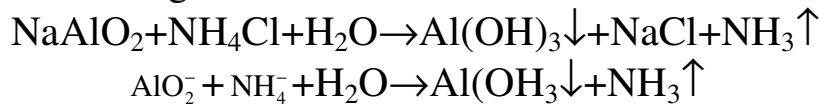
1)  $Al^{3+}$  duzlarına qələvilərlə təsir etdikdə, qələvinlərin artığında həll olan ağ amorf çöküntü əmələ gətirir.



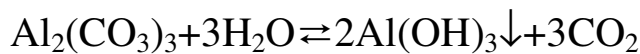
Çöküntü amfoter xassəlidir:



2) Qələvi metallarının alüminatları quru  $NH_4Cl$  duzu ilə  $Al(OH)_3$  tərkibli çöküntü əmələ gətirir.



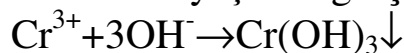
3)  $Al^{3+}$  ionunun karbonatları suda hidroliz edərək  $Al(OH)_3$  tərkibli ağ həlməşik çöküntü əmələ gətirir:



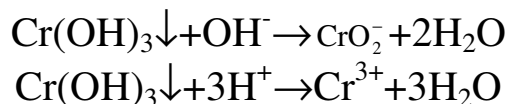
4)  $Al^{3+}$  duzlarına  $NH_4OH$  mühitində natrium alizarin sulfonatla  $C_{15}H_5O_2(OH)_2SO_3Na$  təsir etdikdə qırmızı rəngli çöküntü əmələ gətirir. Bu çöküntü alüminium lakı adlanır, suda və asetat turşusunda həll olmur. Bu reaksiya Al ionu üçün həssas reaksiyalardan biridir.

### 31. $Cr^{+3}$ ionunun reaksiyaları

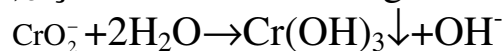
1)  $Cr^{3+}$  ionu qələvilərlə bozuntul-yaşıl rəngli çöküntü əmələ gətirir.



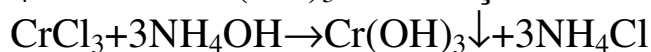
Çöküntü amfoter xassəlidir.



$NaAlO_2$ -dən fərqli olaraq  $NaCrO_2$  məhlulunu qaynatdıqda hidroliz edərək, yenidən  $Cr(OH)_3$  çöküntüsünü əmələ gətirir:



2)  $\text{Cr}^{3+}$  ionu  $\text{NH}_4\text{OH}$ -la da  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  tərkibli çöküntü əmələ gətirir.

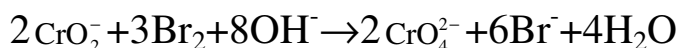
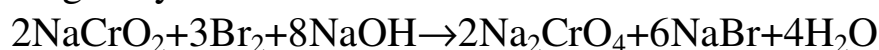


Çöküntü  $\text{Al}(\text{OH})_3$ -dən fərqli olaraq,  $\text{NH}_4\text{OH}$ -in artığında həll olur, nəticədə kompleks birləşmə əmələ gətirir.

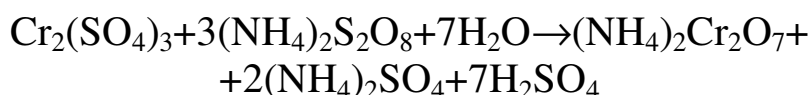
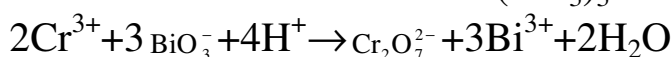
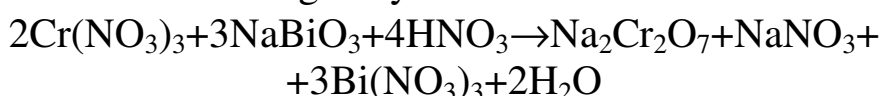


3)  $\text{Cr}^{3+}$  ionuna əsasi və turş mühitdə qüvvətli oksidləşdiricilərlə təsir etdikdə  $\text{Cr}^{3+}$  ionu, xromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), bixromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) və perxromat ( $\text{CrO}_6^{2-}$ ) ionlarına kimi oksidləşir.

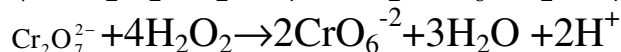
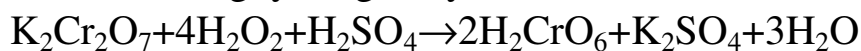
a)  $\text{Cr}^{3+}$  ionuna əsasi mühitdə xlorlu su və ya bromlu su,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{PbO}_2$  ilə təsir etdikdə,  $\text{Cr}^{3+}$  ionu  $\text{CrO}_4^{2-}$  ionuna kimi oksidləşir. Nəticədə məhlul sarı rəngə boyanır.



b)  $\text{Cr}^{3+}$  ionuna turş mühitdə  $\text{NaBiO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  kimi oksidləşdiricilərlə təsir etdikdə  $\text{Cr}^{3+}$  ionu  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ionuna kimi oksidləşir. Nəticədə məhlul narıncı rəngə boyanır.



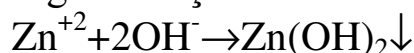
c)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ionuna turş mühitdə  $\text{H}_2\text{O}_2$  ilə təsir etdikdə,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ionu perxromat turşusuna ( $\text{H}_2\text{CrO}_6$ ) və ya xrom peroksidə kimi oksidləşir. Nəticədə məhlul intensiv göy rəngə boyanır.



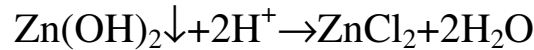
Bu reaksiyanı efir və ya amil spirti olan mühitdə məhlulu çalxalamaqla aparırlar. Nəticədə məhlul intensiv göy rəngə boyanır.

### 32. $\text{Zn}^{+2}$ ionunun reaksiyaları

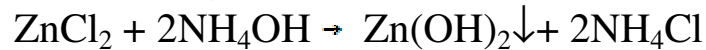
1)  $\text{Zn}^{+2}$  ionu qələvilərlə ağ amorf çöküntü əmələ gətirir.



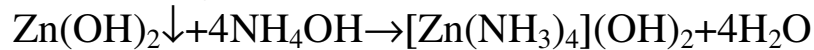
Çöküntü amfoter xassəlidir.



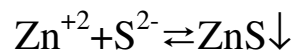
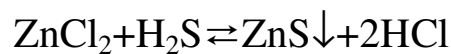
2)  $\text{Zn}^{+2}$  ionu  $\text{NH}_4\text{OH}$  ilə ağ amorf çöküntü əmələ gətirir.



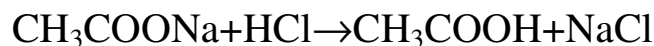
Çöküntü reaktivin artığında həll olur:



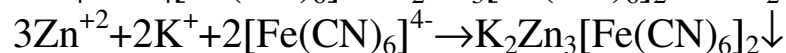
3)  $\text{Zn}^{+2}$  ionu neytral və zəif turş mühitdə  $\text{H}_2\text{S}$ -lə ağ çöküntü əmələ gətirir.



Çöküntü mineral turşularda həll olur,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ -da isə həll olmur. Ona görə də çökdürməni  $\text{CH}_3\text{COONa}$  mühitində aparırlar.

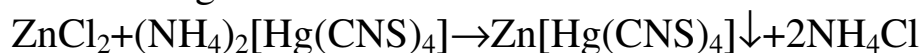


4)  $\text{Zn}^{+2}$  ionu Sarı qan duzu reaktivini ilə ağ çöküntü əmələ gətirir.



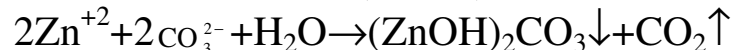
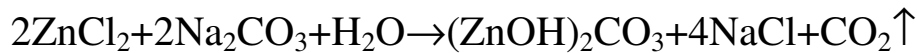
Çöküntü qələvilərdə həll olur. Mineral turşularda isə həll olmur.  $\text{Zn}^{+2}$  ionunun bu reaksiya ilə təyininə  $\text{Al}^{3+}$  ionu mane olur.

5)  $\text{Zn}^{+2}$  ionunun mikrokristaloskopik reaksiyası: Zn duzları məhluluna zəif turş mühitdə  $\text{CoCl}_2$  duzunun iştirakı ilə ammoni-umtetraodanomercuriat  $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg(CNS)}_4]$  reaktivlə təsir etdikdə ağ rəngli çöküntü əmələ gətirir.



Çökdürməni qatı turş mühitdə aparmaq olmur.

6)  $\text{Zn}^{+2}$  ionu qələvi metalların karbonatlı duzları ilə ağ çöküntü əmələ gətirir.



7)  $\text{Zn}^{+2}$  duzları məhlulu qələvi mühitdə ditizonun karbon-4 xlorid və ya xloroformdakı məhlulu ilə sink ditizonat tərkibli daxili kompleks birləşmə əmələ gətirir. Bu da üzvü həlledici layını moruğu-qırmızı rəngə boyayır.

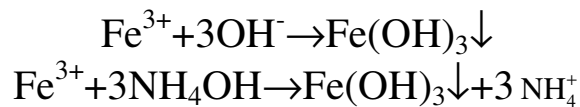
### 33. V analitik qrupun kationları

V analitik qrupa  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{5+}$  kationları daxildir. Bu kationlar qələvilərlə (KOH, NaOH) və  $\text{NH}_4\text{OH}$  ilə mineral turşularda həll olan, suda və qələvilərdə həll olmayan hidrokisidlər əmələ gətirirlər. Bu hidrokisidlərin həllolma hasillərinin müxtəlifliyinə görə onları qələvi məhluldan çökdürdükdə çöküntünün miqdarı müxtəlif olur.  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  və  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  çöküntülərinin həllolma hasili yerdə qalan bu qrup kationlarının hidrokisidlərinə nisbətən kiçik olduğundan  $\text{Bi}^{3+}$  və  $\text{Fe}^{3+}$  ionları qələvi məhluldan tam çökdükləri halda yerdə qalan kationlar tam çökmürlər. Ona görə də onlar  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  və  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  hidrokisidlərindən fərqli olaraq ammonium duzlarında həll olurlar.

V qrup kationlarının hidrokisidləri amfoter xassəli deyildir. Bu hidrokisidlər qələvilərdə,  $\text{NH}_4\text{OH}$ -ın artığında həll olurlar və həll olan ammiakatlar əmələ gətirmirlər. Bu xüsusiyyətlərinə görə V qrupun kationları VI qrupun kationlarından fərqlənir. Bu səbəbdən V qrup kationlarının qrup reaktivini 25%-li  $\text{NH}_4\text{OH}$ -ın artığı hesab edilir.  $\text{Mg}^{2+}$  ionundan başqa yerdə qalan bu qrupun kationları dəyişkən valentlidir.

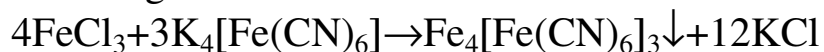
### 34. $\text{Fe}^{3+}$ ionunun reaksiyaları

1)  $\text{Fe}^{3+}$  ionu qələvilərlə və  $\text{NH}_4\text{OH}$  ilə qonur-qırmızı rəngli amorf çöküntü əmələ gətirir:



Çöküntü qələvilərin və  $\text{NH}_4\text{OH}$ -ın artığında və eləcə də ammonium duzları olan mühitdə həll olmur.

2)  $\text{Fe}^{3+}$  ionu  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  reaktivlə Berlin abısı adlanan tünd-göy rəngli çöküntü əmələ gətirir.



Çöküntü turşularda həll olmur. Qələvilərdə isə parçalanır.

### 35. VI Analitik qrupun kationları

VI analitik qrupa  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  kationları daxildir. Bu qrup kationları  $\text{NH}_4\text{OH}$  ilə onun artığında həll olan hidrokksidlər və əsasi duzlar əmələ gətirirlər. Bu hidrokksidlər və əsasi duzlar  $\text{NH}_4\text{OH}$ -in artığında həll olaraq ammiakatlara çevrilirlər. Bu qrup kationlarının qrup reaktivləri 25%-li  $\text{NH}_4\text{OH}$ -in artığıdır.

$\text{Co}^{2+}$  ionunun ammiakata keçməsi digər VI qrup kationlarına nisbətən ləng gedir.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  bu xüsusiyyəti etibarı ilə yerdə qalan bu qrupun ammiakatlarından fərqlənir.

### 36. $\text{Cu}^{2+}$ ionunun reaksiyaları

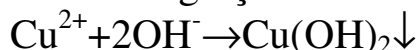
1)  $\text{Cu}^{2+}$  ionu olan məhlulə ehtiyatla, damcı-damcı  $\text{NH}_4\text{OH}$  ilə təsir etdikdə əsasi mis sulfatdan ibarət yaşıl-göy rəngli çöküntü əmələ gətirir:



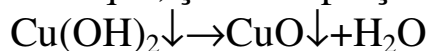
2)  $\text{Cu}^{2+}$  ionu olan məhlulə artıqlaması ilə  $\text{NH}_4\text{OH}$ -la təsir etdikdə  $\text{NH}_4\text{OH}$ -in artığında həll olan  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  tərkibli kompleks ion əmələ gətirir. Nəticədə məhlul göy rəng alır:



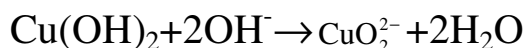
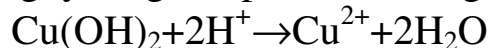
3)  $\text{Cu}^{2+}$  ionu qələvilərlə mavi rəngli çöküntü əmələ gətirir:



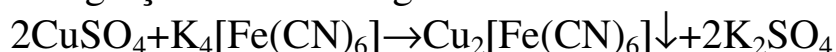
Çöküntülü məhlulü qızdırdıqda, çöküntü parçalanaraq qaralır.



$\text{Cu}(\text{OH})_2$  amfoter xassəlidir. Turşularda həll olur. Əsasların artığında qismən həll olaraq tünd göy rəngli kupritlər əmələ gətirir.



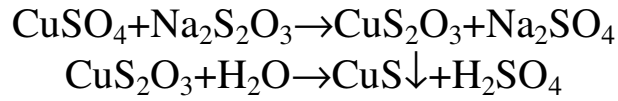
4)  $\text{Cu}^{2+}$  ionu neytral və zəif turş mühitdə  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  reaktivlə qonur-qırmızı rəngli çöküntü əmələ gətirir.



Çöküntü  $\text{NH}_4\text{OH}$ -da həll olur. Duru mineral turşularda həll olmur.

5)  $\text{Cu}^{2+}$  ionuna ekvivalent miqdarda  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -lə təsir etdikdə, qara rəngli çöküntü əmələ gəlir.





### 37. Anionların təsnifatı

Anionların təsnifı müvafiq turşuların Ba və Ag duzlarının müxtəlif cür həll olmasına əsaslanır. Bu təsnifat mütləq deyildir. Belə ki, müxtəlif alimlər anionları müxtəlif xassələrinə əsasən təsnifatlaşdırırlar.

Məsələn, N.A. Tananayev anionları aşağıdakı qruplara bölür:

I qrup – oksidləşdirici anionlar ( $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-3}$  və s.)

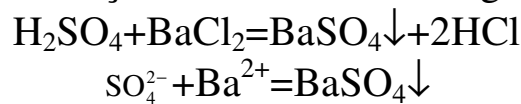
II qrup – reduksiyaedici anionlar ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  və s.)

III qrup – indiferent anionlar ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  və s.)

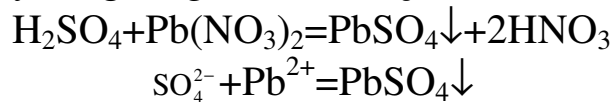
Hazırda anionların ümumən qəbul edilmiş analitik təsnifatı yoxdur. Müxtəlif müəlliflər anionları müxtəlif qruplara təsnif edirlər və bu təsnifat şərti olur.

### 38. $\text{SO}_4^{2-}$ ionunun reaksiyaları

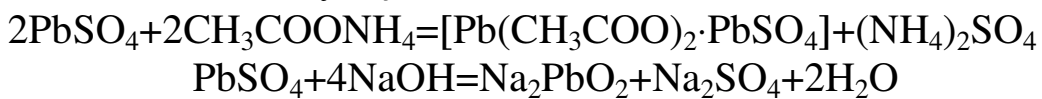
1.  $\text{SO}_4^{2-}$  anionu barium xlorid  $\text{BaCl}_2$  reaktivilə mineral turşularda həll olmayan ağ rəngli kristallik çöküntü  $\text{BaSO}_4$  əmələ gətirir.



2.  $\text{SO}_4^{2-}$  anionu qurğuşun nitrat  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  reaktivilə suda və mineral turşularda həll olmayan ağ rəngli kristallik çöküntü  $\text{PbSO}_4$  əmələ gətirir:

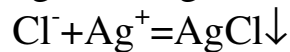
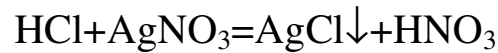


Çöküntü qatı ammonium asetat  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  və qatı qələvi ( $\text{NaOH}$  və  $\text{KOH}$ ) məhlullarında yaxşı həll olur.

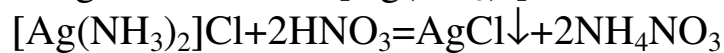


### 39. Cl<sup>-</sup> anionunun reaksiyaları

1. Cl<sup>-</sup> anionu gümüş nitrat AgNO<sub>3</sub> reaktivilə ağ rəngli həlməşik çöküntü AgCl əmələ gətirir:

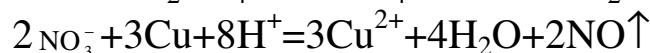


AgCl çöküntüsü suda və turşularda həll olmur, lakin ammonium hidroksid NH<sub>4</sub>OH məhlulunda yaxşı həll olub diaminar-genta xlorid [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl kompleks birləşmə əmələ gətirərək məhlula keçir. Bu məhlulun üzərinə nitrat turşusu HNO<sub>3</sub> əlavə etdikdə kompleks birləşmə parçalanır və yenidən ağ rəngli çöküntü gümüş xlorid AgCl əmələ gəlir:

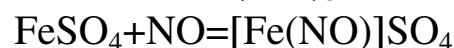


### 40. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ionunun reaksiyaları

1. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> anionunu qatı sulfat turşusu mühitində mis metalı Cu azot (II) oksid NO qazına kimi reduksiya edir:

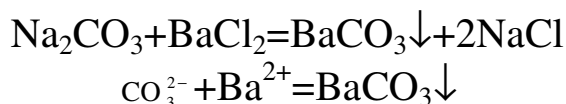


2. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> anionu qatı H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mühitində dəmir 2 sulfat FeSO<sub>4</sub> ilə qonur-qırmızı rəngli kompleks duz [FeSO<sub>4</sub>·NO] və yaxud [Fe(NO)]SO<sub>4</sub> əmələ gətirir:

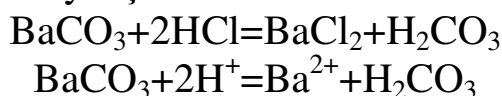


#### 41 $\text{CO}_3^{2-}$ ionunun reaksiyaları

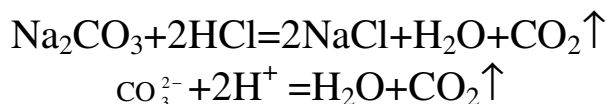
1.  $\text{CO}_3^{2-}$  anionu barium xlorid  $\text{BaCl}_2$  reaktivlə ağ rəngli çöküntü  $\text{BaCO}_3$  əmələ gətirir.



Çöküntü sulfat turşusundan başqa qalan mineral turşularda və asetat turşusunda da  $\text{CH}_3\text{COOH}$  yaxşı həll olur.



2. Turşular ( $\text{HCl}$ ) karbonat duzlarını parçalayıb karbon qazı –  $\text{CO}_2$  əmələ gətirir:



Reaksiyadan ayrılan karbon qazının –  $\text{CO}_2$  əmələ gəlməsini əhəng suyunun  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  bulanması ilə təyin edirlər.

#### 42. Miqdari analiz

**Miqdari analiz** – təyin ediləcək mürəkkəb maddənin tərkibindəki elementlərin, ionların və ion qruplarının nisbi miqdarını öyrənir. Vəsfə analiz metodlarında tətbiq olunan ion reaksiyaları miqdari analiz metodunda da tətbiq olunur. Miqdari analiz metodları *kimyəvi*, *fiziki* və *fiziki-kimyəvi* üsullara ayrılır.

I. Kimyəvi üsulda analiz ediləcək maddənin tərkibində olan istənilən ionun miqdarını təyin etmək üçün həmin ionu elə bir münasib reaktivlə çökdürürlər ki, çöküntü alınsın. Bu çöküntünü süzüb, yuyur, qurudur, yandırır və közərdərək soyudub çəkirlər. Közərmiş çöküntünün tərəzidə alınan çəkisinə görə analizin nəticəsini hesablayırlar. Hesablamalar işin sonunda alınan maddənin tərəzidə alınan çəkisinə görə aparıldığından analizin bu üsuluna qravimetrik üsul (çəki analizi) deyilir.

### 43. Titrli məhlullar

Titrlı məhlullar qatılıqları dəqiq məlum olan məhlullara deyilir. Məhlulun titrini T ilə işarə edirlər. T-nin indeksində isə müvafiq maddənin kimyəvi formulunu yazırlar. Məsələn: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ün titri 0,0049 q/ml dedikdə belə yazırlar:

$$T_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,0049 \text{ q/ml}$$

Bu, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ün 1 ml-nin 0,0049 q/ml-nə uyğun gəlir.

Titrlı məhlulları Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> və s. bu kimi analitik təmiz və tərkibi sabit olan maddələrin iştirakı ilə hazırladıqda bu maddələrdən lazım olan miqdarda analitik tərzidə nümunə çəkisi götürülür və həll edilərək müəyyən V həcminə çatdırılır.

$T = \frac{P}{V}$  formuluna əsasən məhlulun titri hesablanır. Burada:  $P = \frac{E \cdot NV}{1000}$ .

T – məhlulun titri; P – nümunə çəkisi; V – kolbanın həcmidir.

### 44. Normal məhlullar

Məhlulun normallığı onun 1 litrində həll olan maddənin qram ekvivalentlərinin sayını göstərir.

$$N = \frac{P}{V}$$

N – məhlulun normallığı; P – qram ekvivalenti; V – həcmi.

Maddənin qram ekvivalenti onun bir qram atom və ya 1 q ion hidrogenə uyğun gələn miqdarına deyilir. Turşuların, duzların və əsasların ekvivalent çəkisini  $E = \frac{M}{B}$  formuluna əsasən hesablayırlar, oksidləşdirici və reduksiyaedici maddələrin qram ekvivalenti isə onların reaksiya əsnasında aldığı və verdiyi elektronların sayına əsasən müəyyənləşdirirlər.

$$E = \frac{M}{n}$$

n – oksidləşmə dərəcəsinin dəyişdiyi miqdarı göstərir; M – mol çəkisi.

Maddənin ekvivalent çəkisi ionun normallığın avurduqda 1 l həll olan maddənin qramları miqdarını tapırlar.

$$P_{1000}=E \cdot N$$

İstənilən həcmdə məhlul hazırladıqda məhlulun qramekvivalentinin normalıqlatələbolunan həcmə vurub, 1000-ə bölürlər.

$$P_{n(v)} = \frac{E \cdot N \cdot V}{1000}$$

$E \cdot N \cdot V$  istənilən həcmdə həll edilən maddənin qramlarla miqdarını göstərir.

#### ***45. Doymuş və doymamış məhlullar***

Həllədicidə həll olan maddənin miqdarından asılı olaraq məhlullar 3 yerə bölünür: doymuş, doymamış və ifrat doymuş.

*Doymamış məhlullar* – götürülən maddənin müəyyən temperaturda həll ola biləcəyi məhlula deyilir.

*Doymuş məhlullar* – götürülən maddənin müəyyən temperaturda həll ola bilmədiyi məhlula deyilir.

*İfrat doymuş məhlullar* – doymuş məhlulda həll olan maddənin miqdarı lazım olduğundan da artıq olur.

#### ***46. Titrimetrik analizin əsas metodları***

Tətbiq edilən kimyəvi reaksiyaların tipinə əsasən həcmi analizi 3 yerə bölürlər:

1. *Qələvi turşu ilə titrləmə-neytrallaşma metodları*. Bu metodlar vasitəsilə turşularla qələvilərin və ələcə də hidroliz edərək turşu və əsasi xassə göstərən duzların miqdarını təyin edirlər.

2. *Oksidləşmə-reduksiya metodları*. Bu metodun əsasını oksidləşmə-reduksiya reaksiyaları təşkil edir. Bu metodlar vasitəsilə oksidləşdiricilərin və reduksiyaedicilərin miqdarını təyin edirlər. Oksidləşdiricinin titrli məhluluna əsasən oksidometriya metodları bir neçə yerə bölünür:

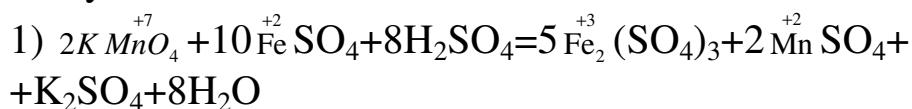
3. *Kompleksonometrik metod*. Bu metodda əsasən etilendiamin tetraasetat turşusu (EDTA) və onun törəmələri istifadə edilir.

4. *Çökdürmə metodu*. Bu üsul çöküntünün alınmasına əsaslanır.

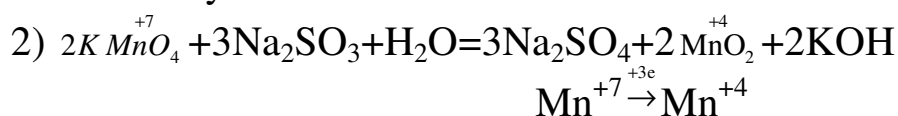
#### ***47. Permanınatometriya***

Bu metod oksidimetriyanın metodlarından biridir. İşçi məhlul rolunda  $\text{KMnO}_4$ -ün titrli məhlulundan istifadə edilir.

Bu üsulun əsasını müxtəlif reduksiyaediciyə  $\text{KMnO}_4$  ilə oksidləşmə reaksiyası təşkil edir.  $\text{KMnO}_4$  – qüvvətli oksidləşdiricidir. Hər üç mühitdə reduksiya olunur.

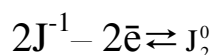
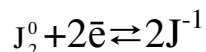


Göründüyü kimi:  $\text{Mn}^{\text{+7}} \xrightarrow{+5e} \text{Mn}^{\text{+2}}$



#### 48. Yodometriya üsulu.

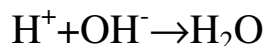
Mahiyyəti aşağıdakı iki reaksiyaya əsaslanır:



Burada sərbəst yod oksidləşdiricidir. İki elektron qəbul edərək yodid ionuna kimi reduksiya olunur. Yodid ionu isə reduksiyaedicidir, 2 elektron verərək sərbəst yoda kimi oksidləşir. Yodometriya metodu vasitəsilə həm oksidləşdiricinin, həm reduksiyaedicinin miqdarını təyin etmək olar. İşçi məhlul rolunda titrli yod məhlulundan və  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  məhluldan istifadə edilir. Bu metodda indikator rolunda nişastadan istifadə edirlər.

#### 49. Neytrallaşma metodu.

Neytrallaşma metodu prinsip etibarilə  $H^+$  ilə  $OH^-$  ionlarının qarşılıqlı təsiri nəticəsində zəif dissosiasiya edən su molekulunun əmələ gəlməsi ilə gedən neytrallaşma reaksiyalarına əsaslanır.



$[H]^+ = 10^{-7}$  və ya  $pH = 7$  olduqda – neytral

$[H]^+ > 10^{-7}$  və ya  $pH < 7$  olduqda – turş

$[H]^+ < 10^{-7}$  və ya  $pH > 7$  olduqda – əsasi mühit olur.

Neytrallaşma metodu assidiometriya və alkalimetriya metodlarına bölünür.

Assidiometriya metodunda işçi məhlul rolunda turşuların titrli məhlulundan istifadə edərək, əsasların miqdarını, alkalimetriya metodundan isə əksinə əsasların titrli məhlulundan istifadə edərək turşuların miqdarını təyin edirlər.

3 cür titrləməyə təsadüf edilir:

- 1) Qüvvətli turşularla qüvvətli əsasların və ya əksinə titrlənməsi;
- 2) Zəif əsasların qüvvətli turşularla titrlənməsi;
- 3) Zəif turşuların qüvvətli əsaslarla titrlənməsi.

Qələvi tursu ilə titrləmədə ekvivalent nöqtəsini müəyyən etmək üçün indikatorlardan istifadə edirlər. Bu metodda işlədilən indikator zəif əsas və zəif turşu xassəsi üzvi birləşmələrdir.

## 50. Çəki analizi

Bu metodun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, təyin ediləcək maddəni çətin həll olunan, yəni həll olmayan vəziyyətə keçirməkdir. Məsələn,  $BaCl_2$ -də  $Ba$ -un faizlə miqdarını təyin etmək lazımdır. Bu məqsədlə  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$  duzunun dəqiq çəkisini götürüb distillə suyunda həll etmək lazımdır. Sonra isə bariumu sulfat turşusu ilə çətin həll olan  $BaSO_4$ -ə çevirirlər. Alınmış çöküntü filtdən süzülür. Su ilə yaxşı-yaxşı yuyulur, közərtildikdən sonra onu çəkirlər. Çöküntünün çəkisinə və onun kimyəvi formuluna əsasən hesablama aparılır.

Çəki analizində ən mühüm cihaz analitik tərəzidir.