

J.M.Seyfullayeva, T.M.İlyası

**KİMYANIN İNKİŞAF
TARİXİNİN
BƏZİ ASPEKTLƏRİ**

Bakı - 2002

54(09)
+ C30

Elmi redaktor: **M.B.Babanlı**
kimya elmləri doktoru,
professor.

Rəyçilər: **Ə.T.Əzizov**
kimya elmləri namizədi,
dosent.
F.M.Sultanova
kimya elmləri namizədi,
dosent.

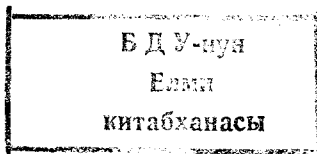
**Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin
Elmi-Metodik şurası "Kimya və kimya texnolo-
giyası" bölməsinin 633 sayılı 14 iyun 2002-ci il ta-
rixli qərarı ilə təsdiq edilmişdir.**

J.M.Seyfullayeva, T.M.İlyash. Kimyanın inkişaf tarixinin bözi
aspektləri. Monoqrafiya. Bakı, Şirvanəşr, 2002. - 112 səh.

Tədris vəsaiti kimyanın inkişaf tarixinin ibtidai dövrdən başlayaraq
sənaye dövrünə qədər davam edən böyük bir hissəsini xronoloji şəkildə
əhatə edir. Vəsait kimyanın tarixi və metodologiyası kursunun
programına uyğun olaraq tərtib edilmiş və kimya sahəsində ixtisaslaşan
tələbə və magistrantlar üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Vəsait eyni zamanda orta ümumtəhsil məktəblərində kimya tarixinin
öyrənilməsi məqsədi ilə müəllim və yuxarı sinif şagirdləri tərəfindən
istifadə oluna bilər.

J 83.3 AZ(2) qrif nöşri.
054



© J.M.Seyfullayeva, T.M.İlyash, 2002

Giriş

Elmi-texniki tərəqqinin inkişafı və onunla sıx bağlı olan sosial yüksəliş, təbiət elmləri və texnika tarixinə olan marağı xeyli artırmışdır. Hal-hazırda sənaye və kənd təsərrüfat istehsalının bütün sahələrinin inkişafı təbiət elmləri ilə bağlıdır. Məhz təbiət elmlərinin əldə etdiyi nailiyyətlərin hesabına cəmiyyət elektrik, radio, televiziya, antibiotik, mineral gübrə, plastik kütlələrdən geniş istifadə etməyə başlamışdır. Yalnız təbiət elmlərinin hesabına avtomobil hərəkətə başlayıb, təy-yarə gəyə qalxıb, atom enerjisi insanlara tabe olub.

Son yüz illər ərzində elmi təfəkkür mövcud texnikanı keyfiyyətə dəyişərək, nəinki texniki inqilaba səbəb oldu, o, eyni zamanda texniki tərəqqi sahəsində tamamilə yeni istiqamətlər yaratdı. Bu illər ərzində bir sıra kimyəvi və bioloji proseslərin incəlikləri açılıb, bir çox yoluxucu xəstəliklərin törədiciləri müəyyənləşdirilib, enerjinin saxlanması qanunu kəşf edilib, atomun quruluşu və atom nüvələrinin parçalanma mexanizmi öyrənilib.

Makro- və mikroaləm haqqında müasir görüşlər A.Lauvazye, U.Libix, M.Faradey, C.Maksvell, A.Kekule, D.Mendeleyev, M.Born, Ç.Darvin, E.Rezerford, A.Eynşteyn, L.Paster kimi görkəmli tədqiqatçıların misilsiz zəhməti hesabına formalaşmışdır.

İndi artıq aydın şəkildə görünür ki, təbiətsünaslıq, texnika və təbabət elmləri sahəsindəki nailiyyətlər, bəşəri miqyasda insanların həyat və fəaliyyət şəraitini xeyli yüksəltdi.

Kimyanın inkişafı ilə sənayeləşmədə yaranan bir sıra problemləri, insan cəmiyyətinin tarixini düzgün bilmədən izah etmək mümkün deyil.

Tarixin, o cümlədən kimya tarixinin əsas məqsədi cəmiyyətin fəaliyyətini sosial tərəqqi və humanizm yoluna yönəltməkdən ibarətdir. Bu baxımdan, təbiət elmlərinin tarixi, cəmiyyətin maddi və mənəvi inkişafı üçün böyük əhəmiyyətə malikdir.

Torpağın, suyun, havanın çirkləndirilməsi, bioloji tarazlığın pozulması, faydalı qazıntı yataqlarının amansızcasına istismarı, bir sözlə ekologiyanın pozulması, bəşəriyyətin məhv olmasına gətirib çıxara bilər. Kimya istehsalının müxtəlif sahələrinin inkişafı, heç də təhlükənin qarşısını almır. Aktuallığını hələ də itirməmiş, ətraf mühitin qorunması ilə əlaqədar olan problemlər dəfələrlə qoyulmuşdur. Lakin, bu məsələlər, insanları elm və texnika sahəsində əldə olunmuş nailiyyətlərə nisbətən daha az maraqlandırır.

Təbiət elmlərinin və xüsusən də kimyanın tarixinin öyrənilməsi bu baxımdan çox faydalıdır.

Fundamental kimyəvi nəzəriyyələrin yaranması, eləcə də müxtəlif maddələrin quruluş və xassələrinin öyrənilməsi kənd təsərrüfatında, sənayedə və təbabətdə tərəqqiyə səbəb oldu. Bu dövr xalq təsərrüfat əhəmiyyətli bir sıra maddələrin keyfiyyət və istehsal həcmələrinin artması ilə seçilir.

Kimyəvi proseslər əsasında yaranan istehsal sahələri kimyanın geniş imkanları haqqında məlumat verir. Kimya kimi, bəşəriyyətin inkişaf tarixinə böyük təsiri olan elm az tapılar. Müasir dövrdə biz yəqin ki, elə bir fəaliyyət sahəsi tapa bilmərik ki, kimyanın nailiyyətləri orada istifadə olunmasın.

Kimya tarixi - cəmiyyətimizin həyatında, başqa elmlər arasında kimyanın böyük əhəmiyyəti haqqında əsas məlumat mənbəyidir. Bu baxımdan, kimya tarixinin öyrənilməsi gənc nəslin formalaşmasında, onun gələcəyin qurucusu kimi tərbiyə edilməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir.

I Fəsil

Kimya tarixinin inkişaf mərhələləri

Tarixçilərin bir çoxu kimyanın bir elm kimi təşəkkülünü XIX əsrlə bağlayırlar. Lakin, min illər ərzində kimyəvi biliklərin toplanmasını, əl-kimya dövrünü, yəni mövcud olmayan qızılın axtarılmasına sərf olunan vaxtı mənasız hesab etmək heç də düzgün olmazdı.

Dünya miqyasında dahi alimlərdən biri olan L.Polinq kimyanı "maddələr, onların quruluşu, xassələri, bir maddənin digərinə çevrilməsi haqda" olan bir elm kimi müəyyən etmişdi. Bunun əsasında demək olar ki, kimya insanın həyat və fəaliyyətinin bütün sahələrini əhatə edir. Aydınır ki, maddələrin çevrilməsi ilə əlaqədar olan bütün istehsal növləri kimyəvi proseslərə aiddir.

Buna görə də kimyəvi biliklərin tətbiq sahəsi olduqca genişdir. Tarixi inkişafın analizi göstərir ki, kimya insanı həmişə əhatə edib. İnsan öz fəaliyyəti prosesində kimyanın ona bəxş etdiyi nemətlərdən hələ qədim dövrdən istifadə edir. Lakin, o, əldə etdiyi bilikləri müqayisə və analiz edərək, kimyanı sərbəst bir elm kimi çox-çox sonra formalaşdırdı.

Kimya haqqında ilk məlumatı, antik dövrün naturfəlsəfi sistemlərinə, qədim sınaq analizlərinə, əl-kimya dövrünə aid etmək olar. Sonralar intibah dövrünün tibbi kimyası - "yatrokimyası" və eksperimental "naturfəlsəfəsi" meydana gəldi. Kimyanın inkişafında bu dövrü daha dolğun Q.Kopp təsvir edib. Q.Kopp bu qərara gəlmişdir ki, aparılan işlərin xarakteri, əsas etibarilə kimyaçıların öz qarşılıqlarına qoyduqları məqsəddən asılıdır. Belə ki, uzun bir tarixi dövr ərzində (300-1600-cü illər) tədqiqatçılar bütün metallardan qızıl almağa çalışıblar. Bu dövrü Q.Kopp əl-kimya dövrü adlandırır. Həmin illər ərzində bir sıra kimyəvi çevrilmələrdə istifadə edilən üsul-

ları, Q.Kopp, empirik, yeni təsadüfən tapılmış adlandırıldı. Əl-kimya dövründən sonra meydana çıxmış və təxminən 1700-cü ilə qədər davam edən dövr, əsasən dərman maddələrinin alınmasına yönəldiyi üçün - yatrokimya, yeni tibbi kimya dövrü adlandırıldı. Bundan sonra, Q.Kopp daha iki dövrü - flogiston və vəsfi kimya dövrünü təsvir etdi.

Bütün bunlara baxmayaraq, kimyaçılar arasında daim gedən mübahisənin əsas səbəbi - kimyanın bir elm kimi yaranmasının tarixi anı idi.

Tədqiqatçıların bir hissəsi belə hesab edir ki, kimya bir elm kimi, kimyəvi reaksiyaların gedişinin səbəb və mahiyyətinin izahı verilən zaman yaranıb. Digər hissəsinin fikrincə isə, elmi kimyanın yaranma tarixi ilk elmi-tədqiqat məqsədlərinin meydana gəldiyi vaxtla bağlanmalıdır. Bu baxımdan, Q.Kopp, artıq əl-kimyanın qarşısına qoyduğu vəzifələri elmi sayırdı.

İnsanların kimyəvi çevrilmələrdən istifadə etməsi, bu hadisələr haqda müəyyən biliklərin toplanmasına səbəb oldu. Sonralar, əldə edilmiş biliklər əsasında, maddələrin tərkibi və xassələri haqqında hipotezlər irəli sürülməyə başlandı. Eyni zamanda belə bir fikir də formalaşdı ki, insanlar üçün böyük miqdarda müxtəlif maddələrin istehsalı, kimyəvi nəzəriyələrdən daha vacibdir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu birtərəfli baxış, inkişafı məhdudlaşdırırdı. Əslində maddələrin təbiətinin öyrənilməsi həm nəzəri və həm də praktiki vəhdət şəklində olmalıdır. Bunların hamısı kimya anlayışının mənşəyində öz əksini tapdı.

Alimlərin bir hissəsi hesab edir ki, kimya qədim yunan mənşəli "xemeya" (χημεία) sözündən olub, Misir deməkdir. Digər alimlər isə "xemeya" sözünün mənasını "metaldan tökmə" hesab edirdilər.

Kimyanın tarixi boyu nəzəriyyə ilə praktikanın inkişaf intensivliyi heç bir zaman üst-üstə düşməyib. Kimyəvi biliklərin yüksək inkişaf fazası, təkcə kimyanın ümumi inkişafının analizi zamanı yox, eyni zamanda onun müxtəlif istiqamətlərinin təkamülünü nəzərdən keçirdikdə də meydana çıxır. Əgər məsələni daha geniş miqyasda nəzərdən keçirəlik, belə bir sual qarşıya çıxır: kimya tarixinin inkişafını müxtəlif dövr və fazalara bölməyə ixtiyarımız çatarmı?

Əlbəttə, qədim və müasir dövrlərin nəzəri və praktiki kimyası arasında çox böyük fərq vardır. Doğrudan da, böyük bir tarixi dövr ərzində mütə-madi olaraq, biliklərin toplanması "inqilabi" fəzanın yaranmasına gətirib çıxara bilər. Bu işə, həm nəzəriyyədə və həm də praktikada ən yüksək inkişaf səviyyəsinin əldə edilməsi ilə üst-üstə düşə bilər.

Kimyanın tarixini, tam dəqiqliklə nəzəri və empirik dövrlərə bölmək olmaz. Bu bölgü yalnız müəyyən bir kiçik tarixi dövr ərzində qazanılan kimyəvi biliklərin istiqaməti, xüsusiyyətləri ilə xarakterizə oluna bilər. Eyni zamanda yadda saxlamaq lazımdır ki, elmin inkişafı, bütün ölkə və qitələrdə getmirdi. Kimya, daha çox qədim Misir, Çin, Hindistan, orta əsr Ərəbistanında və Avropada inkişaf etmişdir.

Bütün deyilənləri nəzərə alaraq, əksər kimyaçılar kimyanın inkişaf tarixinin aşağıda göstəriləni kimi dövrlərə bölünməsinə qəbul ediblər:

- Əl-kimyadan əvvəlki dövr - Cəmiyyətin inkişafının ilk anından başlayaraq b.e.-nin IV əsrinə qədər davam edən, bu dövrdə təcrübi biliklər nəslədən - nəsle kahinlər tərəfindən verilmişdir.

- Əl-kimya dövrü - IV əsrdən XVI əsrə qədər davam edən bu dövrdə kimyaçılar fəlsəfə daşı, uzunömürlülük üçün həyat eleksiri axtarmaqla və əfsanələr yaratmaqla məşğul olmuşlar. Əl-kimyaçılar dövrünün özü də yarım dövrlərə bölünmüş və bu bölgü müxtəlif xalqların adı ilə bağlanmışdır - Misir, Yunan, Ərəb əl-kimyası və s.

- Kimyanın birləşmə dövrü - bu dövr, XVI-XVIII əsrləri əhatə edərək, aşağıda qeyd edilən yarım dövrlərdən ibarətdir: Yatrokimya, pnevmokimya (qazlar kimyası), flogiston nəzəriyyəsi, Lauvazyenin antiflogiston sistemi.

- Paraselsin işləri ilə xarakterizə olunan, Yatrokimya dövründə, kimyanı "böyük materiyaya" - təbabətə birləşdirmək ideyası əsas yer tuturdu. Həmin dövrdə əsl tətbiqi kimya meydana gəlmiş və çini, şüşə istehsalı, metallurgiya, distillə və s. proseslər öyrənilmişdir.

- Pnevmonokimya dövrü qazların tədqiqi, qazvari bəsit maddələrin kəşfi və onların birləşmələrinin öyrənilməsi ilə xarakterizə edilir. Bu dövrdə R.Boyl, qazların həcmələrinin təzyiqdən

asılığ^ı qanununu kəşf etmiş, Blek, Kevendiş, Pristli və başqaları qazların tədqiqi sahəsində mühüm işlər görmüşlər.

Qeyd etmək lazımdır ki, flogiston nəzəriyyəsi dövrü ilə pnevmokimya dövrü üst-üstə düşür. Flogiston nəzəriyyəsinin əsasını qoyan Ştal tərəfindən yanma, metalların közərdilməsi prosesləri öylənilmiş və Bexer tərəfindən geniş təbliğ edilmişdir. Hətta, görkəmli kimyaçılar sırasına daxil olan Blek və Pristli bu ideyanın təsirinə o qədər uymuşlar ki, kəşf etdikləri oksigenin yanma prosesindəki rolunu belə izah edə bilməmişlər.

Antiflogiston sistemi Lavuazyenin xidmətləri ilə sıx bağlıdır. Lavuazye yanma və közərmə proseslərində oksigenin rolunu izah edərək, flogiston nəzəriyyəsinə əsaslı zərbə vurdu və maddə kütləsinin saxlanması qanununu eksperimental olaraq təsdiq etdi.

- Miqdari qanunlar dövrü - Daltonun atomistikası, Avadronun atom-molekul nəzəriyyəsi, atom kütləsinin miqdarı təyini, Kannisaronun atom, molekul, Rixterin ekvivalent anlayışlarının dəqiqləşdirilmiş izahı ilə xarakterizə edilir.

- XIX əsrin 60-cı illərindən hal-hazıra qədər davam edən müasir dövr, kimyanın qızıl dövrü adlanır. Bu dövrdə, artıq elementlərin dövrü təsnifatı, valentlik anlayışı, aromatik birləşmələr, steriokimya nəzəriyyəsi verilmiş, maddələrin quruluşunun tədqiqi üsülları zənginləşdirilmiş və dərinləşdirilmişdir. Bundan başqa atom və nüvə fizikasının nailiyyətləri, süni elementlərin kəşfi, kimya sahəsində əsas qoyulmuş bir sıra fundamental nəzəriyyə və tədqiqat işləri məhz bu dövrə təsadüf edir. Müasir dövrdə, artıq kimyanın ayrı-ayrı müstəqil sahələri - qeyri-üzvi, üzvi, fiziki, tətbiqi, əczaçılıq, yeyinti məhsulları, aqrokimya, geokimya, biokimya, nüvə reaksiyaları kimyası inkişaf etmişdir.

Əl-Kimyadan əvvəlki dövr

Qədim dövrlərdən od insanları soyuqdan, qaranlıqdan qoruyub. Lakin bu, odun yeganə vəzifəsi olmayıb. Od, eyni zamanda insanlar üçün mühüm əmək aləti vəzifəsini daşıyıb. Bəşəriyyətin müasir həyat tərzinə keçməsi üçün, od qədər mühüm əhəmiyyət kəsb edən əmək vəsaiti olmayıb. Odu almaq və saxlamaq üçün insanlar daim yeni qurğular ixtira edib, onları təkmilləşdiriblər. Min illər ərzində toplanan təcrübə, yanma prosesinin əsas əmək alətinə çevrilməsinə həsr edilib. İnsan, bu təcrübəni fəaliyyətinin müxtəlif sahələrində tətbiq etməyə çalışıb.

Bütün tarixi dövrlər ərzində, insan, maddələrin biri-birinə çevrilmələri ilə məşğul olmaq istəyib. Kimyanın müxtəlif dövrlərdə inkişaf səviyyəsi, insanın təbiət qanunlarını dərk etməsindən asılı olub.

Od, istifadəyə başlanan ilk gündən, insan fəaliyyətinin ən mühüm vasitəsi olub. İbtidai cəmiyyətdə sənətkarlıq inkişaf etdikcə, insanlar odun yeni tətbiq sahələri ilə rastlaşmış və istifadə etdikləri texniki vəsaiti onun köməyi ilə təkmilləşdirmişlər.

Həmin dövrdə gündəlik məişət əşyaları düzəltmək ehtiyacı dulusçuluğun yaranmasına gətirib çıxartdı. Dulusçuluq məharətinin inkişafında oddan geniş istifadə etməyə başladılar. Sənətkarlığın bu növünün inkişafı, qədim insanlar üçün yeni növ təbii material olan gildən istifadə etməyə imkan yaratdı. Gildən hazırlanan əşyalar odda yandırılırdı və beləliklə, keramika sənətinin əsası qoyulurdu.

Yanma prosesindən təkə müxtəlif qabların yox, eyni zamanda inşaat materialı olan kərpicin hazırlanmasında da istifadə edirdilər.

Bəzi məhsulların uzun müddət od üzərində qızdırılması nəticəsində müxtəlif maddələr alınmışdır. Belə maddələrə heyvani və bitki mənşəli piyləri və yağları misal göstərmək

olar. Sonradan bu maddələr xüsusi qablarda yandırılır və işıq mənbəyi kimi istifadə edilirdi.

Yanma proseslərinin təkmilləşdirilməsi yüksək temperaturlara nail olmağa imkan verdi. Bunun hesabına insanlar yeni xammal mənbəyi olan filizdən istifadə edərək, metalları ayırdılar.

Qızdırıcı sobalarda filizlərdən alınan ilk metallar qızıl və gümüş idi. Bu metallar əmək alətlərinin hazırlanması üçün yararlı deyildi. Onlardan yalnız bəzək əşyaları və qablar düzəldilirdi.

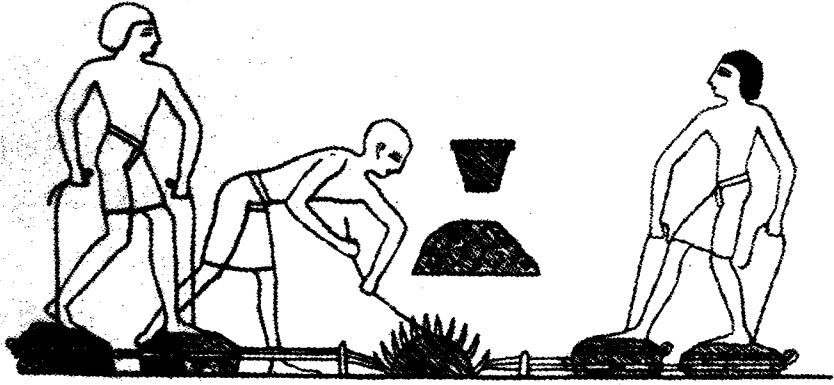
Kimyanın inkişaf tarixinə nəzər salsaq, kimyanın bir sənət növü kimi inkişafının Misirlə bağlı olduğunu şahidi olarıq. Qədim misirlilərə şərq Afrikada (Nubiya-nub qızıl deməkdir) olan qızıl mədənləri, qızılın emal üsulları məlum idi. Qızılın metallurjiyası məhz onlardan başqa xalqlara, o cümlədən İtaliya sənətkarlarına keçmişdir. Həmin dövrdə, gümüşün alınma texnologiyası da qızıla bənzər aparılmışdır. Fərq yalnız gümüşün təmizlənmə üsülündə idi. Belə ki, gümüşün təmizlənməsi üçün onun ərintisinin qurğuşunla təbəqələşməsindən istifadə edirdilər.

Mis Yunanıstanda - xalkos, İtaliyada - kuprum adlandırılır və saf misdən başqa onun ərintisi olan bürüncün (Cu-Sn) tərkibinə daxil olurdu. Bürünc bəzək əşyalarının və silah hazırlanmasında geniş istifadə edilirdi.

Dəmir mis və bürüncdən daha sonra kəşf edilmişdir. Artıq həmin dövrdə, misirlilərə, dəmir filizlərinin reduksiyası, dəmirin tablanması, ona müxtəlif bərklik dərəcəsinin verilməsi prosesləri məlum idi. Qədim Yunanıstanda latun xəlitəsinin məlum olmasına baxmayaraq, təmiz sinklə tanışlıq yox idi. Latun xəlitəsinin kəşfini Aristotelin adı ilə bağlayırlar. Həmin dövrdə, maye gümüş adı altında tanınan civə, artıq Yunanıstanda məlum idi.

Eramızdan hələ 3000 il əvvəl Misirdə, Babilistanda, İranda, Hindistanda və Çində metallurjiya məharəti məlum idi. Çox əsrlik təcrübəyə malik olan insanlar, yanma prosesi üçün sobalardan istifadə edir, yanıcı və odadavamlı materialları

taniyır, onları geniş tətbiq edirdilər. Onlar sobalara hava ötürmək üçün xüsusi qurğular ixtira etmişdilər.



Filiz və oduncaq kömüründən metalların alınması.

Müəyyən edilmişdir ki, kömürün köməyi ilə yüksək temperaturlar əldə edilə bilər. Bu mis, qalay, qurğuşun kimi metalların əridilməsi üçün imkanlar yaradırdı.

Odun maddələrə təsir üsullarının təkmilləşdirilməsi mis metallurgiyasının inkişafına və xüsusən də tunc istehsalına gətirib çıxartdı. Bu kəşflər insan cəmiyyətinin inkişaf tarixinə çox böyük təsir göstərirdi.

Qədim dövrün metallurqları sübut etdilər ki, mis ilə qalayın (Babilistanda - qurğuşun) müəyyən nisbətdə qarışığından alınan xəlitə plastikliyinə və bərkliyinə görə mis ilə arsenin xəlitəsindən (qədim Misirdə alınan xəlitə) heç də geri qalmır.

Bu dövrdə tunc, əsas əmək alətlərinin, məişət əşyalarının, silahın hazırlanmasında tətbiq olunan daşı əvəz etdi. Sonralar isə tunc dəmir ilə əvəz olundu. Qədim dövr metallurqlarının aldığı dəmir öz keyfiyyətinə görə tuncdan yüksək deyildi. Bu, metallurgiyanın inkişaf səviyyəsinin aşağı olması ilə əlaqədar idi. İstifadə edilən texniki avadanlığın köməyi ilə dəmiri, onun ərimə temperaturuna -1500°S -ə qədər qızdırmaq mümkün deyildi. Buna görə də metalı şlakdan tamamilə ayırmaq

olmurdu. Təqribən 1000-ci illərdə Hindistanda, Mesopotamiya və Misirdə dəmirin əridilməsi üsulu işləndi. Müəyyən edildi ki, dəmir yanar oduncaq kömürü ilə birlikdə sobada əridildikdə, onun bərkliyi artır və dəmir polada çevrilir.

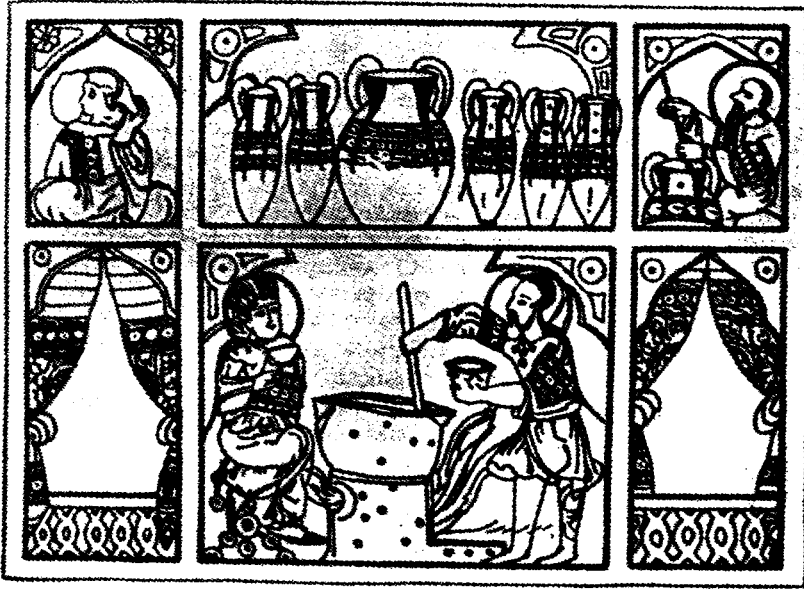
Poladın bu üsulla alınması XVIII əsrə qədər dəyişmədi.

Dəmir metallurgiyasının inkişafı, onun əridilməsi üçün istifadə olunan sobaların təkmilləşməsinə səbəb oldu. Digər metal və onların xəlitələrinin (mis, qalay, qurğuşun, tunc, bürünc və s.) əridilməsi üsulları da təkmilləşdirildi. Bu dövrdə cəmi yeddi metal məlum idi: qızıl, gümüş, mis, qalay, qurğuşun, civə, dəmir.

Qədim insanlar əldə etdikləri bilikləri papirusun, sonradan kağızın, mürəkkəbin və başqa mühüm şeylərin hazırlanmasında tətbiq edirdilər.

Həmin dövrün inkişaf istiqamətlərindən biri də gön istehsalı idi. Heyvan dərisi xörək duzu, zəy və aşılamaçı maddələr ilə kimyəvi işlənməyə uğradılırdı. Təbii liflərdən hazırlanmış toxuculuq məmulatları da müxtəlif maddələrin boyaların, yuyucu maddələrin, aşılamaçıların təsiri altında dəyişdirilirdi. İstifadə olunan boya materialları bitki, canlı və mineral mənşəli idi. Bitki mənşəli boyalara misal olaraq, xna, indiyo, zəfəran, qoz və s. göstərmək olar. Ən geniş yayılmış heyvani boya fıfır (tünd qırmızı boyaq) idi. Aşılamaçı maddələr kimi zəydən, əhəngdən, sidik cövhərindən və kuporosdan istifadə olunurdu. Paltarların yuyulması üçün soda və ammonyak məhlulundan istifadə olunurdu.

Kosmetikada, qara rəngi - qurğuşun və sürmə parlısından, qonur rəngi - manqan 4-oksiddən, yaşıl rəngi - mis birləşmələrindən, qırmızı rəngi - xnadən alırdılar. Ən mühüm kosmetik vasitələr sırasına ətir və yağ - məlhəmləri də daxil idi. Məlhəmlər yağ, piy və əsasən də lanolin əsasında hazırlanırdı. Lanolini qoyun yunundan ayırırdılar. Yağları zeytunu, badamı, qozu, küncütü sıxmaqla alırdılar. Efir yağlarını isə, adi və ya nisbətən yüksək temperaturda güllərin, zeytun və ya qoz yağının köməyi ilə ekstraksiyası nəticəsində əldə edirdilər. Bu üsulla gül yağı alınır.



Dioskoridə görə qədim fars əczaxanasının surəti.

Məlhemlərə və rəngləyici (boya) maddələrə əlavə olunan dərman maddələri də kosmetikaya aid edilirdi.

Qədim Roma tarixçisi Pliniyin verdiyi məlumata görə, onun dövründə böyük miqdarda insan orqanizminə sakitləşdirici, zəiflədici, ağrı götürücü kimi təsir edən dərman maddələri var idi. Həmin dövrdə zəhərleyici maddələrin kimyası da yaxşı öyrənilmişdir.

Qədim dövr sənətkarlığının, kimyəvi eksperimentində istifadə olunan üsulların demək olar ki, hamısı müasir kimya laboratoriyalarının praktikasına daxil olmuşdur. Belə praktiki üsullar sırasına-yanma, ərimə, qaynama, süzmə, qurutma, kristallaşdırma, distillə, bərkitmə, və s. daxildir. Sənətkarlar tərəfindən istifadə olunan maddələr-metallar və onların xəli-tələri, duzlar, qələvilər, turşular, kükürd və onun birləşmələri, bitki və heyvan mənşəli maddələr, hal-hazırda müasir kimya laboratoriyalarında da geniş istifadə olunur.

1928-ci ildə Fiva yaxınlığındakı arxeoloji qazıntılar zamanı tapılan iki papirus üzərində, qədim dövrdə kimyəvi sənət-

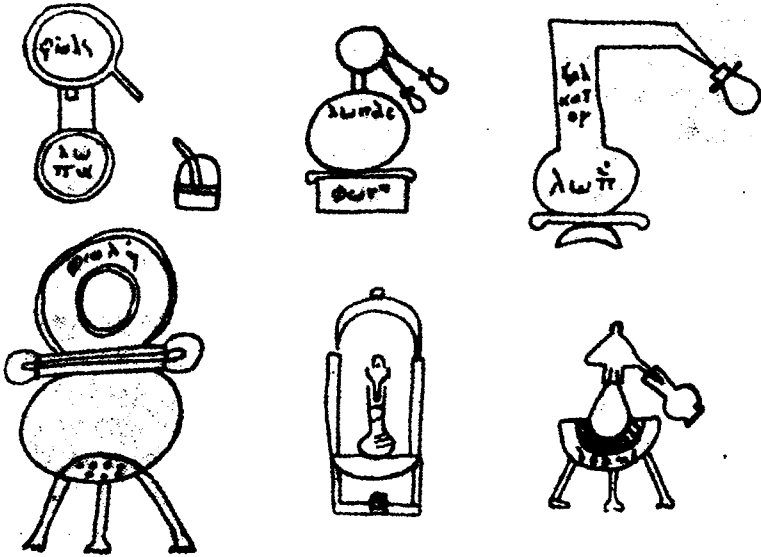
karlığın vəziyyəti haqda məlumat var idi. Kimya elmi üçün, bu, çox mühüm, hələ qədim dövrdə məlum olan maddələr və onların alınma üsulları haqqında geniş məlumat idi. Bu papirusların eramızın əvvəlində yazılmasına baxmayaraq, oradakı məlumat, min illər ərzində kimyəvi sənətkarlıq sahəsində yığılmış reseptura və təcrübəni əhatə edirdi.

Müxtəlif sənətkarlıq növlərinin çiçəklənmə dövrü olmasa idi, Çin, Hindistan, Babilistan, Misir, Yunanıstan, Roma kimi yüksək səviyyədə inkişaf etmiş, mədəni dövlətlərin meydana gəlməsi yəqin ki, mümkün olmazdı.

Antik dövrün kimya sahəsindəki biliklərinin analizi göstərir ki, qədim yunan naturfilosofları təbiətdəki ümumi qanunauyğunluqları həmişə araşdırmış və təbiət elmlərinin inkişafına çox böyük təsir göstərmişlər. Belə alimlərə misal olaraq - Falesi, Anaksimeni, Herakliti və başqalarını göstərmək olar. Empidokl tərəfindən yaradılmış elementlər nəzəriyyəsi, Levkipp və Demokritin atomistikası, Əflatunun (Platon) "materializmi", Ərəstunun (Aristotel) materiya haqda təsəvvürləri, bütün bunlar təbiət elmlərinin, o cümlədən kimyanın inkişafı üçün fundament-özül idi. Kimyanın bir elm kimi inkişafa tərəf atdığı bu addımdan sonra durğunluq dövrü başladı.

ƏL-KİMYA DÖVRÜ

Kimyanın inkişaf tarixinin əsas mərhələlərindən biri olan, ƏL-KİMYA dövrü, bizim eramızın təxminən 400-cü ilindən başlayaraq, XVI əsrə qədər davam edib.



B.e.-nin III-IV əsrlərinə aid edilən, Zosimın "Əl-kimya" adı altında məlum olan qədim traktatda göstərilən kimyəvi avadanlıq.

"Əl-kimya" dedikdə, qeyri-nəcib metallardan qızıl və gümüş alınması sahəsində aparılan tədqiqatlar nəzərdə tutulur. Min ildən çox davam edən bir dövr ərzində bütün məğlubiyyətlərə baxmayaraq, əl-kimya, qoyulan məqsədə çatmağa can atırdı. Bu cür məqsədyönlü tədqiqatlar, eyni zamanda həyat və gənclik eleksirinin kəşfi sahəsində də aparılırdı. Əl-kimya ilə, təkcə, təbiətin sirlərini öyrənməyə can atan fanatik-tədqiqatçılar yox, eyni zamanda, camaatı aldadaraq pul qa-

Wir sind der metall anfang vnd erste natur/
 Die küstt macht durch vns die höchste tinctur.
 Zeyn brunn noch wasser ist meyn gleych/
 Ich mache gesund/ arm vnd reych.
 Vnd bin doch szund gyffrig vnd tödlich.
 Mineralis.



“LIBER ROSARIUM PHILOSOPHORUM” kitabundan “universal dər-
 man” hazırlanmasına həsr olunmuş səhifə.

zanmaq, varlanmaq istəyən dələduzlar da məşğul idi. Yalnız XVIII əsrin sonunda özlərini “kimyaçı” adlandıran tədqiqatçılar qalib gəldilər. Onlar “əl-kimya” anlayışı altında qızılın alınma üsullarının tədqiqini başa düşürdülər. Beləliklə, “kimyaçılar” özlərini, Hər şeyi qızıla çevirən və yaxud həyatı uzatmaq qabiliyyətinə malik “həyat eleksiri” və “fəlsəfə daşı”nı axtaran tədqiqatçılardan ayırdılar. Nəzəriyyə və praktikanın inkişafında “qızıl axtarıcılığından” azad olmaq üçün, XVII əsrin ikinci yarısında “əl-kimya” sözü “kimya” ilə əvəz olunmağa başladı.

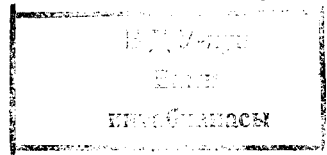
ƏRƏB ƏL-KİMYASI

Roma imperiyası və İsgəndəriyyənin süqutundan sonra İran və Suriyada mövcud olan ayrı-ayrı elmi mərkəzlər varlı hökümdarların təbəsinə idi. Belə mərkəzlərdən biri Cənubi İranda olan Cundu-Şapur şəhərindəki Akademiya idi. III əsrdə tikilmiş bu akademiyanın yaradılmasında, Sasanilər sülalə-



Ərəb əlyazmalarından (Paris, Milli kitabxana)

sindən olan Şapurun böyük xidməti olmuşdur. Bu akademiya əsasən özünün tibbi məktəbi ilə şöhrət qazanmış və akademiya kimi 639-cu ilə qədər fəaliyyət göstərmişdir (ərəblər



şəhəri fəth edənə qədər) Cundu-Şapur akademiyasından başqa yaxın şərqdə V əsrdə Ədəsə (Mesopotomiya və Əməzdə (Suriya)) yunan fəlsəfi biliklər akademiyası mövcud olmuşdur.

VII əsrdə kimya və eləcə də başqa elmlərin inkişafında yeni mərhələ başladı. Bu mərhələ ərəblərin fəaliyyəti ilə əlaqədar idi. VII əsrdə artıq ərəblər Ərəbistan yarımadasını tutmuşdular. VII əsrin əvvəllərində Məkkədən olan tacir Məhəmməd (570-632) özünü allahın elçisi elan edir və islamı yaymağa başlayır. Bu zaman o böyük müqavimətə rast gəlir və Məkkədən Mədinəyə qaçır. Bu vaxt 622-ci ilə təsadüf edir, "hicr" adlanır və müsəlmanlığın başlanğıcı kimi qəbul edilir. Artıq 630-cu ildə ildə ərəblərin əksəriyyəti islamı qəbul etmişdi. Məhəmmədin ölümündən sonra Əbu Bəkir, Ömər Xəlifə oldular və onların rəhbərliyi ilə islam daha böyük vüsət alır. XIII əsrə qədər davam edən ərəb istilasını zamanı, ərəblər Suriya, İran, Fələstin, Mesopotomiya, orta və kiçik Asiyayı, Misiri, Şimali Afrikayı, İspaniyanı, Siciliyanı fəth etdilər. Müsəlman fanatizmi elmi olduğu kimi qəbul etmədiyindən, bu dövrdə elmin inkişafı artıq dayanmışdı. Onların dediyinə görə, əgər elm quranda yazılanları öyrədirsə, onda o, artıq bir şeydir, çünki quranda var. Əgər, başqa şey öyrədirsə, o allahsızlıqdır və cinayətdir.

Ömər dövründə artıq kənar yerlərdən saraylara astroloq, riyaziyyatçı və əlkimyaçılar dəvət edilməyə başladı (Dəməşq şəhəri). 750-də Abbasilər dövründə mərkəz Bağdad oldu və bu dövrdə elm və sənətkarlıq daha geniş inkişaf etməyə başladı və Bağdad elm və sənət mərkəzinə çevrildi. Bu dövrdə Aristotel, Ptolomey və başqalarının əsərləri öyrənilməyə başlanmışdı. Bu dövrdə ərəb alimləri astronomiya, riyaziyyat, təbabət və digər sahələrdə böyük nailiyyətlər əldə etmişdilər.

Ərəb elm və mədəniyyəti (763-809) Harun Əl -Rəşid və Əl-Mömin (786-833) dövründə çiçəklənməyə başlamışdı. Bu dövrdə artıq müsəlmanlar elmə böyük həvəs göstərir və deyirdilər ki, elmi kafər əlindən belə almağa dəyər. İlk kimya



Su hamamının tətbiqi ilə maddələrin qızdırılması və həll edilməsi
(Cabir XIV əsr)

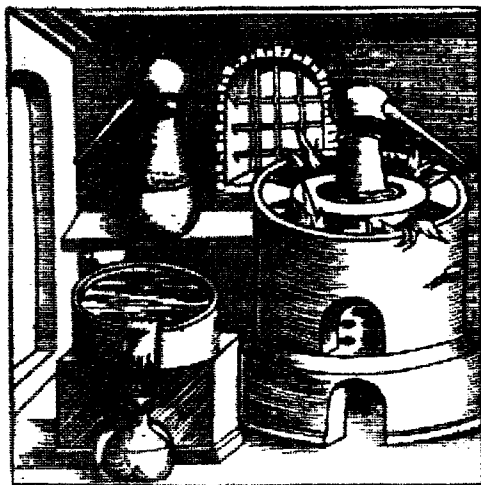
"kimya" özünün əvvəlki (Misir-Yunan) adına qayıtdı.

XIII əsrdən başlayaraq əlkimyaçılar qara metalları qızıla çevirmək üçün fəlsəfə daşı axtarmışlar.

İlk ərəb əlkimyaçısı, Ömərilər sülaləsinin şahzadəsi, Həmid ibn Əziz olmuşdur. O, alim-filosofları ətrafına yığaraq, qızılın alınma yollarını axtarırdı. Həmidin göstərişilə yunan və latın dilindən çoxlu əl-kimya əsərləri tərcümə edirdi. Sonralar, Həmidin əlkimya sahəsində olan işlərinə monax Marian rəhbərlik etmişdir. Ən görkəmli ərəb əlkimyaçısı Cabir ibn Həyat idi. Avropa ədəbiyyatında işlədilən Qaber adı elə məhz Cabirdir (XIV-XVI). O, böyük miqdarda əsərlərin müəllifi kimi məşhur olub. Bunlardan, "Metalların zənginləşdirilməsi haqqında kitab" "70-ci kitab", Zəhər haqqında kitab"ı göstərmək olar. Sonralar İstanbul və Qahirədə Cabirin başqa əsərləri də tapılmışdır. Cabir ibn Həyat 721-ci ildə Tus şəhərində (İran) anadan olub. Cabir ibn Həyatın əsərləri ensiklopedik əsərlər idi. Cabir əsərlərində özünü Aristotelin tələbəsi kimi qələmə verir. O, Aristotelin varlığını dörd elementdən əmələ

biliklərinin mənbəyi Suriya, İran və hind fəlsəfi-kimya əsərləri olmuşdur.

Ərəblər, Misir-Yunan "kimya" sözüne "əl" önlüyü əlavə etməklə kimyaya "əl-kimya" adı verdilər. Əl-kimya dedikdə kompleks kimya bilikləri başa düşülürdü. Sonralar bu ad Avropa ədəbiyyatına da keçmişdi. Bu ad, yalnız, XVIII əsrin əvvəllərində elmdən sıxışdırılmaqla başlandı və



Su və qum hamamının tətbiqi ilə distillə prosesi (Cabir, XIII əsr)

naraq S (kükürd), nəm isə kondensə olduqda Hg verir. S və Hg müxtəlif nisbətlərdə birləşərək digər metalları əmələ gətirir. Cabirə görə yerdə qızılın və digər metalların əmələ gəlməsi tədricən baş verir. Onun dediyinə görə, əgər S və Hg qarışığına əlavə olaraq xüsusi bir maddə də tökülərsə, bu halda 40 günə qızıl "yetişər"

1 saat ərzində qızıl almaq üçün qarışığa "eliksir" əlavə etmək lazımdır. Qara metallara (nəcib olmayan metal) 1:100 və 1:1000 nisbətində eliksir əlavə edilərsə, onları qızıla və gümüşə çevirmək olar. Belə xüsusi xassələrə malik olan maddə və eliksir elə olmalıdır ki, müxtəlif maddələrə rəng versin və yaxud onların rəngini dəyişsin. Belə maddələrdən məsələn, As_2S_3 (arsen sulfid və ya auropiqment) metalların rəngini dəyişə bilir. Ən çox çevirici xassəyə 4 element "dörd ruh"- S, As, Hg və naşatır (NH_4Cl) malikdir .Bunlardan ən vacibi civədir. Cabirin əsərlərində çoxlu sayda maddələrin adı çəkilir: "alnuşadır" (naşatır), "borak" (qələvi), kuporos, zəy, As_2S_3 "alkaqol", alkofol (Sb_2S_3), Sb və s.

gəlməsi fikrini qəbul edir, ancaq onunla tam razılaşmır. Cabir, belə hesab edirdi ki, varlıq 7 metaldan - Au, Ag, Cu, Fe, Sn, Pb və yeddinci metal - Hg əvəzinə şüşədən ibarətdir. Cabir metalların əriməsi, döyülə bilməsi, metala xas parıltısının olmasını vacib hesab edirdi. Cabir civəni metalların qəlbi adlandırır. Cabirə görə quru, buxarlanma zamanı kondensə olu-

Kimyəvi proseslərdən Cabirə məlum olanlar aşağıdakılardır:

- müxtəlif metalların alınması və təmizlənməsi,
- bitki yağlarının alınması və təmizlənməsi,
- kristallaşdırma,
- sublimasiya.
- Hg-nin qovulması,
- sabun və qələvilərin alınması və s.

Cabirdən sonra 865-ci ildən, İranda Rey şəhərində anadan olmuş Əl-Razi (latınlaşdırılmış adı Razes, Əbu Bəkr) adlı əl-kimyəçinin fəaliyyəti başlayır. Əl-Razinin tam adı - Əbu Bəkr Məhəmməd ibn Zəkəriyyə Əl-Razidir. Əl-Razi təbabət və əlkimya sahəsində çoxlu əsərlər yazmışdır.

Onun ən məşhur kitabı "Sirlər kitabı" və "sirlərin sirri kitabı"dır. Əl-Razinin nəzəri anlayışları- mövcudluğun 5 prinsipinə əsaslanır:

- Yaradıcı,
- qəlb,
- materiya,
- zaman
- fəza.

Əl-Raziyə görə bütün cisimlər atomlardan (elementlərdən) və boş fəzadan ibarətdir. Bu elementlər əbədidir və özünə məxsus ölçüləri vardır.

Əl-Raziyə görə əl-kimyəçinin məqsədi eliksir vasitəsilə metalların çevrilməsidir. Bundan başqa əl-kimyəçinin məqsədi adi şüşəni qiymətli daş-qaşa çevirməkdir. Əl-Razi Cabir ilə həmfikir olaraq əsas kimi kükürd (S) və civeni (Hg) qəbul edir və onlara üçüncü komponenti - "duz təbiətli" maddəni də əlavə edirdi. "Sirlər kitabı"nda Əl-Razi əl-kimya materiallarını 3 yerə bölür: 1) maddənin dərk edilməsi, 2) cihazların dərk edilməsi, 3) əməliyyatların dərk edilməsi. IX-X əsrlərdə Əl-Razinin "Sirlərin sirri kitabı" Daşkənddə Kərimov tərəfindən aşkar edilmişdir. Bu kitabda metalların müxtəlif rənglərə boyanması, civenin (Hg) təsbit edilməsi, eliksir, metalların közərdilməsi, həllolma, qovma, ərimə

prosesləri, müxtəlif minerallar, bitki yağları və onların tətbiqi təsvir edilmişdir.

Əl-Razi, ona məlum olan maddələri, kimya tarixində ilk dəfə olaraq, təsnif etməyə çalışmışdır. O bütün maddələri 3 böyük sinifə bölmüşdür:

1) torpaqdan olanlar (minerallar),

- ruhlar (spirtlər və uçucu maddələr), Hg, As₂S₃, As₄S₄,

S və naşatır

- cisim (metallar)- Au, Ag, Cu, Fe, Sn, Pb, Zn

- daşlar - markizit, Mp filizləri, dəmir oksidi (Ş), halmey, lyapis, malaxit, firuzə, Fe₃O₄, PbS, Sb₂S₃, ağ arsen, slüda, şüşə və s.

- kuporoslar - qara kül, zəylər, ağ kuporos (ZnSO₄), yaşıl kuporos (CuSO₄), sarı kuporos (Fe₂(SO₄)₃), qırmızı kuporos (FeSO₄)

- buralar - çörək burası (K₂CO₃), potron (Na₂CO₃), zərger burası "tinkar", ərəb burası, zaravan burası

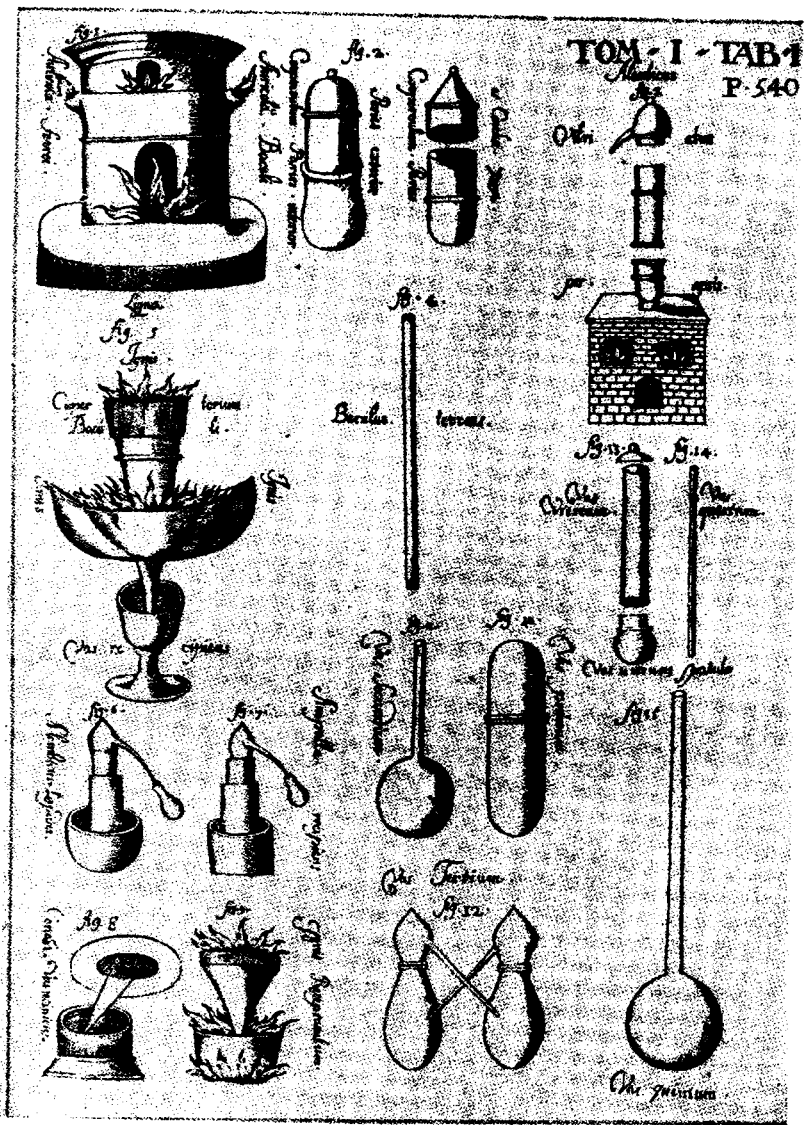
- duzlar - yaxşı duz (ar duz), acı duz (mirabilit Na₂SO₄ x10H₂O), daş duz, ağ duz, neft duzu, hind duzu, çin duzu, potaş, sidik duzu, əhəng və kül duzu.

2) bitki təbiətli:

3) Heyvani təbiətli: saç (tük), kəllə sümüyü, beyin, öd, qan, süd, sidik, yumurta, lələk, buynuz.

Əl-Razi bundan başqa törəmə maddələri də ayırd edir. Onlara cisim və qeyri-cisim (metal və qeyri-metal) daxildir. Metal törəmələrinə: latun, bürünc, yeddi metal ərintisi: Cu+Pb (qurğuşun bürüncü) və "mufraq" (Sn+P), qeyri-metal; medyang, krokus, Pb₂O₃, Pb₃O₄, qurğuşun ağı, CuO və s. aiddir.

Əl-Razi müxtəlif proseslərin gedişini - cismin əriməsini, dekontasiya, süzmə, distillə, sublümə, həlloima, koaqulyasiya və s. təsvir etmişdir. Əl-Razidən sonra XI-XII əsrlərdə astronom Əl-Biruni (873-1048), İbni-Sina kimi görkəmli alimlər meydana gəldi.



Cabirin "Əşyaların tədqiqi" kitabında göstərilmiş müxtəlif kimyəvi avadanlıq.

Milliyyətçə tacik olan İbn Sina (Əbu Əl-Hüseyn İbn Abdulla İbn Həsən İbn Əli), 980-ci ildə Buxara yaxınlığında Əfşanə kəndində anadan olmuşdu. Avropada o, Avesina kimi məşhur idi. İbn Sina əsasən təbabətlə məşğul olmuşdu. 21 yaşında, o, Xorəzmə gələrək Əl-Biruninin rəhbərliyi altında akademiya da məşğul olmuşdur. İbn Sinanın yazmış olduğu "Təbiblik elminin qanunları" kitabı ensiklopedik xarakter daşıyırdı. İbn Sina Aristotel tərəfdarı olmuşdur. İbn Sinanın kitabında 750-dən çox mineral maddə, metal, onların oksid və duzları, həmçinin turşu və əsaslar da verilmişdir. Onun ikinci əsəri olan "Müalicə edici vasitələr kitabı" da ensiklopedik xarakter daşıyır. İbn Sina Əl-Razi və Cabirdən fərqli olaraq, qara metalların qiymətli metallara çevrilməsini qəbul etmir və əl-kimyacıları ittiham edirdi. O, yazırdı: "Metalların rənglərinin dəyişdirilməsinə və bu yolla rəngi gümüşə (ağ) və qızıla (sarı) bənzər metalları almağa etiraz etmirəm. Ancaq mənə o aydın deyil ki, metalların rəngini dəyişməklə onların xassələrini necə dəyişmək olar. Mən bunu qeyri- mümkün hesab edirəm və bir metalın başqasına çevrilməsi yolunu bilmirəm".

Bütün deyilənləri nəzərə alaraq, belə nəticəyə gəlmək olar ki, ərəb əl-kimyasında yeni və daha yüksək kimyəvi biliklərin inkişaf dövrü olmuşdur. Bu dövrdə çoxlu sayda praktiki işlərlə yanaşı, nəzəri biliklər əldə edilmiş və əl-kimyanın inkişafına səbəb olmuşdur.

Ərəb əl-kimyacılarının ən böyük xidmətləri ondadır ki, onlar müşahidədən təcrübi işlərə keçmiş və bununla da "siri elmin" nailiyyətlərini praktikaya yaxınlaşdırmışlar.

Ərəb əl-kimyası, qədim kimya ilə qərbi Avropa əl-kimyası arasında aralıq bir həlqə təşkil edirdi. Ərəb imperiyası dağıldıqdan və elmi mərkəzlərin tənəzzülündən sonra, ərəb alimlərinin çoxu qərbə - İspaniyaya getməli oldular. Onlar, özləri ilə bütün əl-kimya və digər elmi kitabları apardıqlarından, orada əl-kimyanın inkişafı üçün şərait yaratdılar.

QƏRB ƏL-KİMYASI

XI əsrdən başlayaraq, ərəb əl-kimya əsərləri, latın dilində, Avropanın müxtəlif ölkələrinə yayıldı və bu da avropalıların kimyanı öyrənməsi üçün təməl yaratdı. Beləliklə avropalıların ərəblərlə ünsiyyəti, avropalıların əl-kimya və kimyanı öyrənməsinə səbəb oldu.

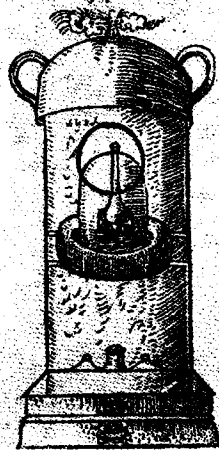


Dahi Albert

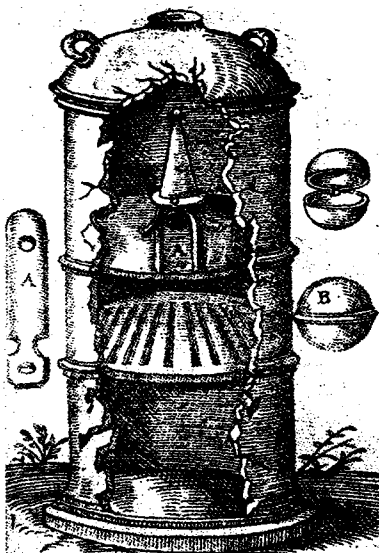
Qərbin əl-kimyası çoxlu sayda kimyəvi birləşmələr haqqında məlumatı artırdı. Artıq o dövrdə, soda və potaşın bir-birindən ayrılma üsulları məlum idi (Əbu Mənsurun işləri). Sulfat turşusu haqqında məlumatı, artıq XI əsrdə Böyük Albert söyləmişdir. Bu turşunu, dəmir kuporosunu, zəyi birgə qızdırmaqla almış və onu kuporos spirti (Spiritus vitrioli) adlandırmışlar. Sonralar sulfat turşusunu, kükürdlə kalium nitratın birgə qızdırılmasından almışlar. Hidrogen xlorid turşusu və ya duz spirti - (spiritus salis) qərb əl-kimyasına məlum idi. Onu, dəniz duzunu sulfat turşusu ilə birgə qızdırmaqla almışlar. Nitrat turşusu və ya tünd araq (aqua gortis), zəy, mis kuporosu və

şoranın bir yerdə qızdırılmasından almışlar. O dövrdə hətta çar arağı (zərhəl, $3\text{HCl} + \text{HNO}_3$) haqqında da məlumat var idi. Bu haqda hələ 1270-ci ildə Cabirin və Bonaventuranın əsərlərində qeyd edilmişdir. Çar arağını almaq üçün ammonium xloridə nitrat turşusu ilə ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{HNO}_3$) təsir edirmişlər. Qərb əl-kimyası dövründə duzların ümumi alınma üsulları da məlum idi və duzları almaq üçün qələvi+turşu reaksiyalarından geniş istifadə edilirdi. Məsələn, şora, potaşa ($\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3$) nitrat turşusu ilə təsir etməklə alınmışdır (Cabir).

*Athanasius apthanasius furnus
Philosophorum.*

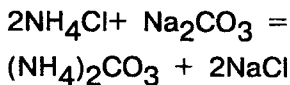


**R.Lulli "Təbiətin sirləri",
Soba (atanor)**

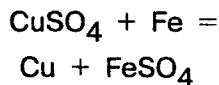


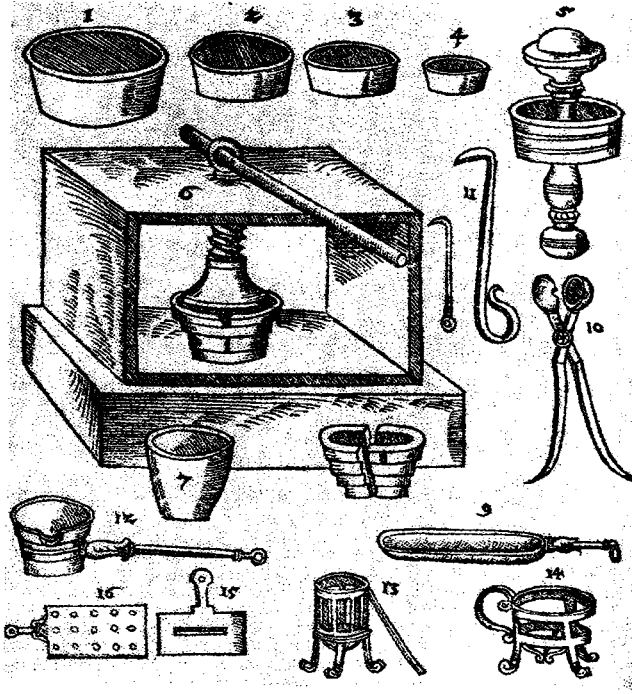
Yanma prosesləri üçün istifadə olunan sobanın kəsimi (1602)

Ammonium karbonat, naşatıra (NH_4Cl) soda (Na_2CO_3) ilə təsir etməklə alınmışdır.



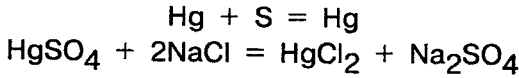
Misin mis sulfat məhlulundan dəmirle sıxışdırılıb çıxarılma reaksiyası məlum idi.



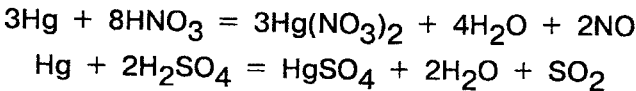


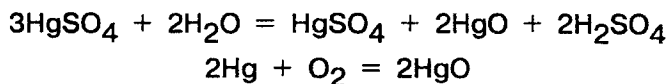
Libaviy “öl-kimya”. Vəşfi analiz üçün avadanlıq.

Kinovarin (HgS), birbaşa sintez yolu ilə alınması da göstərilmişdir:



Göstərilən üsul ilə süleymanınin alınması indi də əczaçılıqda istifadə edilir. Civə nitrat - $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, civə sulfat- HgSO_4 , əsasi civə sulfat duzları və civə oksidi HgO aşağıda göstərilən üsullar ilə sintez edildirdi:





Amalgama, ilk dəfə, Foma Akvinski tərəfindən alınmışdır. Həmin dövrdə stibiumun, stibium sulfidin dəmirlə ($\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{Fe}$) qarşılıqlı təsirindən alınması məlum idi. Qeyri qanuni doğulmuş metal adlandırılan, arsenlə (As) misin rəngi ağardığından, ona Veneranı (Cu) ağardan dərman adı verilmişdir (Medicina Venerem deolbous). Qərb əl-kimyacıları metallurgiya sahəsində böyük işlər görmüş və beləliklə də tətbiqi kimya sahəsini inkişaf etdirmişlər.

Qeyd etmək lazımdır ki, əl-kimya ilə məşğul olan əsil tədqiqatçıların kimya elmi üçün elədikləri, heç də müasir kimyaçıların işlərindən az deyildir.

YATROKİMYA DÖVRÜ

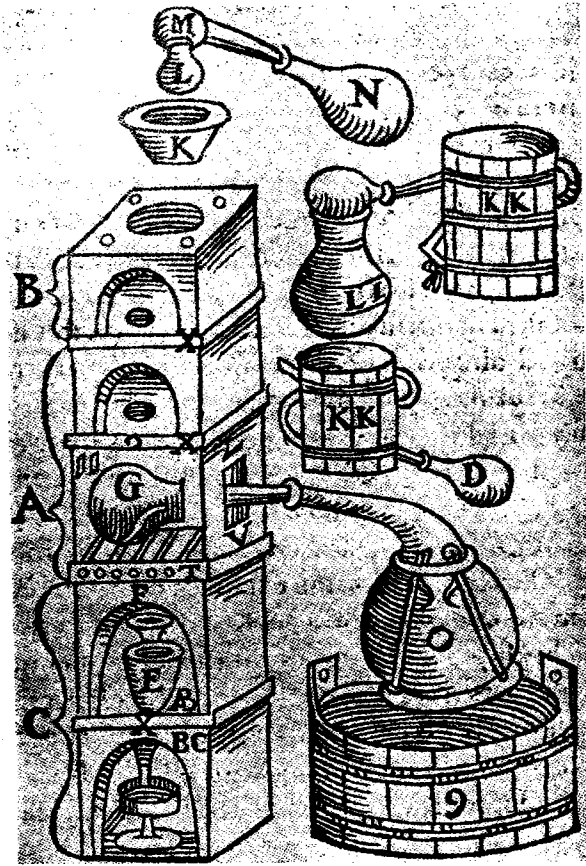


Teofast Parasels.

əsrdə Yatrokimyanın meydana gəlməsi və inkişafı dövrü başladı. Yatrokimyanın əsasını qoyan isveçrəli alman Teofast Paraselsin əsas məqsədi metalların qızıla çevrilməsi yox, dərmanların hazırlanması, təbəttə kimyanın birləşdirilməsi olmuşdur.

Paraselsə görə insan orqanizmində kimyəvi proseslər gedir və onlar pozulduqda orqanizmdə çatışmamazlıqlar yeni xəstəliklər meydana çıxır və bunları aradan qaldırmaq üçün bu xəstəliyin kimyəvi tarazlığını bərpa etmək lazımdır. Parasels əl-kimya ənənələrindən, materiyanın - 3 tərkib hissədən (Hg, S və duz) ibarət olması təlimini qəbul etmişdir. Bu elementlərə uçuculuq, yanarlıq, bərklik xasdır və onlar makrokosmun (kainatın) və eyni zamanda mikrokosmun (insan) əsasını (ruh, qəlb və can) təşkil edir.

XIII əsr İtaliyada mədəniyyətin, incəsənətin yeniləşməsi və insanların yeniliyə can atması, ipək və yunun istehsalı, hərbi problemlərin həlli, Amerikanın kəşfi, kompasın ixtirası, çap şriftlərinin kəşfi və s. ilə xarakterizə edilir. İtaliyada, sonra isə qərbi və mərkəzi Avropada həyat tərzinin dəyişməsi elmin də yeniləşməsinə səbəb oldu. Bu zaman, kimya da, əl-kimya dövründən ayrılıb, ymüstəqillik qazanmağa başladı. XVI



Çoxpilləli soba və müxtəlif alembikalar (1602)

Parasels xəstəlikləri bu elementlərin çatışmaması və ya artıqlığı ilə izah edirdi. Məsələn, qızdırma və vəba xəstəliyi kükürdün, iflic - civənin, mədə pozğunluğu isə, duz artıqlığından əmələ gəlir.

Bundan başqa, Parasels, xəstəliyin əmələ gəlməsini "arxey"lə, yeni ruh tənzimləyicisi ilə də əlaqədar olduğunu söyləmişdir. Paraselsə görə təbabət, ona dayaq olan - fəl-

səfə, astronomiya, kimya və xeyirxahlıq üzərində dayanır. Yatrokiyaçılara görə kimya təbabətdən irəli gəlməli və onunla sıx əlaqədə olmalıdır. Paraselsin tələbəsi Van Helmont ondan bir qədər irəli gedərək, göstərmişdir ki, həzm prosesi ruhi tənzimləyici deyil, mədə şirəsində olan turşu ilə nizamlanır. Yatrokimyaçıların əksəriyyəti proseslərə real baxırdılar. Məsələn, yanma prosesi ilə tənəffüs prosesinin eyni əsası olduğunu söyləyirdilər. Yeni dərman preparatlarının sintezi və hazırlanması, müxtəlif maddələrin alınması və onlardan müxtəlif qatılıqda məhlulların hazırlanması üçün imkan yaratdı. Məsələn, xlorid turşusu ilə müxtəlif metal və metal oksidlərinə təsir etməklə çoxlu sayda xloridlər alınmışdır. Bu yolla Qlauber mis (Cu), sink (Zn), qalay (Sn) və arsenin (As) xloridlərini sintez etmişdir. Barıt hazırlanmasında istifadə olunan şoranı almaq üçün istehsalat yaradılmışdır. Həmin dövrdə kalium xlorid - KCl (Sal febrifugum Silvii) qızdırmaya qarşı Silvi dərmanı kimi məşhur idi. Qlauber duzu (Na_2SO_4 - Sal mirablis), ammonium asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$ - Minderer spirti) zəiflədici kimi istifadə edilirdi. Yatrokimyaçılar təbabətdə əsasən stibium (Sb), arsen (As), civə (Hg) və cümüş (Ag) duzlarından istifadə edirdilər. "Cəhənnəm daşı" adlanan argentiium nitratı (AgNO_3) Ancelo Sala təbabətdə tətbiq etməyi təklif etmişdir. Mis asetatı qovmaqla tünd sirkə turşusu - CH_3COOH (təbabət spirti) alınmışdır. Çaxır turşusu və çaxır turşusunun duzları olan tartratlar (kalium və natrium tartrat və ya "senyet duzu"), benzoy turşusu (benzoy qətranının distilləsindən) da yatrokimyaçılar tərəfindən alınmışdır.

TEXNİKİ KİMYA

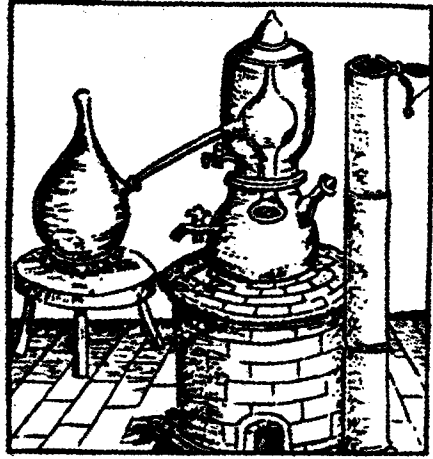
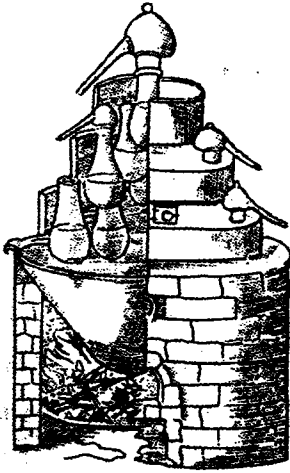
XIII əsrin əvvəllərinə qədər kimya çox zəif inkişaf edirdi. Sonradan bu sahədə biliklərin toplanması kuliminasiya nöqtəsinə çatdı. Bu, XIII əsrdə, mühüm qeyri-üzvi turşuların, etil spirtinin, barıtın kəşfi ilə əlaqədar idi.



**Şora məhlullarının
buxarlandırılması və yenidən kristal-
laşdırılması (A.Erker,1574)**

Belə qarışıqlar "yunan odu" adlanırdı. Bizansda hazırlanan qarışıqların tərkibinə isə şoralar daxil olurdu. Hələ Mark Qrekin "Odlu kitabında" barıtın hazırlanma resepti verilmişdi. Onun fikrincə barıtın tərkibinə 6 hissə şora, 2 hissə kömür və 1 hissə kükürd daxil olur.

Barıtın kəşfi və hərbi məqsədlər üçün istifadə olunması, yeni növ silahlarn-tüfəng və topların yaranmasına gətirib çıxartdı. 1300-cü ildə Almaniyada ilk top, sonralar isə tüfəng hazırlandı.



Su buxarının və su soyuducusunun tətbiqi ilə distillə (1500).

Barıtın əsas tərkib hissəsi olan şora əvvəllər Avropaya gətirilirdi. Artıq XV əsrdə şoraya olan tələbatın artması ilə əlaqədar olaraq bir sıra Avropa ölkələrində, onu yerli xammalla əvəz etməyə başlamışlar. Şoraların istehsalı həll olma, kristallaşma, yanma proseslərinin öyrənilməsinə təkan verdi. Artilleriya texnikasının təkmilləşməsi isə, ballistika elminin inkişafına səbəb oldu.

Şoranın istehsal tarixi göstərir ki, artıq 1300-cü ildə kimya sahəsində biliklər çox yüksək səviyyədə idi. Belə ki, bu biliklərin sayəsində cəmiyyətin inkişafı üçün vacib olan maddələr, barıt və nitrat turşusu artıq böyük miqdarda istehsal edilirdi. Sonralar şoranın alınma üsulları təkmilləşərək, istehsal həcmələrinin artması üçün şərait yaratdı.

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, bu və başqa mühüm maddələrin sənaye miqyasında istehsalı üçün əsaslı texnoloji dəyişikliklər yalnız XIX əsrdə meydana çıxdı.

Cəmiyyətin inkişafına böyük təsir edən maddələrdən biri də etil spirti idi. Spirtli içkilərin min illər ərzində məlum olmasına baxmayaraq, təmiz halda spirt, şora ilə təxminən eyni vaxtda alınmışdır. Kimyada eksperimental üsulların təkmilləşdirilməsi təmiz halda bir sıra maddələrin alınması üçün

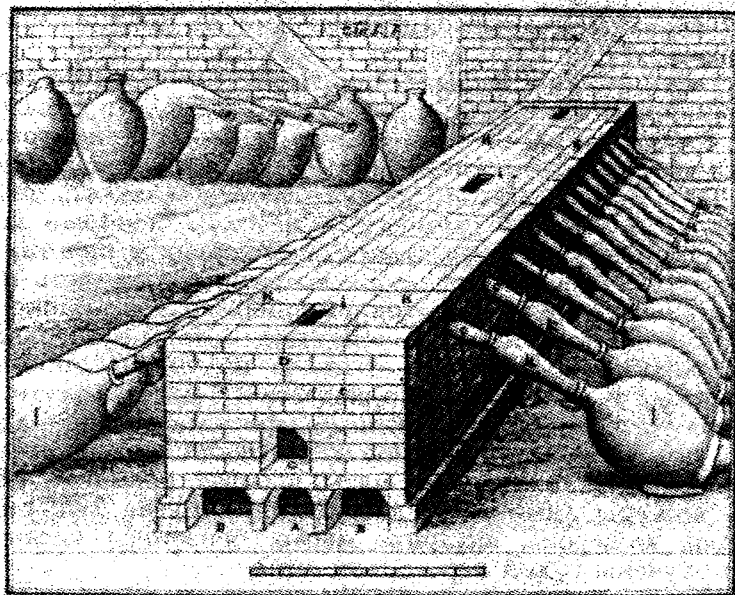
imkan yaratdı. Bu üsullardan biri də xammalın qovulması (distilləsi) zamanı çıxan buxarların su ilə soyudularaq, yığılması idi.

Distillənin sadə növləri hələ qədimdən məlum idi. Lakin bu üsullar o qədər primitiv və bəsit idi ki, spirt kimi aşağı temperaturda qaynayan maddəni, çıxarın və pivənin distilləsindən almağa imkan vermirdi.

Bir sıra alimlərin fikrinə görə, etil spirtinin istehsalı, elmi əsasda hazırlanmış, ilk sənaye sahəsinin inkişafı üçün şərait yaratmışdır.

Distillə prosesləri, indi də kimya sənayesinin özülünü təşkil edir.

Bu üsul bir sıra efir və efir yağlarının-lavanda, darçın, mixək, anis, nanə, çobanyastığı, limon, portağal, qoz, badam və s. - alınmasına səbəb oldu. Skipidar, kanifol, kəhrəba yağı, benzoy turşusu kimi maddələr isə qətranların quru distilləsindən alındı.



Kuporosun distilləsi ilə sulfat turşusunun alınması (I.X.Bernxardt tərəfindən ilk dəfə təsvir edilib),

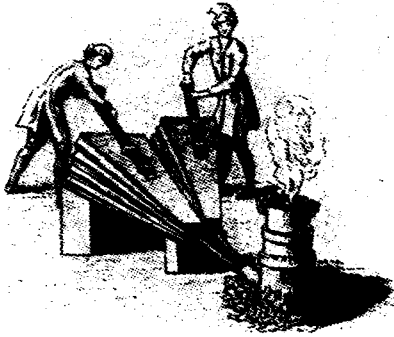


Filizlərin zənginləşdirilməsi sistemi (Q.Aqrıkola).

XIII əsrin üçüncü ən böyük nailiyyəti mineral-qeyri-üzvi turşuların sintezi idi.

Sulfat və nitrat turşuları haqda ilk məlumata XIII əsr Bizans əl yazmalarında rast gəlmək olar.

Uzun illər ərzində, sulfat turşusu yalnız laboratoriyalarda reaktiv kimi tətbiq olunub. XVIII əsrin ikinci yarısından



Çuqun istehsal.

başlayaraq, ondan sənətkarlıqda əvvəlcə boya işlərində, sonra isə ağardılma prosesində istifadə etməyə başlamışlar. Bununla əlaqədar olaraq sulfat turşusuna olan tələbat daim artırdı.

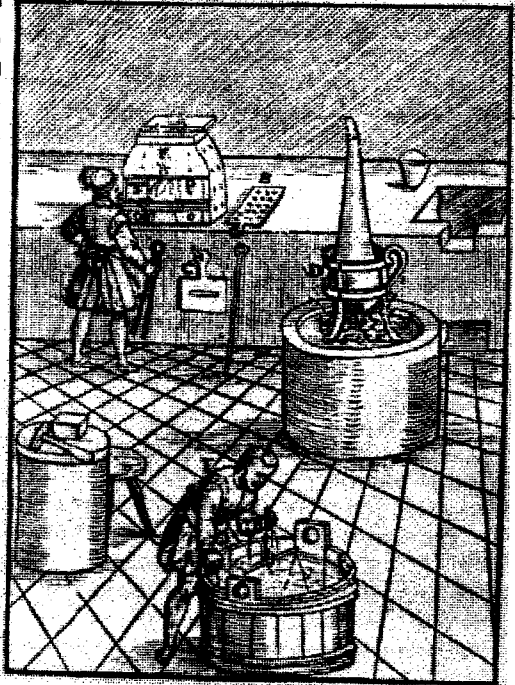
Sulfat turşusundan fərqli olaraq nitrat turşusu sənətkarlıqda daha tez tətbiq olunmuşdu. Nitrat turşusu nəcib metalların metallurjiyasında, qızılın ayrılması üçün çox qiymətli maddə idi.

Nitrat turşusunu saxsı kolbalarda şora, zəy, kuporos qarışığını xüsusi sobalarda qızdıraraq alırdılar. Alınan "turş" buxarlar kondensləşdirilərək, xüsusi qablarda toplanırdı.

Xlorid turşusu haqda ilk məlumat hələ Libaviy tərəfindən verilib. Lakin bu turşunun alınma prosesini ilk dəfə əsaslı olaraq Qlauber təsvir edib. Xlorid turşusunu xörək duzu ilə kuporosdan alırdılar. Uzun müddət bu turşuya olan tələbat çox kiçik idi. Parçaların xlorla ağardılması prosesi kəşf edildikdən

sonra, xlorid turşusuna olan tələbat da artdı. Bundan başqa, xlorid turşusundan Berlin abısının istehsalı üçün lazım olan jelatin və yapışqanın alınmasında istifadə edirdilər. Jelatin və yapışqan isə sümüklərdən alınırdı.

Həmin dövr ərzində, elementlər kimyası və metallurjiya da inkişaf etdi. Çuqun və polad istehsalı artdı və onlar əsas konstruksiya materiallarına çevrildilər. Bu dövrdə bir çox elementlər kəşf edildi. Onların təmiz halda ayrılma metodikaları təsvir edildi. Məhz bu dövrdə kimyanın bir çox sahələri geniş inkişaf edirdi. Buna parlaq misallardan biri, həmin dövrdə



Filzlərin tədqiqi üçün laboratoriya.



**Xlorid və nitrat turşularının distillə üsulu ilə alınması
(Q.Aqrikola, "Metallurgiya").**

vüset almış şüşə istehsalı idi. Avropada şüşə istehsalının ilk mərkəzi Venesiya idi. Bu şəhər bir sıra şüşə növlərinin istehsalında monopoliya əldə etmişdi. İlk növbədə bunu güzgülərə aid etmək olar. XVII əsrin sonunda Avropada yeni növ sobalar meydana çıxdı. Bu sobalar şüşənin kalsiumlaşdırılması, yüksək temperatürə qədər qızdırılması, uzadılması üçün istifadə edilirdi. Şüşə istehsalında xammal kimi qum, kvars, çinqil, şüşə qırıqları, ağac külü tətbiq edilirdi. Bu işlərə ərəb sənətkarlarının əldə etdiyi nailiyyətlər təkan vermişdi. Bu dövrdə ağ qalay minası və qurğuşun minası çox dəbdə idi.

Hələ VII əsrdə Çində yeni məhsul növü-farforun hazırlanması prosesi kəşf edilmişdi. Avropaya bu haqda ilk məlumatı Marko Polo gətirmişdi. Lakin, yalnız XV əsrdə çin "ağ qızılının" sirrini açmağa müvəfəq oldular.

Avropada isə, fayansın bəzi çeşidlərinin istehsalına ancaq XVIII əsrdə başlanmışdır.

Keramik əşyaların hazırlanması üçün əsas xammal kimi gilin müxtəlif növləri istifadə edilirdi. Farforun hazırlanması üçün kaolindən, kvarsdan və çöl şpatından istifadə edirdilər. Hazırlanmış məmulat boyanır, mina ilə örtülür və xüsusi sobalarda yandırılırdı.

Kimyəvi biliklərin inkişafı keramik məmulatların istehsalına çox böyük təsir göstərdi. Bu malların istehsalını artırmaq üçün boyaların, minaların keyfiyyətini yüksəltmək, əşyaların xarici görkəmini gözəlləşdirmək əsas vəzifələrdən biri idi.

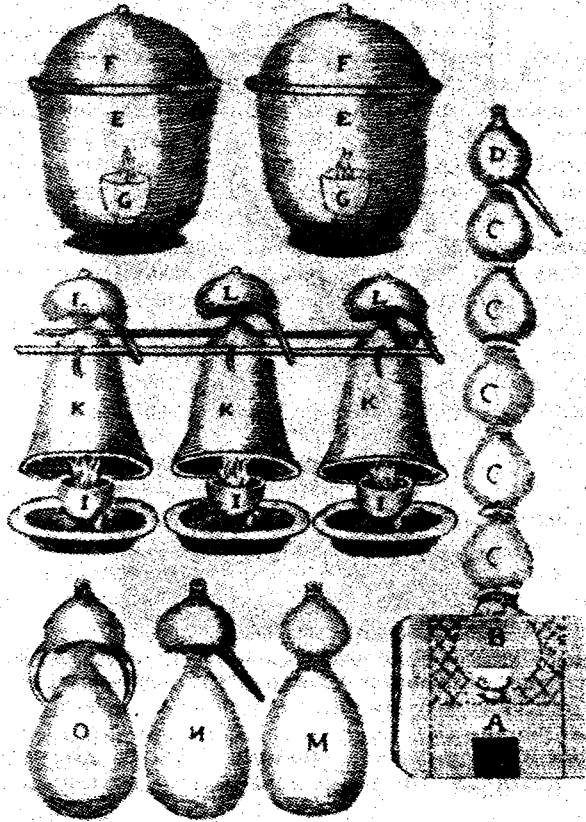
Ən qədim sənət növlərinə xörək duzunun istehsalı, kimyəvi üsulların köməyi ilə insanın həyat və fəaliyyəti üçün vacib olan zəyin, sink sulfatın, naşatır spirtinin, buranın, qeyri-üzvi boyaların və dərman maddələrinin alınmasını aid etmək olar.

Kağız istehsalı kimya tarixinin ən maraqlı məsələlərindən biri idi. Onun hazırlanma sirləri, eramızdan əvvəl ikinci əsrdə Çində məlum idi. Lakin, bu sirr VIII əsrdə açıldı və bütün dünyaya yayıldı.

XV əsrdə kitab çapının kəşfi ilə kitab, qəzet, jurnal buraxılışı meydana gəlir və bu da kağız istehsalına olan tələbatın xeyli artmasına səbəb olur. Bu proses informasiyanın yayılma sürətini artırır və texniki tərəqqi vüsət alır.

Ekspərimental kimyəvi tədqiqatlar sahəsində də yeni dövr yaranır ki, bu da kimyanın sərbəst elm sahəsi kimi ayrılması ilə əlaqədar idi. Bu dövrdə alimlər təbiət hadisələrinin məğzini tədqiq etmək, maddələrin tərkib, quruluş və xassələrini öyrənmək üçün bir sıra üsul və cihazlar yaratmışdılar.

Bir sıra alimlər, məsələn, Pristli, Kvendiş öz evlərində laboratoriyalar açmış, digəriləri isə, məsələn, Şeele və Bunzen apteklərin nəzdində olan laboratoriyalarda təcrübələr aparırdılar.



Əzaxanalarda sulfat turşusunun hazırlanması üçün şüşə qapaqlı qablar (XVII əsr).

XVIII əsrin axırı üçün sistematik tədqiqatlar əsasında maddələrin tərkibi və kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi, kimyanın əsas məqsədi kimi hökm sürürdü.

Artıq kimyəvi çevrilmələrin mahiyyəti, uzun sürən xüsusi tədqiqatlar əsasında izah edilirdi. Buna görə də XIX əsrdə Paster tədqiqat laboratoriyalarını yeni dövrün məbədi adlandırdı.

XVIII əsrdə eksperimental işlərin aparılması üçün xüsusi laboratoriya cihazları və maddələrin tədqiqi üsulları işlənilib

hazırlanırdı. Bu dövrdə yüksək temperatura nail olmaq ən çətin işlərdən biri idi. Ona görə də müxtəlif sobaların və "yandırıcı şüşələrin" hazırlanması xüsusi əhəmiyyət kəsb edirdi.

XIX əsrdə Bunzenin tərəfindən kəşf edilmiş və onun adı ilə bağlanan bunzen odluğu, bu sahədə çeviriliş yaratdı. Temperatur, dəqiq olaraq termometrlərlə ölçülürdü. Bütün bu yeniliklər distillə qurğusunun yığılmasını asanlaşdırdı. Həmin dövrdə yaradılan əksaxınlı soyuducu isə distillə proseslərini daha da təkmilləşdirdi.

XVIII əsr laboratoriyasının əsas avadanlığı-mikroskop, platin örtüklü güzgülər və pnevmoqablar idi.

XVIII əsrin ikinci yarısında 17 kimyəvi element kəşf edilmişdir. Bu həmin dövrə qədər məlum olan elementlərdən çox idi.

Bütün bunlar nəzəri kimyada çevrilişə səbəb oldu.

XIX əsrin sonu XX əsrin əvvəlində meydana çıxan bir sıra yeniliklər - Dövri qanun və elementlərin dövri sistemi; osmos qanunu və fiziki kimya; maddələrin quruluşunun açılışı və valentlik, atom quruluşunun kəşfi; radikal nəzəriyyəsi, nüvənin yükü, elektronun təbiəti, üzvi kimya, quruluş nəzəriyyəsi; Avaqadro qanunu; atom kütləsinin təyini; kataliz və neft kimyası; qazların kinetik nəzəriyyəsi, kolloid kimyası və s. kimya elminin inkişafında mühüm rol oynamağa başladı.

Bu kəşflər, min yüz illiklər ərzində əldə etdilər nailiyyətlər, kimyanın tarixi inkişaf yoluna yeni baxışla baxmağa imkan verdi.

Nəzəri kimyanın əhəmiyyətinin artması, heç də praktiki və sənaye kimyasının əhəmiyyətini azaltmır, əksinə onların daha da yüksək səviyyədə inkişafına kömək edir.

Klassik inkişaf dövrünün sonu və atom əsrinin əvvəlində yeni texnika, avadanlıq və tədqiqat üsulları yaradılmışdır.

PNEVMOKİMYA DÖVRÜ

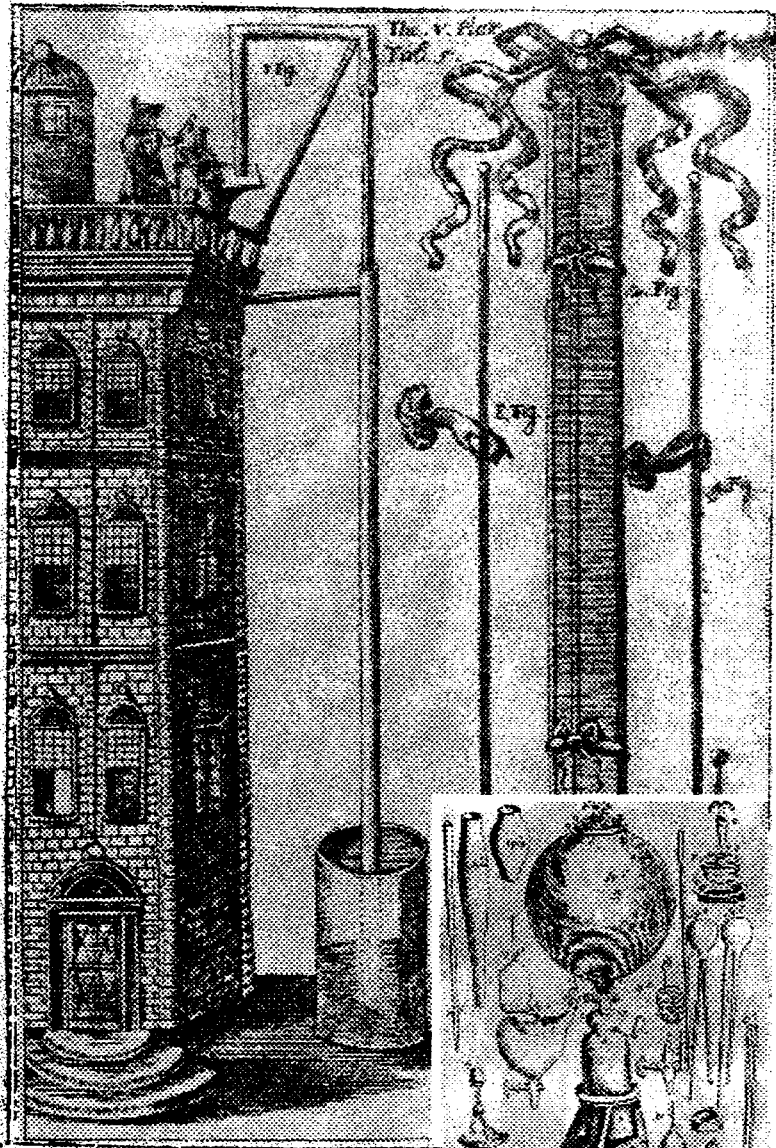
Yatrokimya, kimyanın bir elm kimi inkişafına əhəmiyyətli dərəcədə təkan vermiş, kimyanı əl-kimyadan ayırmağa imkan yaratmış və eyni zamanda həyat üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edən birləşmələr haqqında olan məlumatları genişləndirmişdir. Yatrokimya da, uzun müddət ərzində kimyanın tədqiqat sahəsini daraltdığı üçün, onun inkişafını müəyyən qədər ləngitmişdir. Belə ki, yalnız əczaçılıqla məşğul olmaq hələ kimya demək deyildir.

Artıq XVII və XVIII əsrlərdə kimyəvi nəzəriyyələr meydana gəlməyə başlamış və kimya bir elm kimi irəli addımlamışdır.

Kimyanın mühüm sahələrindən biri olan, qazlar kimyası problemləri ilə məşğul olan alimlər kimyaçı-pnevmatiklər, qazların xassələrini öyrənərək, yeni nəzəri fikirlər irəli sürməyə başladılar. Qazlar kimyasının öyrənilədiyi dövr ərzində, qazlar xassələrini ifadə edən fiziki qanunlar kəşf edildi. Məsələn, qazların həcmnin təzyiq (P) və temperaturdan (T) asılılığı (təzyiqin təsiri: Robert Boyl 1660-cı və Mariot 1677-ci il, sonralar temperaturun təsiri: Volt 1792-ci və Gey-Lüssak 1802-ci il) qanunları. Bu qanunlar Gey-Lüssakin həcmi nisbətələr qanunu ilə birlikdə pnevmotologiyanın əsasını qoydu. Hal-hazırda isə, qazlar kimyası ayrı bölmə kimi deyil, fizika və kimya kimi böyük elm sahələrinin tərkib hissəsidir.

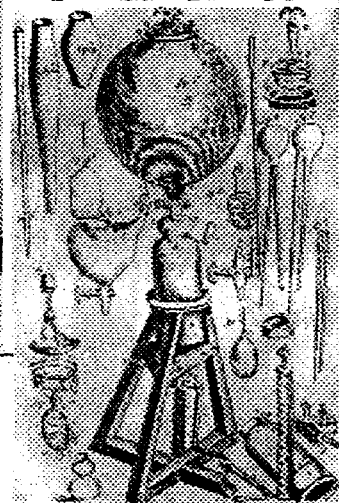
Pnevmo kimyanın banisi kimi, alimlər, Van Helmontu qəbul edirlər. O, qaz anlayışını verməklə bərabər havaya oxşamayan qazın əmələ gəlməsini müşahidə etmişdir, "Meşə qazı " (gus silvestre) adlandırılmış bu qazı, o, əhəng daşına turşularla təsir etməklə, təzə çaxırın qıçqırması, pivə hazırlananda və kömürün yanması zamanı aşkar etmişdir.

Pnevmo kimyanın ən böyük dahisi Robert Boyl sayılır, çünki o, qanunlar verməklə bərabər, həm də qazları tədqiq etmək üçün cihazlar (hava yığmaq üçün cihaz) hazırlamışdır.



R.Boyl "Kimyacı-skeptik"
kitabından illyustrasiya.

R.Boylun "Yeni təcürbələr"
kitabında hava nasosunun şekli.



XVIII əsrdə fəaliyyət göstərmiş alimlərdən Blek karbon qazını (CO_2), Kevendiş hidrogeni (1766) (yanıcı qaz) və atmosfer havasını tam təfəssilatı ilə öyrənmişdir.

Daniel Rezerford 1772-ci ildə havadan N_2 ayırmışdır. 1774-cü ildə, Pristli və Kevendiş biri-birinə xəbərsiz oksigeni kəşf edib öyrənmişlər. Lavuazye oksigenin xassələrini öyrənərək onun yanmada rolunu qeyd etmişdir.

Fontanu ilk dəfə qazları ölçmək üçün cihaz işlətmiş, su qazını kəşf etmiş və 1766-cı ildə azot oksidlərinin xassələrini (şora qazı) öyrənmişdir.

FLOGİSTON DÖVRÜ

XVII əsrin II yarısında Avropada elmi və elmi-ictimai həyat daha çox inkişaf etmişdir. Bu dövrdə yeni fiziki tədqiqat metodlarının kəşfi və cihazların yaradılması, ən başlıcası isə müasir təbii elmi ideyaların meydana gəlməsi alimlərin tədqiqat obyektlərini genişləndirmiş və onlar arasında elmi mübahisə və yazışmaların aparılmasına səbəb olmuşdur.

Qeyd edildiyi kimi, qərb əl-kimyəçiləri və yatrokimyaçılar yanma, tənəffüs və közərtmə proseslərini izah et-

məyə cəhd etmiş, ancaq bu hadisələrin mahiyyətini dərk edə bilməmişdilər. Məhz bu proseslərin mahiyyətini açmaq və vahid nəzəriyyə yaratmaq arzusu, kimya tarixində yeni dövrün açılmasına təkan verdi. Bu dövr flogiston dövrü idi.

Flogiston yunanca "floqistos" alovlanan sözündən götürülmüşdür. Bu termini artıq Zippert və Van Helmond işlətməmiş, ancaq ona bir o qədər də əhəmiyyət verməmişlər (bu söz nəfəs yollarının soyuqdəyməsi ilə əlaqədar işlədirdi).

Flogiston nəzəriyyəsinin əsasını qoyan Ştal üçün, flogiston, bütün yanıcı maddələrin tərkib hissəsi olaraq, maddə yandıqda və közərdikdə ondan ayrılırdı. Flogiston nəzəriyyəsinə əsasən, maddə tərkibinə daxil olan flogistonun miqdarı, maddənin yanma qabiliyyətini müəyyən edir. Ştala görə kömür bütövlükdə flogistondan təşkil olunmuşdur.



Qeorq Ernst Ştal (Qalle, 1715).

Metallar flogistonu itirərək əhəngə, yenidən flogiston əlavə etdikdə isə metala çevrilirlər. Beləliklə, oksidləşmə flogistonu itirmək, reduksiya isə flogiston qəbul etməkdir. Ştal metalı mürəkəb maddə, əhəngi isə bəsit maddə hesab edirdi. Almaniyada həmin dövrdə Ştal kimi düşünən alimlər sırasına Lorens Florens, Fridrix Albert Karl Qren, İohan Xristian Viqleb daxil olurdu.

Uzun müddət bu nəzəriyyəyə tərəfdar çıxan Blek, yalnız oksigenin kəşfindən sonra Lavuazyenin yanma nəzəriyyəsini qəbul etdi. Blek tərəfindən karbonatların tədqiqi kimyaçıları nə qədər sevindirirdisə, flogiston nəzəriyyəsinin tərəfdarlarını bir o qədər də qüssələndirirdi. Belə alimlərdən biri də əczaçı - İohan Fridrix Meyer idi. Meyerin fikrinə görə, əhəng yandırıldıqda çəkisini itirərsə də, "yağ turşusu" qəbul edir, bu isə od və işığa oxşar maddədir. Blek qazların təzyiqi ilə məşğul olduğundan kimyaçı-pnevmatiklər sırasında qaldı.

1784-ci ildə, Kavendiş, adi hava və yanar havadan su, 1785-ci ildə isə evdiometrə



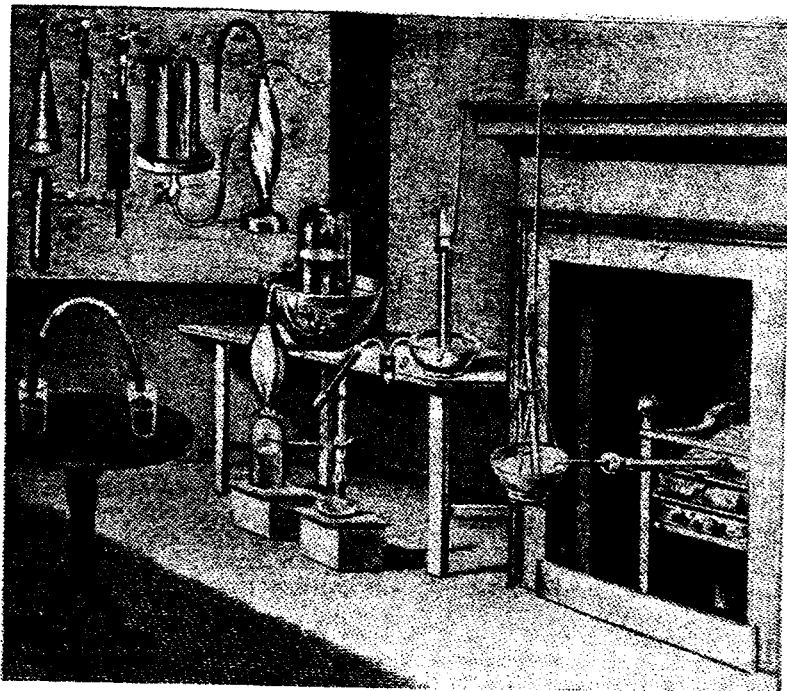
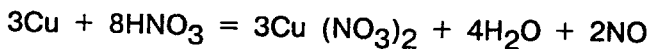
Cozef Blek.



Qenri Kevendiş.

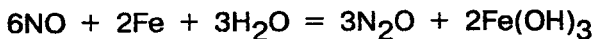
nəm havadan (civə üzərində) elektrik cərəyanını buraxaraq nitrat turşusu almışdır. Bu təcrübələrə baxmayaraq, Kavendiş flogiston nəzəriyyəsinə sadıq qalmışdı.

Kavendişdən sonra, Pristli qazlar üzərində -əsasən də azot, hava, çürüntü qazları üzərində eksperimentlər aparmışdır. O, nitrat turşusu ilə misə təsir edərək azot qazlarını almışdır.

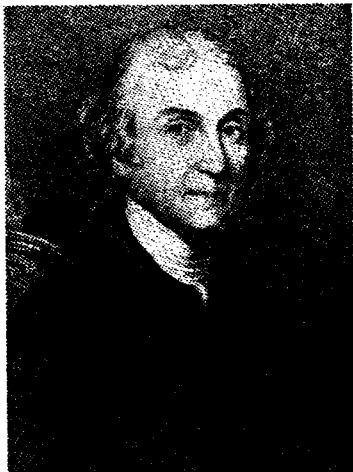
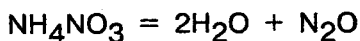


C.Pristlinin laboratoriyası.

Pristli, alınmış qazı uzun müddət kükürd (S) və dəmir (Fe) ilə təmasda saxlamış və müşahidə etmişdir ki, qazın xassələri dəyişir. Belə ki, ilkin qazda (NO) yanar şam sönmür, lakin qazın tərkibi dəyişdikdə əmələ gələn yeni qaz mühitində (N₂O) şam yanmaqda davam edir:

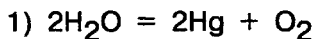


Azot 1-oksidi (N_2O), 1793-ci ildə holland alimləri İohan Rudolf Deyman və Payets van Trostveyk almışlar.



Cozef Pristli.

Qazın tərkibi isə Devi tərəfindən 1800-ci ildə öyrənilmişdir. 1774-ci ildə kimya tarixində ilk dəfə olaraq Pristli oksigeni 2 üsulla almışdır

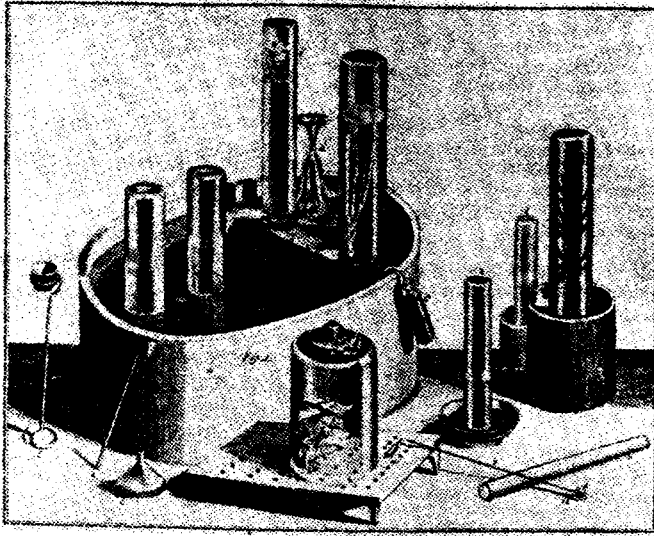


Pristli müəyyən etmişdir ki, civə oksidinə (HgO) linza vasitəsilə günəş şüalarının dəstəsi yönəldilərsə hava alınır və bu havada yanar şamın alovu güclənər. Ancaq Pristli həтта oksigenin

kəşfindən sonra belə nəticə çıxara bilməmişdir. O, flogiston nəzəriyyəsinə bağlı olaraq qalmış və aldığı qazı "deflogistonlaşmış qaz" adlandırmışdır.

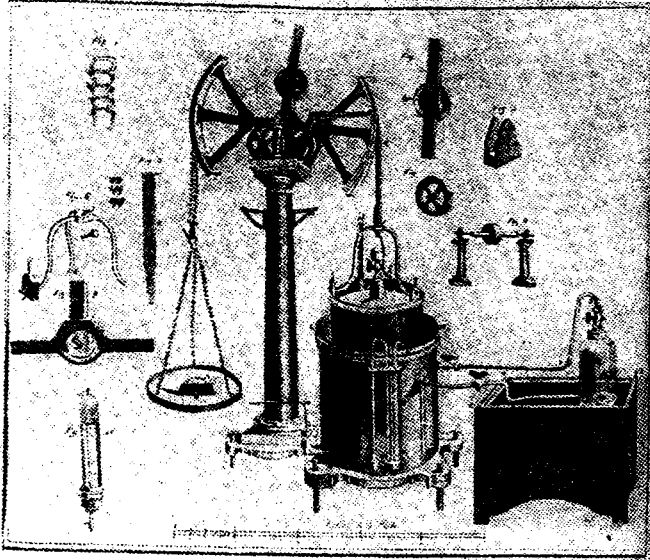
Şeele oksigeni Pristliden bir neçə il öncə kəşf etmiş olsa da, o, öz nəticələrini yalnız 1777-cü ildə çap etdirmiş və oksigeni "alovlu hava" adlandırmışdır. Ondən bir qədər sonra Kondorse oksigeni "həyat havası", Lavuazye isə "oksigen" adlandırmışdır (oksigene, oksyuq-turş, geneo- doğuran) yəni turşunun alınması üçün zəruri olan maddə.

Oksigenin kəşfi Şelle və Pristlinin adı ilə bağlı olsa da, onun xassələrini Lavuazye açıqlamış və onun yanma prosesində rolunu izah etmişdir.



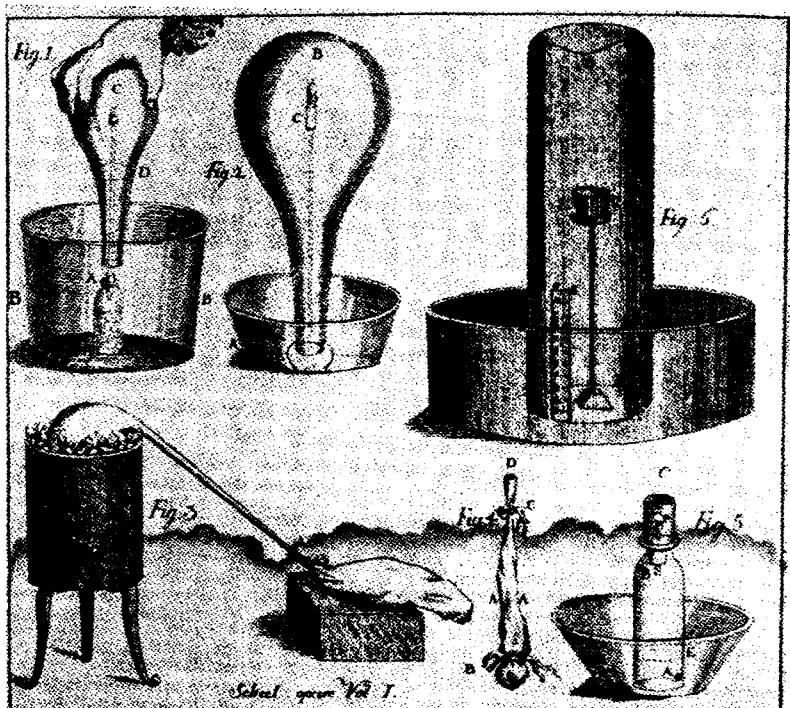
C.Pristinin "Müxtəlif hava növləri üzərində təcrübə və müşahidələr" kitabından şəkil.

Qazlar üzərində təcrübələr aparmaq üçün kimyəvi avadanlıq (Paris, 1801).



EKSPERİMENTAL KİMYA

XVIII-ci əsrin ikinci yarısında eksperimental kimyanın inkişafı nəticəsində bir sıra element və mürəkkəb tərkibli birləşmə kəşf edilmişdi. Belə ki, Brandt 1742-ci ildə kobaltı (Co), Kronstedt 1750-ci ildə nikeli (Ni), Müller fon Reyxenşteyn 1782-ci ildə telluru (Te), Qreqor 1789-cu ildə titanı (Ti) (1795-ci ildə Klaport təsdiq etdi) Voklen 1797-ci ildə xromu (Cr), Klaport 1789-cu ildə uran (U) və sirkoniumu (Zr), 1803-cü ildə seriumu (Ce), Qan 1774-cü ildə manqanı (Mn) almışdır.

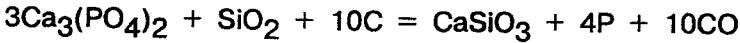
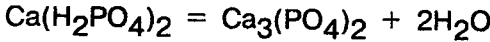
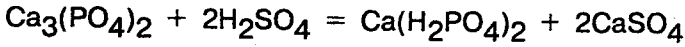


K.V.Şeelenin "Fizika və kimyada kiçik təcrübələr" sərindən
avadanlıq (Leypsiq 1788).₁

1774-cü ildə Şeele xloru pirolüzit ilə hidrogen xlorid turşusunun qarşılıqlı təsirindən almışdır.

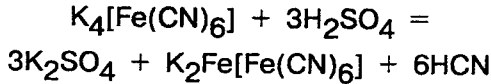


Şelle eyni zamanda kalsium orto-fosfatdan fosforun sintezi üsulunu da təklif etmişdir.

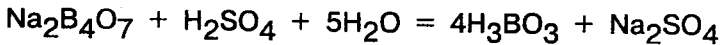


Şeele eyni zamanda 1769-cü ildə çaxır turşusunu, 1775-ci ildə benzoy turşusunu, 1776-cı ildə qal turşusunu, 1780-cı ildə süd turşusunu, 1782-ci ildə sianid turşusunu, 1784-cü ildə turşəng turşusunu, 1785-ci ildə limon turşusunu sintez etmişdir.

Sianid turşusunun sintezi aşağıdakı reaksiyaya əsaslanırdı:



1702-ci ildə M.Homberq H_3BO_3 almış və onu ağırkəsici duz adlandırmışdır.



Völer 1828-ci ildə süni sidik cövhərini sintez etmişdir.

XVIII əsrin ikinci yarısının əsas problemlərindən biri, uzun əsrlər ərzində kimyaçıları maraqlandıran məsələ - maddələrin bir-biri ilə hansı nisbətdə və nəyə əsasən birləşməsi idi. Bu məsələyə hələ qədim yunan alimləri maraq göstərmişlər. İntibah dövrünün alimləri isə, maddələrin oxşarlığı haqda ideyanı irəli sürmüş və bununla əlaqədar olaraq maddələr üçün xüsusi sıralar qurmuşdular. Parasels belə bir fikir irəli



Friedrich Wöhler (1800-1882)

sürmüşdür ki, civə müxtəlif metallarla, müxtəlif sürətlə amalqama əmələ gətirir. Belə ki, civə ən tez qızıl (Au), sonra isə gümüş (Ag), qurğuşun (Pb), qalay (Sn), mis (Cu) ən zəif isə dəmir (Fe) ilə reaksi-



Karl Vilhelm Şeəle (Böreson).

yaya daxil olur. Parasels hesab edirdi ki, kimyəvi oxşarlığın səbəbi təkcə maddələrin bir-birinə olan "məhəbbəti" və ya "kini" deyil. Onun təsəvvürlərinə əsasən, bütün metalların tərkibinə kükürd (S) daxil olur və onun miqdarının azlığı metalın təmizliyinə dəlalət edir. Maddələrin saflığı isə onların bir-birinə oxşarlığını müəyyən edir. XVIII əsrin sonuna qədər bir çox tədqiqatlar oxşar maddələrin təsnif edilməsinə yönəlmiş və bununla əlaqədar olaraq, alimlər bir sıra cədvəllər hazırlamışlar. Maddələrin müxtəlif növ kimyəvi oxşarlığının izahı üçün hətta atomistik nəzəriyyələr də irəli sürülürdü. XVIII əsrin sonu XIX əsrin əvvəllərində alimlər bir sıra kimyəvi proseslərin gedişinə elektrik cərəyanının təsirini müəyyən etdikdən sonra, kimyəvi oxşarlığın izahı üçün bundan istifadə etməyi

məqsədə uyğun hesab etdilər. Buna əsaslanaraq, Berselius maddələrin tərkibini müəyyən etmək üçün özünün dualist nəzəriyyəsini təklif etdi. Bu nəzəriyyəyə əsasən duzlar müsbət və mənfi yüklənmiş "əsas" və "turşu"lardan ibarətdir. Elektroliz zamanı onlar əks işarəli elektrodlar tərəfindən cəzb olunur və yüklərin neytrallaşması nəticəsində elementlərə parçalana bilir. Berselius "əsas" kimi əsasi oksidləri, turşu kimi isə turşu anhidridlərini qəbul edirdi. Məsələn: Natrium sulfatı Na_2SO_4 , o, müsbət yüklənmiş Na_2O^+ və mənfi yüklənmiş SO_3^- -ün birləşməsi, yeni $\text{Na}_2\text{O}^+\text{SO}_3^-$ kimi müəyyən edirdi.

ROBERT BOYL XVII ƏSRİN ATOMİSTİKASI VƏ EKSPERİMENTAL KİMYA

Robert Boyle dahiyənə analitik təfəkkürə, müşahidəçilik qabiliyyətinə və mahir sənətkarlığa malik bir alimdir. O, deyirdi: "Mən kimyaya həkim yaxud əl-kimyacı kimi dar çərçivədə baxmıram. Mən kimyaya bir filosof kimi baxıram. Əgər



Robert Boyle. Qravürə XVII əsr.

insanlar həqiqi elmin nailiyyətlərini ürəklərinə yaxın qəbul etsələr və onu öz maraqlarından üstün tutsalar, onda, onlar bəşəriyyət üçün böyük xidmət etmişlər." Robert Boylun eksperimental metodların işlənməsi sahəsində olan nailiyyətləri, heç də həmin dövrdə, fizika sahəsində Qalileyin əldə etdiyi nailiyyətlərdən geri qalmırdı. Boylun fəaliyyətində, Toricellinin atmosfer

təzyiqinin öyrənilməsi ilə əlaqədar apardığı təcrübələrin təsiri hiss olunur. Robert Boylun elmi əsərlərini 3 hissəyə bölmək olar:

- 1) fiziki tədqiqatlar
- 2) kimyəvi tədqiqatlar
- 3) korpuskulyar nəzəriyyə.

R.Boylun apardığı tədqiqat işləri aydın göstərir ki, onun adı nəzəri, analitik və qeyri-üzvi kimya ilə sıx əlaqədardır.

R.Boyl müəyyən qədər əl-kimyanın təsiri altında olduğundan, yanma prosesində oksigenin dəqiq rolunu müəyyənləşdirə bilməmişdir. Ancaq buna baxmayaraq, o, göstərmişdir ki, tənəffüs zamanı və eləcə də metalların közərdilməsi (yandırılmasında) prosesində havanın müəyyən bir tərkib hissəsi iştirak edir. Bundan başqa, o, üzvi maddələr yandıqda (çaxır spirti, qətran və b.), həmişə suyun alınması, maddələrin (metalların) yanması zamanı onların çəkisinin artması fikrini söyləmişdir. R.Boyl, AgNO_3 qaralmasını müşahidə etmiş və bu prosesdə işığın rolunu görə bilməmiş və belə qərara gəlmişdir ki, bu hadisə havanın təsiri ilə baş verir. Boylun fosforu tədqiq etməsi də böyük əhəmiyyətə malikdir. Boyldan əvvəl, Brand, sidiyin buxarlandırılmasından sonra qalan quru qalıq qovulduqda, onun işıqlanmasını (qaranlıqda) müşahidə etmiş, və bu hadisəni "soyuq alov" adlandırmışdır. Sonralar bu prosesin fosforessensiya ilə əlaqələr olduğunu Elsqolts söyləmiş və bu qalığa "ışıldayan daş" yaxud "fosfor" adını vermişdir. R.Boyl, 1680-cı ildə Kraftın tapşırığı ilə Brandın təcrübələrini təkrar etmiş, uzun illər ərzində onun adı ilə bağlı olan və "Boylun fosforu" adlanan fosforu almışdır. R.Boyl öz tədqiqatları zamanı müxtəlif analiz üsullarından istifadə etmiş, ilk dəfə bitkilərdən indikatorlar almış və onları öz işlərində tətbiq etmişdir. O, mühitin turş, əsasi və neytral olduğunu müəyyənləşdirmək üçün lakmus kağızından istifadə etmişdir. Fosforla işləyən zaman fosfat turşusu və fosfini aşkar etmişdir.

R.Boyl, dəmir duzlarının, tanin saxlayan maddələrin ekstraktının (palıd yarpağı, mürəkkəbli fındıq və s.) təsirindən boyanması prosesini müşahidə etmiş, qara mürəkkəbi hazırlayaraq, onun dəqiq resepturasını vermişdir. Boyl kimyəvi reaksiyaları element anlayışı əsasında izah etmişdir. Boyl, dəqiqlik tələb edən, tədqiqat işlərinin aparılması üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən cihazları təkmilləşdirmiş, qaz və mayələrin miqdarının ölçülməsi üçün xüsusi cihazlar kəşf etmişdir.

R.Boyl, aristotelçi və əl-kimyə nöqtəyi-nəzərindən elementlərə verilən elmi mahiyyəti inkar edərək, elementə

maddənin son bölünən hissəsi kimi baxmışdır. R.Boylun korpuskulyar nəzəriyyəsi, yəni atomistikası, kimyəvi faktlara əsaslanır. R.Boyl belə qərara gəlmişdir ki, maddə parçalanan zaman onu təşkil edən "korpuskullar" dəyişməz qalır. O, bunu belə izah edirdi ki, Au çar arağında, Ag, Cu, Hg isə nitrat turşusunda həll olduqda, onlar metal kimi itir, ancaq onlardan alınan məhsuldan yenidən həmin metalları almaq mümkündür. Boyla görə cisim elə üç universal materiyadan əmələ gəlir ki, onların forması, ölçüsü və hərəkəti (yaxud sükunəti) və ya onların keçid halı (aksidensiyası) olsun.

Aksidensiya və korpuskullar da iki cür olur:

-ilkın

-törəmə.

İlkin korpuskullar elementlərin məğzidir, yəni müxtəlif cisimlərin birbaşa başlanğıcıdır və onların birləşməsindən digər cisimlər əmələ gəlir. Birləşmələrin əmələ gəlməsi xüsusi qohumluq və yaxud cəzətmə nəticəsində olduğunu hələ R.Boyl qeyd etmişdir.

Lakin tarixçi Lanqe cəzə etməni Nyutonun adı ilə bağlayır. R.Boyla qədər qohumluq terminini Böyük Albert işlətməmişdir və "oxşarlar oxşarları" terminini oxşar maddələri qruplaşdırmaq üçün istifadə etmək aksiomasını irəli sürmüşdür: "Similia Similibus". Eyni fikri Qlauber də söyləmişdir. Lakin bir kimyəvi anlayış kimi, bu termin, XVIII əsrdən başlayaraq, Berqman və Joffruanın işləri sayəsində yayılmışdır.

Özünün korpuskulyar nəzəriyyəsinə əsasən, R.Boyl, materiyanın müxtəlif aqreqat halında olmasını izah etmişdir. Onun fikrinə görə qaz halı əsasən havaya aiddir, çünki onda müxtəlif formalı hissəciklər vardır və bu da onun elastikliyinə müəyyənləşdirir. Maye korpuskulları yalnız səthlərinin bəzi yerlərində toxunur, ona görə də müəyyən qədər sərbəst hərəkət edə bilirlər. Bərk cisimlərdə isə korpuskullar elə möhkəm bənd olmuşlar ki, qarşılıqlı hərəkət edə bilmirlər. Korpuskullar çox sıx yerləşərək sükunət halındadır. R.Boylun "Rənglər haqqında təcrübə və fikirlər", "Kimyaçı-skeptik",

"Xüsusi dərmanların korpuskulyar fəlsəfə ilə bir yərə sığması" və s. əsərləri vardır.

Qeyd etmək lazımdır ki, R.Boylun korpuskulyar nəzəriyyəsində atom çəkisi anlayışı yox idi.

R.Boyl, eksperimental metodun banisi olsa da, o, ikili xarakterdə - bir tərəfdən yenilikçi, digər tərəfdən isə aristotelçi-konservator kimi çıxış edirdi.

XVII əsrdə Robert Boydən başqa, atomist dünyagörüşlü alim çox idi. Lakin bunların heç birinin birbaşa kimyanın inkişafında rolu olmamışdır. Atomistik fikirləri daha dolğun və hərtərəfli xarakterizə etmək üçün, bu nəzəriyyələri üç yərə bölmək olar:

- 1) Metafizik atomizm
- 2) Təbii-tarixi atomizm
- 3) Fiziki atomizm.

Metafizik atomizmin tərəfdarları Qassendi, Kordemua və Kadvors olmuşdur. Bunlar hamısı atomun mövcudluğunu, hərəkətini qəbul edir, ancaq ona dini xarakter verir, hərəkətin ilahi qüvvədən asılı olduğu fikrini söyləyirdilər.

Təbii-tarixi atomizmin tərəfdarları Sebestyan Basso, Daniel Zennert, Klod Jillerme de Beriçar və başqaları olmuşdur. K.J.Beriçardan başqa bu nəzəriyyənin digər tərəfdarları yatrokimyaçıların təsiri altında olan həkimlər idi. Bu alimlər də ilkin olaraq, ilahi qüvvəni qəbul etmiş, materiyaya realist yanaşa bilməmiş və məhz bu səbəbdən kimyanın inkişafına real olaraq, təsir edə bilməmişlər.

Fiziki atomizmin nümayəndələri David van-Qorl, İoaxim Yunqius, Diçbi və Domeniko Qulelmini olmuşdur.

Diçbiyə görə həqiqət sıxlaşma və boşalmadır. Bu qüvvələr isə mexaniki hərəkəti müəyyən edirlər.

Qorla görə bircinsli cisimlər oxşarlardan, qarışıqlar isə qeyri-oxşarlardan təşkil olunub.

Bütün bunlar onu göstərir ki, XVII əsrdə hələ atomistika dəqiq bir elm kimi müəyyənlik əldə etməmiş, yalnız abstrakt fikirlər məcmusu olaraq mövcud idi.

MİQDARI QANUNLAR DÖVRÜ

Bu dövr XIX əsrin ilk 60 ilini əhatə edir və kimyada miqdari qanunların yaranması ilə əlaqədardır. Atom-molekul hipotezinin eksperimental olaraq təsdiqində böyük əhəmiyyət kəsb edən miqdari qanunları aşağıdakı xronoloji ardıcılıqda nəzərdən keçirmək olar.

- 1) Rixterin ekvivalentlər qanunu (1792-1802)
- 2) Prustun tərkibin sabitlik qanunu (1799-1806)
- 3) Daltonun həndəsi nisbətələr qanunu (1802-1808)
- 4) Həcmi nisbətələr qanunu, Gey Lüssak (1805-1808)
- 5) Qazların sıxlıqlarının mütənasibliyi (Avaqadro) (1811)
- 6) İzomorfizm qanunu (1818-1819)
- 7) Dyulonq və Ptinin xüsusi istilik tutumu qanunu (1819)
- 8) Faradeyin elektroliz qanunları (1834)
- 9) İstilik miqdarının sabitliyi. Hess qanunu (1840)
- 10) Kannisaronun atomlar qanunu (1858)

Ekvivalentlər qanunu. XVIII əsrin ikinci yarısından alimlərin xüsusi diqqətini - kimyəvi reaksiyalarda maddələrin hansı nisbətdə bir-birilə birləşməsi problemi cəlb edirdi. Artıq məlum idi ki, turşular və əsaslar bir-birini neytrallaşdırır. Duzların tərkibinə daxil olan, turşu və əsasların miqdarını müəyyən etmək üçün tədqiqatlar aparılırdı. Belə ki, T.Berqman və R.Kirvan təyin etdilər ki, kimyəvi cəhətdən neytral olan kalium sulfat (K_2SO_4) və natrium nitrat ($NaNO_3$) arasındakı ikiqat mübadilə reaksiyası nəticəsində kimyəvi cəhətdən yenə də neytral olan kalium nitrat (KNO_3) və natrium sulfat (Na_2SO_4) duzları əmələ gəlir. Lakin tədqiqatçılardan heç biri bu təcrübə əsasında ümumi bir nəticə çıxara bilmədi. 1767-ci ildə Kevendaş müəyyən etdi ki, kalium karbonatın

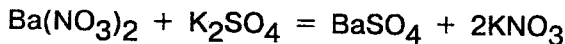
(K_2CO_3) eyni miqdarını neytrallaşdıran nitrati (HNO_3) və sulfat (H_2SO_4) turşularının miqdarı, həm də kalsium karbonatın ($CaCO_3$) eyni miqdarını neytrallaşdırır.

Bütün bunları nəzərə alaraq, ilk dəfə, İ.Rixter ekvivalentlər qanununu təklif etdi. Bu qanun sonradan Daltonun atomistik nəzəriyyəsi nöqtəyənəzərindən izah edildi. Ekvivalentlik qanunu belə səslənirdi: "Əgər hər hansı bir turşunun eyni miqdarı, iki və ya daha çox əsasın müxtəlif miqdarı ilə neytrallaşdırılırsa, onda sonuncuların miqdarı ekvivalent olaraq, başqa bir turşunun ekvivalent miqdarı ilə neytrallaşdırılır". Rixter müəyyən etdi ki, iki neytral duz məhlulu qarışdırıldıqda

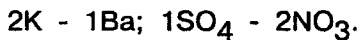


İeremiya Veniamin Rixter
(1762-1807)

əmələ gələn məhlul da neytral olur. Müasir dildə bu qanun belə ifadə olunur - "Bütün maddələr bir-biri ilə öz ekvivalentlərinə uyğun müəyyən kütlə miqdarında reaksiyaya daxil olaraq, birləşmələr əmələ gətirir. Başqa sözlə, reaksiyaya daxil olan maddələrin kütlələrinin onların ekvivalent kütlələrinə olan nisbəti sabit kəmiyyətdir. Məsələn: əgər kalium sulfat (K_2SO_4) məhluluna, barium sulfat ($BaSO_4$) tam çökənə qədər barium nitrat ($Ba(NO_3)_2$) məhlulu əlavə etsək, onda kalium nitrat saxlayan məhlul da neytral olacaqdır.



Deməli, neytral duzun əmələ gəlməsi zamanı aşağıda göstərilən miqdarlar bir-birinə ekvivalentdir:



Qeyd etmək lazımdır ki, ilk dəfə "stexiometriya" terminini Rixter tətbiq etmişdir.

Rixter, flogistan nəzəriyyəsinə uyğun gələn terminologiyadan istifadə etdiyi üçün onun işləri tədqiqatçıların nəzər-diqqətini cəlb etmədi.

Vəziyyətin dəyişməsinə səbəb E.Fişer oldu. O, Rixterin ekvivalent çəkiliəri arasında etalon kimi sulfat turşusunun ekvivalent çəkisini seçir, onu 100 qəbul edərək, buna əsasən maddələrin

nisbi çəkiliərinin (ekvivalentlərinin) cədvəlini tərtib edir. Lakin, Fişerin, ekvivalentlər cədvəli haqqında məlumatı ilə tədqiqatçıları ilk dəfə olaraq, Bertolle tanış etdi. O, özünün "Kimyəvi statikanın təcrübəsi" kitabında bu cədvəli tənqid edirdi. Bertolle kimyəvi birləşmələrin tərkibinin sabitliyinə şübhə ilə yanaşırdı. Buna isə onun əlbəttə ki, əsası var idi. XIX əsrin əvvəllərində təmiz hesab edilən maddələr əslində ya qarışıqlardan, ya da ki, müxtəlif maddələrin tarazlıq sistemlərindən ibarət idi. Kimyəvi birləşmələrin miqdarı tərkibi isə onların əmələ gəlmə reaksiyalarında iştirak edən maddələrin miqdarından asılı idi. Lakin, Bertollenin Rixterin neytrallaşdırma qanuna olan neqativ münasibəti çox çəkmədi.



Klod Lui Bertolle (1748-1822).

Tərkibin sabitliyi qanunu. 1799-1807-ci illər ərzində Jozef Lui Prustun apardığı işlərin nəticəsi sübut etdi ki, Bertollenin eyni maddələrin müxtəlif tərkibə malik olması haqda irəli sürdüyü fikir saf maddələrə yox, onların qarışıqlarına aid

idi. Məsələn, bəzi oksidlərin tərkibindəki suyun miqdarı nəzərə alınmırdı.

Prust saf kimyəvi birləşmələrin sabit tərkibə malik olduğunu sübut etdi və bu da maddə tərkibinin sabitliyi qanunun müəyyən edilməsi ilə nəticələndi. Prustun bu qanunu belə səslənirdi: "Eyni maddələrin tərkibi onların alınma üsullarından asılı olmayaraq həmişə sabitdir". Apardığı tədqiqatlar əsasında, Prust sübut etmişdir ki, təbii mis karbonatla, süni yolla alınmış mis karbonatın tərkibi eynidir. Prust bu ideyasını element-



Jozef Lui Prust (1754-1826).

lərə də aid etmiş və göstərmişdir ki, bir maddə digəri ilə bir neçə kimyəvi birləşmə əmələ gətirərsə, onda elementlərin nisbəti arası kəsilməz yox, sıçrayışla dəyişir.

Sadə nisbətler qanunu. Hələ XVI və XVII əsrlərdə, kimyəvi hadisələrin açıqlanmasında atomistik görüşlər böyük rol oynayırdı. Atom və ya korpuskullar (müasir anlayışlara uyğun olaraq "korpuskul" dedikdə həm atom və həm də molekul nəzərdə tutulurdu) təcrid olunmuş, sıx və nüfuz etmə qabiliyyətinə malik olmayan, çox kiçik hissəciklər idi. Bu təsəvvürlər öz əhəmiyyətini hələ XVIII əsrdə də itirməmişdir. Bu təsəvvürlərə əsasən, atomların birləşməsi və parçalanması tam mexaniki hadisə olub, onların forması ilə bağlıdır. Yeni birləşmə və parçalanma prosesi atomlarda olan zəncir, məsamə, qarmaq, diş və s. bu tipli başqa hissələrin bir-birinə qoşulması və ya ayrılması hesabına baş verir.



Con Dalton (1766-1844).

Elm tarixində "kimyəvi atomistika" nəzəriyyəsinin yaradıcısı kimi məşhur olan ingilis alimi Dalton, apardığı tədqiqatlar və mülahizələr əsasında maddə tərkibinin sabitliyi qanununu təsdiq edərək, eyni zamanda özünün sadə nisbətler qanununu kəşf etdi.

Dalton, kəşf etdiyi nəzəriyyənin əsas müddəalarının təsdiqi üçün Lavuazyenin sistemindən, Rixterin ekvivalentlər, Prus-

tun maddə tərkibinin sabitliyi qanunlarının ən müasir nəticələrindən istifadə edərək, özünün xüsusi tədqiqat işlərini aparmışdır. Bu qanuna Dalton deduktiv yolla gəlmişdir. O deyirdi ki, əsas məqsəd hissəciklərin nisbi çəkirlərini müəyyən etməkdir.

Əgər A və V aşağıdakı kimi birləşirsə, yəni ən sadədən mürəkkəbə doğru:

1 at. A+1 at. V=1 ikili S

1 at. A+2 at. V=1 üçlü D

2 at. A+ 1at. V=1 üçlü E

1 at. A+ 3at. V=1 dördlü E

3 at. A+1 at. V=1 dördlü E və s. əmələ gəlir.

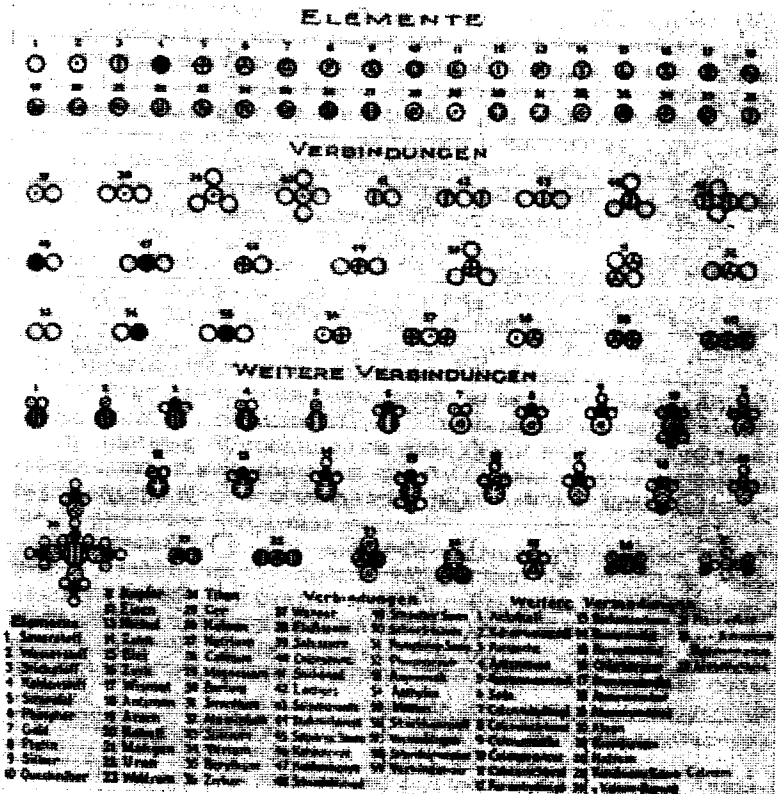
Bu qaydanı bütün sintezlər üçün söyləmək olar.

1. Əgər iki maddədən bir birləşmə əmələ gəlirsə, onun ikili olmasına şübhə yoxdur.

2. Əgər iki maddənin əmələ gəlməsi məlumdursa, onda belə fərz etmək olar ki, onlardan biri ikili, digəri üçlüdür.

3. Əgər 3 birləşmə alınarsa, onda biri ikili, ikisi üçlü olur.

4. Əgər dörd birləşmə alınarsa, onda biri ikili, iki üçlü və bir dördlü alınır.



C.Daltonun kimyevi simvolları.

5. İkili birləşmə onun tərkib hissələrinin qarışığından yüngül olmalıdır.

6. Üçlü birləşmə onu əmələ gətirən ikili birləşmə və element qarışığından yüngül olmalıdır.

7. Göstərilən qayda və müşahidələr S və D, yaxud D və E birləşdikdə də işləne bilər.

Məsələn, a) H₂O ikili birləşmədir, atomların nisbəti təxminən 1:7 kimidir. b) NH₃ ikili birləşmədir və atomların çəkirlər nisbəti 1:5 kimidir. v) NO azotun ikili birləşməsidir və atomların çəki nisbəti 5:7 kimidir.

| мәддә | чәки | мәддә | чәки |
|------------------|------|--------------------------------|------|
| H | 1 | S | 14,4 |
| N | 4,2 | HNO ₃ | 15,2 |
| C | 4,3 | H ₂ S | 15,4 |
| NH ₃ | 5,2 | H ₂ CO ₃ | 15,3 |
| O ₂ | 5,5 | спирт | 15,1 |
| H ₂ O | 6,5 | H ₂ SO ₃ | 19,9 |
| P | 7,2 | H ₂ SO ₄ | 25,4 |
| PH ₃ | 8,2 | | |

Atom çäkilärini müəyyənleşdirmək üçün Dalton ən yüngül atom olan hidrogenin (H) çäkisini vahid kimi qəbul edir və nisbi atom çäkilärini təyin etməyi təklif edir. İlk dəfə olaraq Dalton atom çäkiləri cədvəlini verir. 1803-cü ilin dekabrında və 1804-cü il in yanvarında, o, Londonda Kral cəmiyyətində ,bu haqda mühazirə oxuyur.

Dalton atomların birləşməsini mürəkkəb maddələrin əmələ gəlmə sxemində vermişdir.

Daltonun böyük xidməti ayrı-ayrı element atomlarının nisbi atom çäkilärinin və birləşmələrin tərkibində onların faizlə miqdarının müəyyən etməsi olmuşdur. Bundan başqa o elementlərdən bir çoxunun simvollarını da vermişdir. Lakin, ilk dəfə 1782-ci ildə bu problemlə əlaqədar Lavuazyenin təklifləri olduğundan, Daltona Lavuazyenin təsiri olduğunu söyləmək olar.

Dalton və Lavuazyenin simvolları çox mürəkkəb və bəsit maddələrə aid olduğu üçün 1819-da Berselius kimyəvi tənlilikləri tədqiq edərkən yeni simvollar irəli sürmüşdür. Bu simvollar hal-hazırda qədər öz aktuallığını itirməmişdir.. Sonralar Daltonun fikirlərini 1808-ci ildə Ulyam Uollaston inkişaf etdirərək, element atomları arasında mütənasiblik olduğunu söyləmişdir. Atom çäkisi termini Daltona, ekvivalent termini Uollastona, mütənasiblik termini isə Deviyə məxsusdur.

Qaz qanunları. XVIII əsrin sonunda Dalton atmosferin, qazların halının temperatur və təzyiğin dəyişməsindən asılılığını və mayelər tərəfindən qazların udulması proseslərinin öyrənilməsi ilə məşğul olmağa başlayır.

Oksigenin xüsusi çəkisinin, azotun xüsusi çəkisindən çox olmasına əsaslanaraq, Dalton sübut etməyə çalışdı ki, aran yerlərdə havanın tərkibində oksigenin miqdarı, dağ zonalarından daha çoxdur. Lakin Pristinlin apardığı tədqiqatların nəticələrinə görə hündürlükdən asılı olmayaraq havanın tərkibi həmişə 21 hissə (həcmi %) O_2 və 79 hissə azotdan ibarətdir.



Jozef Lui Gey-Lüssaq (1778-1850).

Müxtəlif xüsusi çəkiyə malik olan qazların bu cür sabit nisbətdə paylanması bir sual kimi qarşıya çıxırdı. Bir sıra kimyaçılar havanın tərkibinə daxil olan qazların müəyyən kimyəvi birləşmə əmələ gətirməsini ehtimal edirdilər. Daltonu bu fərziyyə təmin etmirdi və o, müxtəlif xüsusi çəkiyə malik qazların öyrənilməsini davam edirdi. O, müəyyən edir ki, müxtəlif qazlar toxunduqda, hətta ağır qaz aşağıda və yüngül qaz yuxarıda olduqda belə, bir-birilə qarışırlar. Yəni qazlar boşluqda özlərini təcrid olunmuş halda olduğu kimi aparırlar. Hər bir qaz özünün parsial təzyiqinə malik olur və qaz qarışığının ümumi təzyiqi qazların parsial təzyiqlərinin cəminə bərabər olur.

1802-ci ildə bir-birindən asılı olmadan həm Dalton və həm də Gey-Lüssaq, qazların qızdırıldıqda eyni cür genişləndiyini müəyyən etdilər. 1803-cü ildə Henri təyin etdi ki, indifferent

mayelərdə qazların həll olması onların təzyiqi ilə mütənasibdir. Qazların mayelərdə həll olmasını öyrənən Dalton müəyyən edir ki, hər bir qaz mayədə həll olduqda özünü yenə də ələ aparır ki, sistemdə başqa qaz yoxdur.

1803-cü il oktyabrın 23-də Dalton, Mançestr ədəbi-fəlsəfi cəmiyyətin 7 üzvü qarşısında qazların udulması mövzusunda çıxış edərək, onların bu tipli xassələrini atomistik nöqtəyindən izah etdi. Onun fikrinə görə qaz hissəcikləri, yəni atomlar xüsusi istilik atmosferi ilə əhatə olunub. Onlar dəyişməzdilər, kimyəvi reaksiyalar isə bir neçə atomun birləşməsi və ya parçalanması nəticəsində baş verir. O, belə fərz edirdi ki, kimyəvi üsullarla atomu parçalamaq və ya yenidən qurmaq mümkün deyil. Elementlər arasındakı fərqi Dalton atomların müxtəlifliyi, hər bir elementin müxtəlif çəkiyə malik müəyyən növ atomlardan ibarət olması ilə izah edirdi.

Gey-Lüssaq qazların qarşılıqlı təsirini tədqiq edərək aşağıdakı qanunları vermişdir:

I qanun - qazların qarşılıqlı təsirinin temperatur və həcmdən asılılığı

II qanun - həcmi nisbət qanunu.

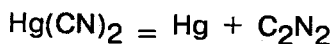
Gey-Lüssaq Qumboltla birgə hidrogen ilə oksigenin qarşılıqlı təsir reaksiyasını öyrənərək, müəyyən etmişlər ki, iki həcm N_2 bir həcm O_2 ilə birləşərək N_2O əmələ gətirir. 1808-ci ildə Devi və Vokelen təsadüfi müşahidələr nəticəsində belə bir fikrə gəlmişlər ki, qazlar bir-biri ilə sadə həcm nisbətində birləşir. Onların bu fikrindən istifadə edərək, Gey-Lüssaq həcmi nisbət qanununu verir və göstərir ki, qazların sıxlığı onların atom çəkiləri ilə mütənasib olaraq, sadə tam ədədlərin nisbəti kimidir. Gey Lüssak göstərmişdir ki, 1 həcm Cl_2 və 1 həcm H_2 reaksiyaya girir və 2 həcm HCl əmələ gətirir. O, NH_3 və SO_3 üçün də sadə nisbətləri tapmışdır.

Gey Lüssak özünün işləri ilə qeyri üzvi kimyanın inkişafında böyük xidmət göstərmiş və Tenarla birgə 1808-dən başlayaraq halogenlərin mövcudluğunu təsdiq etmişdir. Şeelle xloru kəşf etməsinə baxmayaraq, ona element kimi deyil, ok-

sigenli birləşmə kimi baxırdı. Lakin Gey-Lüssak HCl sintez edərkən göstərmişdir ki, bir həcm H_2 bir həcm Cl_2 ilə reaksiyaya girir və burada oksigen iştirak etmir. Gey Lüssak həmçinin xlorid turşusu və onun duzlarını da öyrənərək müəyyən etmişdir ki, onların tərkibində oksigen yoxdur.

Bernar Kurtiye xlorid turşusu ilə (HCl) dəniz yosunlarına təsir edərək yod (I_2) almış, Gey Lüssak isə bu maddənin xlorla (Cl_2) oxşarlığını göstərmişdir. O, eyni zamanda Tennarla birgə qələvi metalların elementar təbiətini təsdiq etmişlər.

Gey Lüssak quru civə sianidi közərəne qədər qızdıraraq, disian almışdır



Kompleks sianidlərin təbiəti, spirt, qlükoza və bir sıra başqa maddələrin əmələ gəlmə mexanizmi də Gey Lüssakın əsərlərində açıqlanmışdır.

Gey Lüssakın digər böyük xidməti ondadır ki, o analitik kimyaya həcmi analiz, xlorometriya (1824), alkallometriya (1828) və çökdürmə üsullarını təqdim etmişdir.

Gey Lüssak süni mineralları sintez edərək, mineralogiya elmi tarixində də xüsusi yer tutmuşdur. Gey Lüssakın 1827-ci ildə sulfat turşusunun (H_2SO_4) istehsalı üçün təklif etdiyi qüllə hal-hazırda da fəaliyyət göstərir və onun adı ilə tanınır (nitroz üsulu, kamera üsulu). Gey Lüssak həmçinin oksalat turşusunun sintezi üçün də sənaye üsulu təklif etmişdir.

Avaqadronun molekulyar nəzəriyyəsi Dalton atomistikasının kimya üçün ən vacib məsələlərdən biri olması üçün, Gey Lüssakın ikinci qanununun ümumi prinsiplərini qəbul etmək, başqa sözlə desək molekulların iki və daha çox atomdan ibarət olduğunu qəbul etmək lazım idi. Daltondan fərqli olaraq, Avaqadro, Gey Lüssakın II qanununun mahiyyətini başa düşür və hal-hazırda atom-molekulyar təlim adlanan fundamental nəzəriyyənin əsasını qoyur.



Amadeo Avaqadro (1776-1856).

Artıq 1814-cü ildə Avaqadronun verdiyi qanun belə səslənir: "Qaz halında olan maddələrin eyni temperatur və təzyiqdə, bərabər həcmələrində bərabər sayda molekul olur". Belə ki, müxtəlif qazların sıxlıqları ilə kütlələri arasında əlaqə vardır. Sonralar Amper də bu fikrə gəlmiş və onu belə ifadə etmişdir - hissəciklərin sayı ilə həcmi düz mütənasibdir. Avaqadro və Amperin ideyalarında oxşarlıq var idi. Ancaq Amper molekulların həmişə iki atomlu olduğunu söyləyirdi. Amper, yalnız 1832-ci ildə atom və molekul anlayışlarını ayırd edə bildi.

Avaqadronun öz nəzəriyyəsini on illiklər ərzində dəfələrlə çap etməsinə baxmayaraq, kimyaçılar onunla demək olar ki, tanış deyildilər. Yalnız Nernst bu elmi əsərləri qiymətləndirərək, onları kimyanın özülü adlandırdı. Hal-hazırda qədər bu nəzəriyyə və qanun özünün fundamental əhəmiyyətini itirməmişdir.

Avaqadro sabiti: 1 mol qaz halında olan maddənin tutduğu həcm 22,4 l və bu həcmdə $N = 6,024 \times 10^{23}$ qədər mo-

lekul mövcuddur. Loşmidt ədədi normal şəraitdə 1 sm^3 qazda olan molekulların sayını göstərir ($2,687 \times 10^{19}$).

İzomorfizm qanunu.

Mitroçerlix fosfor və arsen turşularını öyrənərək göstərmişdir ki, birləşmələrin tərkibində əgər eyni sayda atom varsa, onlar eyni kristallik quruluşa malikdirlər. Burada Mitçerlix belə fikirə gəlmişdir ki, kristallik quruluş atomların təbiətindən deyil, onların sayından asılıdır.

Mitçerlix öz qanununu belə ifadə etmişdir: "Eyni qayda ilə birləşmiş eyni sayda atomlar, eyni cür kristallik quruluş verirsə, bu quruluş atomların təbiətindən deyil, onların sayından və vəziyyətindən asılıdır.



Eilqard Mitçerlix
(1794-1863).

Xüsusi istilik tutumu. 1819-cu ildə Dyülonq və Ptinin vermiş olduğu bu qanuna görə bərk halda atomların xüsusi istilik tutumları ilə onların atom çəkiliəri arasında asılılıq vardır. Yeni atom çəkisinin xüsusi istilik tutumuna vurma hasilı sabit kəmiyyətdir.

Başqa sözlə, element atomları eyni cür istilik tutumuna malikdir, yaxud elementlərin atom istilik tutumları eynidir.

Atom çəkisinin xüsusi istilik tutumuna olan hasilı sabit kəmiyyət olaraq, 6,25 bərabərdir:

$$A_r \cdot C = 6,25$$

Berseliusun atomistik hipotezi. Uzun müddət davam edən və dəqiq analitik işlər nəticəsində Berselius belə qərar almışdır ki, duzlarda əsasların tərkibindəki oksigenlə turşunun tərkibindəki oksigen arasında sadə və sabit nisbətlər mövcuddur.

1818-ci ildə Berselius atom çəkili cədvəlini dərc etmiş və atom çəkiliyi oksigenə nəzərən hesablamışdır. O, oksigenin atom çəkisini 100-ə bərabər qəbul etmişdir. Berselius yazırdı ki, hidrogenə görə atom çəkisini hesablamaq düzgün deyildir. Hidrogen çox yüngül olduğundan və çətinliklə qeyri-üzvi birləşmələr əmələ gətirdiyindən, atom çəkiliyi ona əsasən hesablamaq çox çətinidir. Oksigen isə, əksinə, mərkəz rolunu oynayır və bütün kimya onun ətrafında fırlanır. Berselius birləşmələrin ən sadə nisbətlərdə əmələ gəldiyini əsas tutaraq, bəzi səhvlərə yol vermişdir. Məsələn, bəzi metalların atom çəkiliyi 2-4 dəfə artıq göstərmişdir. Beləliklə də, atom-molekul anlayışını ayıra bilməmişdir.

Berselius, Dyulonq və Ptinin atom çəkisini təyin etmək metodunu çox çətinliklə qəbul edirdi. Bu isə, onun təyin etdiyi atom çəkiliyinin, Dyulonq və Ptinin təyin etdiyindən fərqlənməsi ilə əlaqədar idi. Berselius daha çox Mitçerlixin izomorfizminə üstünlük verirdi.

Atom təliminin inkişafında Berseliusun çox böyük rolu olmuşdur. O, sadə nisbətlər qanununu vermiş, bir çox elementləri - serium (Ce, 1803), selen (Se, 1817), silisium (Si, 1824), sink (Zn, 1824), tantal (Ta, 1825) və vanadiumu (V,



**Jöns Yakob Berselius
(1779-1848).**

1830) kəşf etmişdir. Berselius, üzvi kimyada turşular və izomerlik anlayışını, analitik kimyada vəsfi və miqdari analiz üsullarını irəli sürmüş, mineralogiya kimyası sahəsində böyük işlər görmüşdür.

Atom və molekul haqqında daha düzgün fikirləri Jerar Lorən söyləyərək, atom və molekul anlayışını bir-birindən ayırılmışdır.

Elektrokimyəvi nəzəriyyə və elektroliz qanunları.

Qalvanik cərəyan artıq çoxdan məlum idi və onun vasitəsilə müxtəlif parçalanma reaksiyaları aparılırdı. 1807-də Devi elektrokimyəvi nəzəriyyəni çap etdi. Bu nəzəriyyə 5 müddəəyə əsaslanırdı:

1) kimyəvi cəhətdən birləşməyə qabil olan, müxtəlif təbiətli cisimlər, toqquşma zamanı əks yüklü hissəciklər əmələ gətirirlər.

2) kimyəvi birləşmə zamanı elektrik yükünün tarazlanması baş verir və bu tarazlaşma yüklər arasındakı fərq nə qədər çox olarsa, bir o qədər tez baş verir.

3) əgər hər hansı birləşməyə cərəyan verilsə, bu zaman birləşmə öz tərkib hissəsində olan elektropolyarlığını bərpa edərək, müsbət yüklü hissəcikləri mənfi qütbə, mənfi yüklü hissəcikləri isə müsbət qütbə tərəf yönəldir.

4) birləşmənin tərkib hissələrinin kimyəvi hərisliyi onların polyarlıqlarından asılıdır, belə ki, polyarlıq nə qədər çox olarsa, hərislik bir o qədər çox olar.

5) kimyəvi və elektrik prosesləri arasında bir mənalı asılılıq vardır və birinci həmişə ikinci ilə bağlıdır.



Qemfri Devi (1778-1829).



Maykl Faradey (1791-1867).

Devi, tətbiqi kimya ilə məşğul olmuş, elektrik cərəyanının köməyi ilə qələvi və qələvi torpaq metallarını ayırmışdır. Kömür şaxtalarında işlədilən lampaların kəşfi onun adı ilə bağlıdır. Devi birləşmələrdə iki elektrik yüklərinin olmasını fərz edərək, toxunma vaxtı elektrolizə uğradıqlarını söylədiyi halda, Berselius bu yüklərin əvvəlcədən olduğunu qəbul edirdi. Berselius oksigeni ən elektromənfi element hesabı edir və deyirdi ki, oksigenlə birləşən elementlər əgər elektromüsbətdirsə, onda

əsas, əksinə olduqda isə turşu əmələ gətirirlər. Beləliklə, Berselius elementləri metal və metalloidlərə böldü.

1834-də Maykl Faradey elektroliz qanunlarını verdi və qeyd etdi ki, elektrolitdən elektrik cərəyanı keçərkən parçalanan maddənin miqdarı keçən cərəyanla düz mütənasibdir.

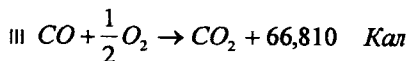
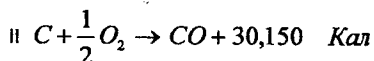
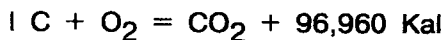
Eyni elektrik yükü ilə parçalanan maddə miqdarı bütün elektrolitlər üçün eyni olaraq əmələ gələn ionların kimyəvi ekvivalentləri ilə düz mütənasibdir

Bu, elektrolitik təsirin sabitliyi qanunu adlanaraq, elektrokimyəvi ekvivalenti və hətta atom çəkisini təyin etməyə imkan verir.

Reaksiyanın istilik miqdarının sabitliyi qanunu - 1840-cı ildə Hess tərəfindən verilmişdir.

Kimyəvi reaksiyalar zamanı həmişə eyni miqdarda istilik miqdarı ayrılır və bu prosesin getmə mərhələlərindən asılı deyildir.

Məs:



$$II + III = 96,960$$



Stanislao Cannizzaro
(1826-1910).n

Kannissaronun atom qanunu.

Kannissaronun qanununa qədər, bir sıra alimlər atom haqqında öz fikirlərini söyləmişlər. Kannissaro fikirlərini Avaqadro qanuna əsaslanaraq vermişdir. Belə ki, Avaqadro göstərmişdir ki, qaz halında maddələrin molekul çəkiləri onların sıxlıqları ilə mütənasibdir. Kannissaro hidrogenin molekul çəkisini 2-yə bərabər qəbul edir və 33 bəsit və mürəkkəb maddənin molekul çəkisini müəyyən edərək, öz qanununu belə ifadə edir.

Müxtəlif molekullarda eyni elementin müxtəlif miqdarları vardır və bunlar sadə tam ədədlər nisbətindədir və bu miqdar tam əsasla atom adlandırılmalıdır.

MÜASİR DÖVR

XIX-cu əsrin ortalarından başlayan və hal-hazırda qədər davam edən kimya tarixinin müasir dövrü, fundamental elmi və elmi-texniki nailiyyətlərlə xarakterizə edilir. Bu dövrdə canlı və cansız materiya arasındakı bütün sərhədlər götürülmüş və təbiət elmləri, o cümlədən kimya, bir elm kimi ən yüksək zirvəyə qalxmışdır. Burada, biz, kimyanın qızıl dövrünün birinci yarısında əldə edilmiş elmi nailiyyətlər, kimyanın fundamental elm kimi inkişafını müəyyən edən, qanunlar ilə tanış olacağıq.

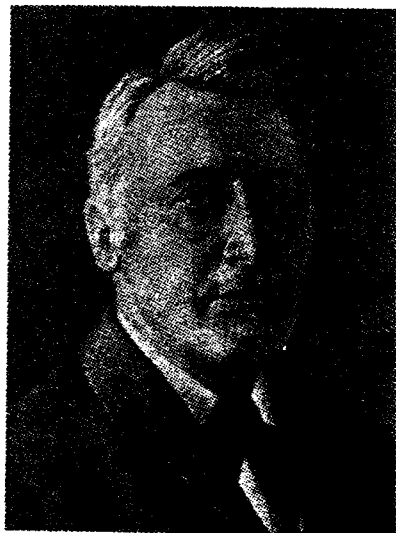
TERMOKİMYA

XIX əsrin əvvəllərində Faradeyin elektroliz qanunlarının təsiri altında, elektrokimya, kimyaçıların əsas maraq obyektinə çevrildi. Bu işə kimyəvi oxşarlıq (qohumluq) problemlərinə yenidən qayıtmaq üçün zəmin yaratmış oldu. Termokimyəvi baxışlardan çıxış edərək, Tomsen (1854) və Bertlo (1867) eksperimental işlər aparmağa başladılar. Mövcud olan belə bir mühakiməyə "birləşmələrin əmələ gəlməsi zamanı meydana çıxan qüvvənin gərginliyi, bu halda ayrılan istiliyin miqdarına bərabər olduğu üçün, mütləq vahidlər ilə ölçülə bilər"-əsaslanaraq, Tomsen kimyəvi oxşarlıq ölçüsü kimi, reaksiyalar zamanı ayrılan istilik miqdarını seçdi.

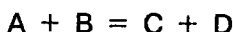
Bertlo çoxsaylı termokimyəvi materiallara əsaslanaraq maksimal iş prinsipini irəli sürür. Bu prinsip kənardan enerji verilmədikdə baş verən və istiliyin ayrılması ilə müşayiət olunan müəyyən maddə, yaxud maddələr sisteminin əmələ gəlməsi ilə nəticələnən hər hansı bir kimyəvi dəyişikliyi nəzərdə tutur Bertlonun fikrincə, kimyəvi çevrilmələr nəticəsində, birləşmə anında ayrılan istilik miqdarı, oxşarlıq (qohumluq) ilə əlaqədar olan iş üçün ölçü vahidi ola bilər.

KÜTLƏLƏRİN TƏSİR QANUNU

1799-cu ildə Bertollenin "Oxşarlıq (qohumluq) qanunlarının tədqiqi" adlı məqaləsində verdiyi nəticələrə əsaslanaraq (kimyəvi təsir, reaksiyaya daxil olan maddələrin kütləsi ilə düz mütənasibdir), Skandinaviya alimləri K.Maksimilian Quldberg və Peter Vaaqe kütlələrin təsiri qanununu - "maddənin kimyəvi təsiri onun təsirdə olan kütləsi ilə düz mütənasibdir" - vermişlər. Onların fikrinə hər bir reaksiya üçün onun müxtəlif faktorlardan - temperaturdan, maddənin təbiətindən-asılılığını ifadə edən, müəyyən oxşarlıq əmsali vardır. Bu nəticə xüsusən döner reaksiyaların tarazlıq əmsalinin çıxarılışı üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir.



Yakob Henrix Vant-Hoff
(1852-1911).



Reaksiyaya daxil olan maddə miqdarının onların qatılığı ilə düz mütənasib olduğunu nəzərə alaraq, bu qatılıqlar C_A , C_B , C_C və C_D işarə edilərsə, onda

$$k_1 C_A C_B = k_2 C_C C_D \text{ tənliyi alınar.}$$

Burada isə $k_1 C_A C_B$ çevrilməyə məruz qalan A və B maddələrinin miqdarına, $k_2 C_C C_D$ isə reaksiya məhsullarının miqdarına uyğundur. Bunları nəzərə alsaq, tarazlıq sabitini təyin etmək üçün aşağıdakı ifadə alınar:

$$K = k_2/k_1 = C_A C_B / C_C C_D$$

Burada K - tarazlıq sabitidir. Kütlələrin təsir qanununa uyğun gələn bu tənlik 1877-ci ildə Vant-Hoff tərəfindən termodinamik görüşlər əsasında təsdiq edilmişdir. Vant-Hoff belə bir müddəyə əsaslanırdı ki, sabit temperaturda döner olan hər bir çevrilmə başlanğıc və son mərhələlərdən asılı olaraq, lakin keçəcəyi aralıq mərhələlərdən asılı olmayaraq, müəyyən miqdar iş görür. Bu müddəə Hess qanunu kimi tanınır.

Quldberq və Vaaqe kütlələrin təsir qanununu riyazi formada ifadə edərək kimyəvi reaksiyaların sürəti haqda nəzəriyyəni inkişaf etdirdilər. Onlar kimyəvi tarazlığı statik yox, dinamik proses kimi nəzərdən keçirirdilər.

Kütlələrin təsiri qanununa və Klauzius tərəfindən daxil edilən məhlularda maddə molekullarının parçalanması haqda fərziyyələrə əsaslanaraq, Arrenius aşağıdakı əsas nəticələri irəli sürdü.

1) Maddələr məhlulda ionlar şəklində mövcud ola bilər;

2) Qüvvətli duz, turşu və əsaslar məhlulda həmişə dissosiasiya etmiş olurlar;

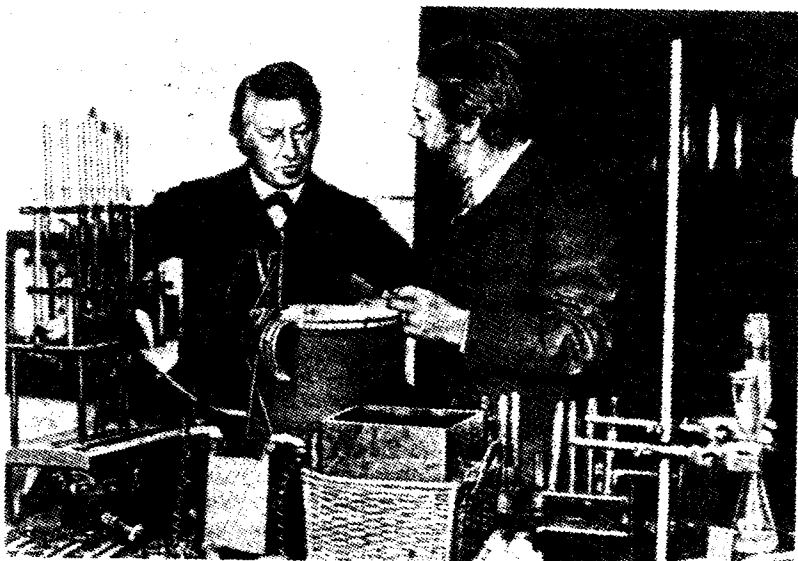
3) Məhlulun qatılığı azaldıqca, elektrolitin dissosiasiya dərəcəsi artır, bu isə duru elektrolit məhlullarının elektrik keçiriciliyinin artıq olmasını izah edir.

Arreniüsün fikrinə görə duzların dissosiasiya məhsulları yüklü hissəciklərdir və dissosiasiya zamanı əmələ gəlmiş ionların miqdarını hesablamaq olar.

Arreniüsün irəli sürdüyü bu müddəalar sonradan Osvald və Vant-Hoff tərəfindən dəstəkləndi, digər tərəfdən isə, bu nəzəriyyə eksperimental olaraq təsdiq edildi.



Svante Arrhenius (1859-1927).



Yakob Henrix Vant-Hoff və Vilhelm Osvald (1890).

Vant-Hoff osmotik təzyiq ilə qazların təzyiqi arasındakı münasibəti təsdiq edərək sübut etdi ki, $PV=RT$ ifadəsi şəxer tipli maddələrin osmotik təzyiqi üçün doğru olduđu halda, duz, turşu, əsas məhlulları üçün özünü doğrultmur. Belə təbiətli maddələr üçün i əmsalı daxil edilməlidir (i -Vant-Hoff əmsalı). Nəticədə ifadə aşağıdakı şəkli alır:

$$\overline{PV} = iRT$$

Bu əmsalın mənası Arreniüs tərəfindən eksperimental olaraq müəyyən edilərək, onun irəli sürdüyü elektrolitik dissosiasiya nəzəriyyəsi ilə əsaslandırılmışdır.

Raulun tədqiqatları əsasında məlum oldu ki, krioskopik üsul ilə duz, turşu, əsasların dəqiq molekul kütləsini sulu məhlullarda təyin etmək mümkün deyil. Arreniüs bunu həmin maddələrin məhlulda ionlara dissosiasiyası ilə izah edir və qeyd edir ki, ionlar da molekullar kimi həlledicinin donma

temperaturunu aşağı salır. Əgər birləşmə suyun iştirakı ilə iki ion verirsə, onda tam dissosiasiya etməyən maddələrin məhlullarının donma temperaturundan 2 dəfə çox olur. Əgər məhlulda 3 ion əmələ gəlersə, donma temperaturu 3 dəfə çox azalır və s.

KİMYƏVİ DİNAMİKA

1888-ci ildə Osvald elektrolitlər üçün durulaşdırma qanununu verir. Arreniüs nəzəriyyəsi, elektrolitlərin elektrik keçiriciliyini ionlara dissosiasiyası ilə izah edir. Əgər birləşmə su da dissosiasiya etmirsə, onda məhlulun keçiriciliyi sifra bərabər olur.

Tam dissosiasiyaya maksimal keçiricilik uyğun gəlir. Beləliklə, dissosiasiya ilə keçiricilik düz mütənasibdir. Əgər ν - durulaşdırma həddinə μ_0 keçiriciliyi, tam dissosiasiya halına isə μ_{00} keçiriciliyi uyğun gəlersə, onda

$$\alpha = \frac{\mu_0}{\mu_{00}}$$

Tutaq ki, V həcmində N qram-molekul elektrolit həll edilib. Əgər αN molekul ionlaşıbsa, $(1-\alpha)N$ molekul isə ionlaşmayıbsa, onda

$$K = \frac{1}{\nu} \cdot \frac{\alpha N \cdot \alpha N}{(1-\alpha)N} = \frac{N}{V} \frac{\alpha^2}{1-\alpha}$$

K - elektrolitik dissosiasiya sabitdir.

$$\frac{N}{V} = c = \frac{1}{\nu}$$

ν - durulaşdırmanı ifadə edir, yeni bir qram-molekul elektrolitin həll olduğu litrlərin sayı i buradan

$$K = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)\nu}$$

Brediqin göstərdiyi kimi, Osvaldın durulaşdırma qanunu zəif dissosiasiya edən elektrolitlər üçün də doğrudur.

Qüvvətli elektrolitlər üçün Rudolfi aşağıdakı ifadəni

$$K = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)\sqrt{\nu}};$$

Vant-Hoff isə

$$K = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)^2 \nu}$$

ifadəsini təklif edib.

LE-ŞATELYE PRİNSİPI

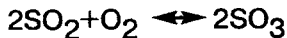
Təzyiqin kimyəvi reaksiyalara təsirini nəzərdən keçirdikdə, Le-Şatelye müəyyən etdi ki, tarazlıqda olan sistemə hər hansı bir amil təsir edərsə, tarazlıq həmin təsiri zəiflədən reaksiya istiqamətində yerini dəyişir. On il sonra Vant-Hoff tarazlıqda olan sistemə temperaturun təsirini belə ifadə edir: temperaturun artması tarazlığı istiliyin udulması ilə gedən reaksiya istiqamətinə yönəldir; temperaturun azaldılması isə tarazlığı istiliyin ayrılması ilə gedən reaksiya istiqamətinə yönəldir.

Hərəkətdə olan tarazlıq prinsipi, bir sıra reaksiyaların tədqiqi üçün təməl oldu. Həmin dövrdə bu prinsipə əsaslanaraq sonradan kimya sənayesi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən bir sıra proseslər öyrənildi. Qan, tarazlıqda olan

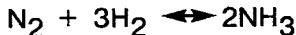


reaksiyasında tətbiq edilmiş qaz qarışığını dispers platina yerləşdirilmiş, qızdırılmış kvarts və ya farfor borudan keçirərək, bu prosesi tədqiq etmişdir.

Bodenşteyn və Pol

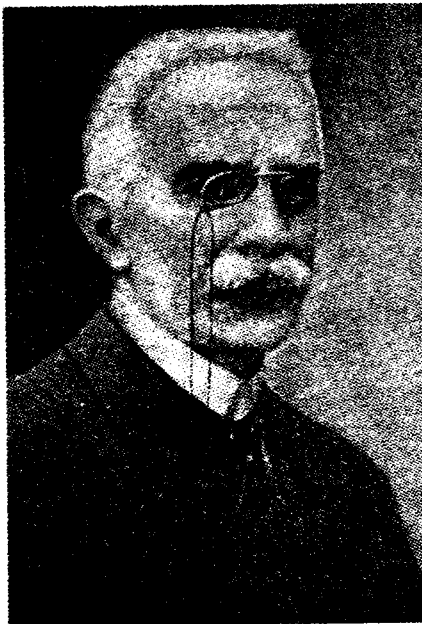


reaksiyasını, Qaber isə sənaye üçün çox əhəmiyyətli olan



reaksiyasını öyrənmişdir. Qaberin tədqiqatları nəticəsində ammonyakın sənaye miqyasında istehsalı mümkün olmuşdur.

Dikon prosesinin əsasını təşkil edən



Anri Le Şatelye (1850-1936).

reaksiyası, kütlələrin təsiri qanununun termodinamiki nöqtəyi-nəzərdən sübutu üçün böyük əhəmiyyətə malik olmuş və bu Falkenşteyn tərəfindən təcrübi olaraq öyrənilmişdir. Əldə edilmiş nəticələr kütlələrin təsiri qanununun və energetik qanunların düzgünlüyünü təsdiq etmişdir.

1788-ci ildə Bleqdenin nəzər diqqətini cəlb edən hadisələrdən biri-həlledicinin donma temperaturunun aşağı düşməsinin həll olan maddənin miqdarı ilə düz mütənasib olması idi. Sonradan Depre, Ryudorf və de Koppe qatı duz mə-

hlullarının donma temperaturalarını və onların maksimal sıxlığını öyrəndikdə müəyyən ediblər ki, Bleqdenin qanunu əsasən özünü doğruldur. 1882-86-cı illər ərzində Raul, su və başqa həlledicilərdə həll olmuş üzvi maddələrin donma temperaturunun aşağı düşməsinə təsirini tədqiq edərək böyük əhəmiyyət kəsb edən nəticəyə gəlmişdir. O, 1000 q həlledicidə

1 q maddə həll etdikdə donma temperaturunun aşağı düşməsinə A ilə, həll edilən maddənin molekulyar kütləsini M ilə işarə edərək, $L = M \cdot A$ ifadəsini təklif etmişdir. Burada L - həlledicinin donma temperaturunun molekulyar kiçilmə nöqtəsidir. Raul müəyyən etmişdir ki, müxtəlif maddələrin duru məhulları üçün bu təxminən sabit bir kəmiyyətdir.

L/M olan nisbəti həlledicinin təbiətindən asılı deyil. 1000 q həlledicidə hər hansı bir maddənin 1q-molu həll edildikdə, donma temperaturu eyni miqdarda aşağı düşür. 1882-ci ildə Raul qanunu kimi müəyyən edilmiş bu qanun əsasında həll olan maddənin molekulyar kütləsini (əgər həlledici ilə həll olan maddə arasında heç bir krioskopik anomaliya yoxdursa) təyin etmək olar. Molekulyar kütləsinin göstərilən qayda üzrə krioskopik üsul ilə təyini, praktikaya 1888-ci ildə Erns Bekman tərəfindən daxil edilib.

FAZALAR QAYDASI

Kimya üçün əhəmiyyətli olan problemlərdən biri də heterogen tarazlıqdır. Bu problemin həllində Amerika riyaziyyatçısı U. Hibbsin 1878-ci ildə təklif etdiyi fazalar qaydasının böyük rolu olmuşdur. Geniş miqyasda tətbiq sahəsinə malik olan bu qayda nəzəriyyə əhəmiyyətinə malikdir. Fazalar qaydasının köməyi ilə verilmiş sistemdə fazaların miqdarı və komponentlərin sayı arasında olan tarazlığın şərtlərini müəyyən etmək olar. Faza kimi, Hibbs, sistemin mexaniki yolla ayrılabilən və fiziki cəhətdən homogen olan hissəsini nəzərdə tuturdu. Məsələn, qaz qarışığı, homogen məhlul kimi bir fazanı təşkil edir. Sistemin komponentləri onun ehtiva etdiyi hissəsidir ki, onların qatılığı müxtəlif fazalarda heç bir faktordan asılı olmayaraq dəyişikliklərə məruz qala bilsin.

Hibbs nəzəriyyəsi sistemə və əsasən də termodinamik mülahizələrə əsaslanır.

Fizika sahəsində eksperimental tədqiqatlar üçün Hibbs nəzəriyyəsinin əhəmiyyəti Van-der-Vaalsın əməyi sayəsində mümkün olmuşdur. Onun təsiri altında XIX əsrin sonunda Vant-Hoff və Rozebom fazalar qaydasını iki və üç komponentli sistemlərdə, tarazlığın nəzəri və eksperimental tədqiqində tətbiq etmişlər.

Sonradan Sxreynemakers bu tədqiqatları dörd komponentli sistemlərə və onların qrafiki təsvirinə yönəlmişdir. XX əsrin əvvəllərində fazalar qaydası üzrə tədqiqatlar davam etdirilmiş və bu nəzəriyyə təkcə duz və sulu məhlullardakı birləşmələr arasındakı tarazlığın öyrənilməsində yox, eyni zamanda qeyri-üzvi birləşmələrin, üzvi maddələrin və metal qarışıqlarının ərintilərinin bərkimə prosesinin tədqiqi zamanı tətbiq edilmişdir.

TERMİKİ ANALİZ

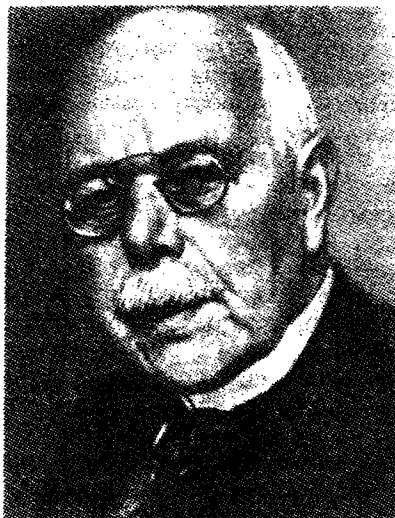
Metalların xəlitələrdə özünü aparmasının dəqiqləşdirilməsi və tədqiqi üçün, Tammanın təklif etdiyi termiki analiz üsulunun böyük əhəmiyyəti vardır. Çoxsaylı bərk məhlulların, eyni zamanda intermetallik birləşmələrin əmələ gəlməsi zamanı metallara xas olan xüsusiyyətlərin öyrənilməsi metal ərintilərinin tədqiqi üçün vacibdir. Bu maddələr adi kimyəvi birləşmələrdən fərqlənirlər. Onların quruluşu sonradan elektron nəzəriyyəsi əsasında izah edilmişdir.

Kurnakov, bertolidləri, dəyişkən tərkibə malik olan kimyəvi fərd kimi müəyyən etmişdir. Bunlar elə fazalardır ki, onların xassələrini ifadə edən əyriyə üzərində sinqulyar və ya dalton nöqtələri yoxdur. Uzun müddət ərzində metal ərintilərində və bəzi mürəkkəb silikatlarda bertolidlərin mövcud olması qəbul edilirdi. Hal-hazırda onları "daxilolma birləşmələri" kimi nəzərdə tuturlar.

NERNST VƏ ONUN TƏDQIQATLARI

Qeyd edildiyi kimi, termodinamikanın ilk iki başlanğıcı, kimyəvi reaksiyalarda (xüsusən də qazlar arasında) tarazlığın yerdəyişməsinə tam aydınlaşdırmaq üçün kifayət etmir.

Hibbs və Helmholtzs bu iki prinsipi birləşdirərək belə nəticəyə gəldilər ki,



Valter Nernst (1864-1941).

$$A-U = dA/dT,$$

burada A - mütləq temperaturda izotermik prosesdə görülə bilən maksimal işdir, U - sistemin tam enerjisinin azalmasıdır. Bu tənliyin köməyi ilə reaksiyanın istilik effektivinə əsasən, temperaturdan asılı olaraq, kimyəvi reaksiya tarazlığının yerdəyişməsinə müəyyən etmək olar. Bununla belə, tənlik, nə tarazlıq sabitinin, nə də ki, tarazlığın mütləq vəziyyətini təyin etmək üçün imkan yaratmır. Tarazlıq sabiti üçün təklif edilən tənlik,

$$\ln k = - U/RT + I$$

I - inteqral sabitini daxil edir. Onu isə termodinamikanın ilk iki prinsipi əsasında müəyyən etmək mümkün deyil.

Əgər maksimal iş prinsipi doğru olsa idi, onda $A = U$ bərabərliyi təin olunmalı və buradan da

$$dA/dT = 0 \text{ və } dU/dT = 0.$$

Bu prinsipə əsasən, U temperaturdan asılı olmamalıdır, bu isə yalnız kondensləşmiş sistemlər üçün təmin olunur. Maye və qaz aqrekat hallarında olan maddələrin qarşılıqlı təsiri zamanı, ilkin və son reaksiya məsullarının xüsusi istilik tutumları arasındakı fərqin olması ilə əlaqədar olaraq, U, temperaturdan asılı olaraq dəyişir.

1906 - cı ildə Nernst $\lim dA/dT = \lim dU/dT = 0$ ifadəsini təklif edir və beləliklə termodinamikanın üçüncü prinsipinin əsasını qoyur. Bunu aşağıdakı kimi ifadə etmək olar - "A və U yalnız mütləq 0 temperaturunda deyil, həm də mütləq sifra yaxın olan temperaturlarda da bərabərdir." Termodinamikanın digər prinsiplərinə uyğun olaraq, Nernst postulatı - "Maddəni mütləq sifir temperaturuna qədər soyutmağa qadir olan istilik maşını qurmaq mümkün deyil"- kimi səslənir. Bu postulatın ümumi şəkildə ifadəsini Plank vermişdir - kimyəvi cəhətdən homogen kondensləşmiş sistemin entropiyası, mütləq sifir temperaturunda sifra bərabərdir.

Nernst teoreminin köməyi ilə, tək-cə termiki göstəricilər əsasında oxşarlığın (qohumluğun) hesablanmasını və buxar təzyiqi ilə temperatur dəyişikliyinə görə l sabitini təyin etmək olar. Bu teorem, hər bir temperaturda, hər hansı bir qaz qarışığının tərkibini müəyyən etmək üçün imkan yaradır.

Öz teoreminin eksperimental təsdiqi üçün, Nernst, aşağı və yüksək temperaturlarda xüsusi istilik tutumlarının müəyyən edilməsi üçün incə tədqiqat üsulları təklif etmiş, qaz tarazlığını öyrənmiş və bərk aqrekat halında, hətta ən kənar şərtlər daxilində elektrik hərəkət qüvvəsini təyin etmişdir. Ən aşağı temperaturlar üçün vakuum kalorimetri və çox yüksək temperaturlar üçün təklif edilmiş partlayış üsulu, termodinamikanın üçüncü başlanğıcının doğruluğunu eksperimental olaraq sübut etmişdir.

SƏNAYE KİMYASI DÖVRÜ

XVIII əsrdə kimya ilə müxtəlif sənətkarlıq növləri arasında sıx əlaqə yarandı. Kimyaçılar, burjuaziyanın nümayəndələri kimi, sənətkarların istehsal üsullarını gizli saxlamalarına və tam empirik (təcrübi) tədqiqatlarına qarşı çıxırdılar.

Onlar, təcrübə və dərrakə üzərində qurulan istehsal üsullarının inkişafına tərəfdar olaraq, praktiki işlərin məhdudlaşdırılmasının əleyhinə çıxış edirdilər.

XVIII əsrin ikinci yarısında sənayedə "inqilabi" adlanan dövr başlandı. Bu dövrdə əl əməyinə əsaslanan manufakturdan maşınların tətbiqinə keçildilər.

Kimya sənayesində inqilab metallurgiyada, sulfat turşusu, soda, xlor, boya maddələrinin istehsalında yeni üsulların tətbiq edilməsi ilə əlaqədar oldu.

Bu dövrdə kiçik bir zaman ərzində pambıq liflərin və ip-lik parçaların istehsalı xeyli artdı. Bu səbəbdən toxuculuq sənayesində maşınların tətbiqi çox böyük nailiyyət oldu. Lakin sənətkarlar gildiyası sənaye proseslərinin təkmilləşdirilməsinə qarşı çıxır, ixtiraçıları izləyərək, onların yaratdığı dəzğahları dağıdırdılar.

XVIII əsrin son rübündə, toxuculuq sənayesinin inkişafı ilə əlaqədar olaraq, sulfat turşusuna, sodaya, xlorla olan tələbat kəskin surətdə artdı. Bu toxuculuq məmulatlarının, xüsusən də pambıq parçaların təmizlənməsi ağırdılması və rənglənməsi ilə əlaqədar idi.

Inkişaf prosesinin ilk dövründə kimya sənayesində istehsal, yeni müəssisələrin açılması hesabına artırdı. Məsələn, bu dövrdə şimali İngiltərədə on beş sulfat turşusu istehsal edən müəssisə fəaliyyət göstərirdi. Yüz il sonra isə bir iri firma bu sahədə hökmranlıq edirdi. Bütün bunlar kapitalist iqtisadiyyatında baş verən dəyişikliklər ilə bağlı idi.

XIX əsrin əvvəllərində orta və ali ixtisas təhsilli kimyaçı kadrlar sənayedə çox az rast gəlirdi. Artıq yüz ildən sonra isə

bu kadrlar sosial təbəqə təşkil edərək, müəyyən qüvvəyə malik idilər. Onlar laboratoriyalara, şöbələrə, müəssisələrə rəhbərlik edir, sahibkarlar isə bu kadrlar ilə müqavilələr bağlayırdılar. Müqavilələrin şərtlərinə görə, mütəxəssislərin gəlirdə payları olurdu.

Sənayenin inkişafı artmaqda olan tələbatı təmin etmək üçün yeni və effektiv üsulların tətbiqini labüd edirdi. Bu məqsədlə sahibkarlar böyük məbləğdə xərc çəkir və beləliklə də, kimya və texnologiyanın inkişafı üçün əsas yaradırdılar.

Kimyanın tükənməz miqdarda olan proses və üsullarını nəzərə alaraq, yalnız bəşəriyyət tarixinin inkişaf və tərəqqisində xüsusi əhəmiyyət kəsb edən müəyyən kimyəvi prosesləri nəzərdən keçirək.

Sulfat turşusunun istehsalı. Sulfat turşusu təkcə toxuculuq sənayesi üçün yox, ümumiyyətlə, kimya sənayesinin demək olar ki bütün sahələri üçün əhəmiyyət kəsb edən ən mühüm maddələrindən biridir. Onun kimya üçün əhəmiyyətini, metallurgiyada filiz və kömürün əhəmiyyəti ilə müqayisə etmək olar.

XIX əsrdə elmin və texnikanın tərəqqisi, sulfat turşusu istehsalının da təkmilləşməsinə gətirib çıxartdı. İlk növbədə çox baha olan şüşə balonlar, qurğuşun kameralar ilə əvəz olundu. Bundan sonra reaksiyaların mexanizminin öyrənilməsi və prosesin təkmilləşdirilməsi başlandı. Müəyyən olundu ki, prosesin fasilələrlə işləməsi onun səmərəsini azaldır və bu halda çox baha olan şoranın məsrəfi artır.

1793-cü ildə N.Kleman və Ş.Doorm müəyyən etdilər ki, şora kükürd 6-oksidin əmələ gəlməsində yalnız katalizator rolunu oynayır. Oksidləşmə prosesini isə yalnız havanın oksigeni aparır. Bunların əsasında XIX əsrin əvvəllərində sulfat turşusunun sintezi üçün fasiləsiz kamera üsulu işləndi. Üsulun əsas müsbət cəhətlərindən biri prosesdə şoranın az miqdarda sərf edilməsi idi.

1827-ci ildə prosesin daha da təkmilləşdirilməsi, Gey-Lüssaqın, nitroz qazlarının udulması üçün xüsusi qurğunun təklif etməsi ilə bağlı oldu. Sonralar bu qurğu Gey-Lüssaq qülləsi adlandırıldı. Odadavamlı materialdan tikilmiş bu qüllədə azot oksidləri, yuxarıdan tökülən "kamera turşusu" ilə uduur və proses yenidən təkrar olunurdu.

XIX əsrin ikinci yarısında, 1860-cı ildə Qloverin təklifi ilə sulfat turşusunun istehsalı prosesi yenidən təkmilləşdi. Onun qurduğu qüllədə qızdırılmış kükürd 4-oksidi, nitrozilsulfat və kamera turşusunun qarışığı ilə rastlaşır. Burada kükürd 4-oksidi, azot oksidlərinin hesabına oksidləşir və sulfat turşusunun qatılığı artaraq 80%-ə çatır. Bütün bu yeniliklər, qurğuşun kameralarda sulfat turşusu istehsalında baş verən kimyəvi proseslərin öyrənilməsi nəticəsində yaranmışdır.

Kimyaçı alimlər E.Peliqo, K.Vinkler, Q.Lunqe, F.Raşiq kükürd 4-oksidi, hava, su və "nitroz" qazları arasında baş verən proseslərin mexanizmini öyrənmişlər. Təkmilləşmiş sulfat turşusu istehsalında çevrilmələrin gedişi "kamera" qazlarının analizi ilə daim nəzarət altında saxlanılırdı.

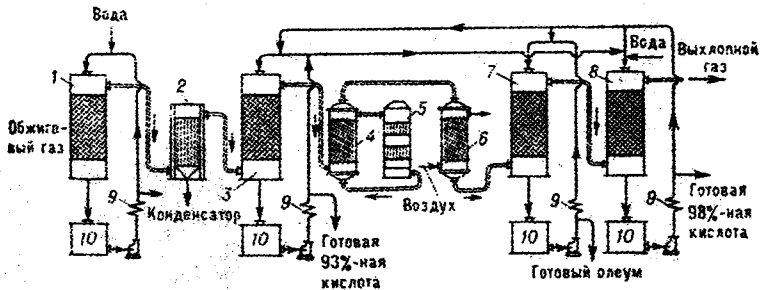
Bütün bu təkmilləşmələrin nəticəsində sulfat turşusunun alınması prosesi aşağıdakı kimi gedirdi. Əvvəlcə dəmir kolçedanı 400-500°S temperaturda yandırılırdı. 7% kükürd 4-oksidi saxlayan qaz, toz və qarışıqlardan təmizlənərək, şamot ilə doldurulmuş Qlover qülləsinə yönəldilir. Qlover qülləsində qaz qarışığı, Gey-Lüssaq qülləsindən daxil olan nitrozil sulfat turşusundan, yeni azot oksidləri ilə qarışdırılmış sulfat turşusundan əks axın ilə keçirilirdi. Beləliklə, qaz, azot oksidləri ilə zənginləşir və qurğuşun kameralara daxil olurdu. Bu kameralara eyni zamanda su da daxil olurdu. Azot oksidlərinin katalitik xassələri hesabına, birinci kamerada 80°S, ikinci kamerada isə 50°S temperaturda kükürd 6-oksidi sintezi gedirdi. Kükürd 6-oksidi suda həll olaraq, sulfat turşusuna çevrilirdi. "Kamera" turşusu (50-70% sulfat turşusu), qurğuşun kameraların aşağı hissəsində toplanaraq, qurğuşun boruların köməyi ilə daim oradan çıxarılırdı. Üçüncü kamerada soyudulmuş nitroz qazları, Gey-Lüssaq qülləsinə yönəldilir, orada əks

axınla gələn sulfat turşusu ilə udularaq, "nitroz" turşusunu əmələ gətirirdi. Bu turşu "kamera" turşusu və sərf olunan azot oksidlərini tamamlamaq üçün əlavə olunan nitrat turşusu ilə qarışaraq, yenidən Qlover qülləsinə yönəldilir və yuxarıda təsvir edilən proses təkrar olunur. Beləliklə, sulfat turşusunun alınma prosesi fasiləsiz olaraq, bir neçə il davam edir.

"Kamera" turşusu, superfosfatın, ammonium və natrium sulfatın, xlorid turşusunun sənayedə istehsal edilməsi üçün istifadə edilirdi. O, eyni zamanda metalların təmizlənməsi və çili şorasından nitrat turşusunun alınması proseslərində də tətbiq edilirdi.

Boya və partlayıcı maddələrin, neft məhsullarının istehsalı üçün sulfat turşusunun qatılığı müxtəlif üsullarla 96%-ə qədər artırmaq lazım gəlirdi. Həmin dövrdə sulfat turşusunun ingilis "kamera" üsulu sintezi ilə yanaşı, qatı sulfat turşusunun (oleumun) "sakson" üsulu ilə istehsal prosesi də mövcud idi.

1831-ci ildə P.Filips müşahidə etmişdir ki, kükürd 4-oksidi ilə hava oksigeninin ekvivalent nisbətdə qarışığını közərdilmiş platin, və ya başqa davamlı materiallardan hazırlanmış borudan keçirdikdə, onlar dərhal reaksiyaya daxil olurlar. Bu halda boruda az miqdarda platinin olması vacib faktordur. Əmə-



Sulfat turşusunun istehsalı

lə gələn kükürd 6-oksidi, qurğuşun ilə tikilmiş və şamot ilə doldurulmuş qüllədə, əks axın ilə hərəkət edən su ilə udulur. Bu üsul laboratoriya şəraitində asanlıqla yerinə yetirilirdi. Lakin sənaye miqyasında bu prosesi həyata keçirmək mümkün

olmadı. 1875-ci ildə K.Vinklerin apardığı tədqiqatlara əsaslanaraq, həmin əsrin 90-cı illərində R.Kinç, BASF firmasının direktoru Q.Fon Brunkun rəhbərliyi altında sulfat turşusunun istehsalı üçün səmərəli üsul işləyib hazırladı. R.Kniç çoxsaylı və uzunsürən təcrübələr əsasında platina katalizatorunun zəhərləyici maddələrini müəyyən etdi. Bu arsenin birləşmələri idi. Yeni təmizlənmə üsulunun tətbiqi, optimal temperatur, katalizator ilə qarşılıqlı təsir müddətinin təyini, yüksək çıxımla sulfat turşusunu istehsal etməyə imkan verdi.

XX əsrin əvvəllərində, sulfat turşusunun kontakt üsulu ilə alınmasının tətbiqi hesabına, BASF konserni bir sıra başqa kimyəvi birləşmələrin sintezi üçün müasir istehsal sahələrinə yiyələnmə bildi.

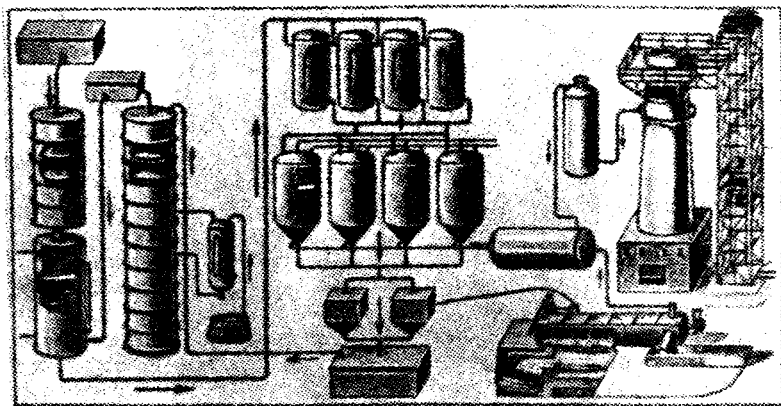
Kontakt üsulunun da birinci mərhələsi kamera prosesindəki kimi - kükürlü filizin xırdalanması və yandırılması idi. Sonra əmələ gələn qaz qarışığı toz uducu kameralarda əsaslı surətdə təmizlənirdi. 1906-cı ildən başlayaraq, qaz qarışığı həm də sabiyyüknşt cərəyan mənbəyi sahəsindən də keçirilirdi. Bu zaman elektrofiltirasiya hadisəsi baş verirdi. Təmizlənmiş qaz skrubberdən (yuyucu) keçərək, quruducu, sonra isə qızdırıcı qüllələrə daxil olurdu. Qızdırıcı qüllədə qaz qarışığı prosesin temperaturuna qədər (420-445°S) qızdırılırdı. Son qüllədə kükürd 4-oksidi, tor şəklində olan platin filtdən keçərək, kükürd 6-oksidi oksidləşirdi. Sonra kükürd 6-oksidi 40-60°S temperaturna qədər soyudularaq, 98%-li sulfat turşusu ilə doldurulmuş uducu qülləyə daxil olurdu. Proses nəticəsində "tüstülənən" sulfat turşusu əmələ gəlir və xüsusi qablarında toplanırdı. Beləliklə, istehsal prosesi uzun illər ərzində fasiləsiz davam edirdi. Əlbəttə ki, proses şərh olunan sadələşmiş sxemdən çox mürəkkəb idi. Qurğular nəhəng və bahalı idi. Uzun müddət işləmədikdə, bəzən isə təcrübə aparılan zaman dağılırdı.

Artıq XX əsrin əvvəllərində sulfat turşusu istehsalında kükürd 6-oksidi kontakt üsulu ilə alınırdı. 1912-ci ildə sulfat turşusunun 60% belə "anhidrid" üsulu ilə sintez edilirdi. Beləliklə, dünya bazarında sulfat turşusunun qiyməti aşağı

düşürdü. Bu üsul, anilin boya istehsalı üçün çatışmayan qatı sulfat turşusunu verdi və kimya ilə bağlı sənaye sahələrinin geniş miqyasda inkişafı üçün imkan yaratdı.

Soda sənayesi. N.Leban, soda istehsalı üçün geniş yayılmış xammala əsaslanan kamil bir üsul təklif etdi. Bu üsula əsaslanaraq soda istehsal edən müəssisələr böyük gəlir əldə etmişdilər.

Artıq 1810-cu ildə fransız soda fabrikləri bu məhsula olan tələbatı tam ödəmişdilər. Bu istehsalın əlavə məhsulları olan, hidrogen xlorid və kalsium sulfid ballast olub, istifadə olunmurdu. Eyni zamanda əmələ gələn turş qazlar ətraf mühitə dağıdıcı təsir göstərirdilər.



Soda istehsalı (Solve üsulu ilə)

Bu maddələri zərərləşdirmək və ya onlar üçün tətbiq sahəsi tapmaq istiqamətində işlər aparılmağa başlandı. İlk nailiyyətləri 1836-cı ildə H.Qossaj əldə etdi. O, qapaqlı sobalardan istifadə edərək əmələ gələn "duzlu" qazı, yəni hidrogen xloridi koksla doldurulmuş qüllələrdə su ilə udurdu. Bu üsulla alınan xlorid turşusu yapışqan istehsalında istifadə edilirdi.

1867-ci ildə alman kimyaçısı V.Veldon xlorid turşusu üçün yeni tətbiq sahəsi tapdı. O, pirolüzitin (MnO_2) təsiri ilə hidrogen xloridi xlorə qədər oksidləşdirirdi. Beş ildən sonra Q.Dikon üzərinə $CuSO_4$ hopdurulmuş, yüksək temperatura qədər qızdırılmış, böyük məsaməli kömürün katalitik təsiri altında hidrogen xloridi havanın oksigeni ilə xlorə qədər oksidləşmə reaksiyasını kəşf etdi. Bu üsulla alınmış xlor və xlorlu əhəng, XIX əsrin ikinci yarısında toxuculuq sənayesində və kağız istehsalında geniş tətbiq sahəsini tapdı. 1880-ci ildə kalsium sulfiddən kükürdün alınma üsulu kəşf edildikdən sonra, Leblanın təklif etdiyi, sodanın istehsalı üsulu texniki cəhətdən çox səmərəli oldu.

Bu üsulun inkişafı prosesində bir sıra yeni texnoloji avadanlıq yaradıldı. Bunlar - alovlu, mufel və fırlanan sobalar, müxtəlif maddələr üçün buxarlandırıcı və quruducu çənlər idi.

Elə həmin dövrdə, 1860-cı ildə belçikalı sahibkar E.Solve, soda istehsalı üçün yeni sənaye üsulu təklif etdi və bunun üçün kiçik bir fabriki də açdı. Onun üsulu Leblan üsuluna nəzərən daha səmərəli və ətraf mühit üçün az zərərli idi.

XIX əsrin əvvəllərindən başlayaraq kimyaçılar sulfat turşusundan istifadə etmədən, natrium xloriddən natrium karbonat almaq istəyirdilər. 1810-cu ildə A.Frensel, 1830-cu illərdə isə D.Xemminq və Q. Dyuar sodanı, natrium xlorid məhluluna ammoniyak və karbon 4-oksidi təsiri ilə alırdılar. Bu proses ammoniyakın regenerasiya üsulu tapılmadığına görə sənayedə tətbiq edilmirdi.

Nəhayət, E.Solve, ammoniyakın və karbon 4-oksidi qismən regenerasiya üsulunu tapdı və prosesi bütövlükdə fasiləsiz etdi.

Solve bu proses üçün yeni maşın və avadanlıq hazırladı. Çoxillik gərgin zəhmətin nəticəsində o, yüksək çıxımlı natrium hidrokarbonat prosesi üçün optimal şərait müəyyən etdi. Solvenin soda istehsalı üçün təklif etdiyi ammoniyak üsulunun müsbət cəhətləri bunlar idi:

1) bu üsul aşağı temperaturalarda aparıldığına görə daha səmərəli idi;

2) təmizlənmiş xörək duzu əvəzinə, daha ucuz duz qarışığından istifadə etmək olardı;

3) bu üsul az mərhələli idi;

4) sulfat turşusu lazım deyildi;

5) Solve üsulu ətraf mühiti çirkləndirmirdi;

6) yüksək təmizlik dərəcəsinə malik soda alınırdı.

XX əsrin əvvəllərində bütün soda istehsalı Solve üsuluna keçdi.

Artıq XIX əsrin 90-cı illərində Almaniyada sodanın 75%-i bu üsul ilə alınırdı.

1870-ci ildə soda istehsalı -

- İngiltərədə təxminən 255000 t

- Fransada təxminən 155000 t

- Alman gömrük birliyində təxminən 75000 t çatırdı. İngiltərədə 60 soda fabriki eyni zamanda hər il 350000 tondan çox sulfat turşusu istehsal edilirdi.

Qısa bir müddət ərzində dünyanın demək olar ki, bütün ölkələrində Solve üsulu ilə işləyən soda zavodları meydana gəldi.

A.Nobel kimi Solve də dünyanın ən dövlətli və nüfuzlu şəxslərindən biri idi. O, yüksək səviyyədə elmi-texniki avadanlıqla təmin olunmuş elmi-tədqiqat institutu açmış, 1908-ci ildən soda zavodlarında üç növbəli, səkkiz saatlıq iş günü müəyyən etmişdir. Solve konserni, dünyanın ən güclü, inkişaf etmiş kimyəvi kompaniyalarından biridir.

Partlayıcı maddələr. Qara barit əvəzinə effektiv partlayıcı maddələr yaratmaq ideyası, kimyaçıları həmişə yeni bri-zant maddələrinin və onların komponentlərinin axtarışına sövq edirdi.

Belə ki, 1846-cı ildə bir-birindən asılı olmayaraq, X.Şenbeyn və R.Bettqerm tərəfindən nitrosellüloza alındı. Onlar sellülozaya nitrat turşusu ilə təsir edərək, sellülozanın mürəkkəb nitrat efiirlərinin qarışığını aldılar. Bu maddələrə spirt-efir qa-

rışığı əlavə etdikdə kollodiy (aznitratlaşmış sellüoza qarışığı) və həll olmayan nitrosellüloza alınır.

Bir müddətdən sonra bu kəşfin mühüm praktiki əhəmiyyəti müəyyən edildi. Nitrosellülozanın yanması zamanı qara barıt nisbətən altı dəfə çox qaz halında maddə əmələ gəlirdi. Bu maddənin yanma sürəti barıtdan 500 dəfə çox idi. Eyni zamanda onun yanması tüstüsüz və qurumsuz idi.

Hərbçilər və sənayeçilər bu məlumatı həmin anda qeydə aldılar və nitrosellülozanın geniş istehsalı başlandı. 1848-ci ildə Fransada (Le-Burje) nitrosellüloza zavodu



Alfred Nobel (1833-196)

partladı. Tezliklə belə partlayışlar İngiltərədə və Avstriyada da baş verdi. Nitrosellüloza istehsalı dayandırıldı.

Bu dövrdə A.Sobrero qliserinin nirat efirini-nitroqliserini aldı. Maye halında olan bu maddə, həddən artıq partlayıcı, təkana, zərbəyə və ya istiliyə qarşı çox həssas idi.

A.Nobel öz diqqətini bu kəşfə yönəltdi. O, qara barıtı nitroqliserin ilə qarışdıraraq təkana qarşı davamlı, yalnız xüsusi fitilin köməyi ilə partlayan maddə aldı.

A.Nobel, fitil kimi, Libix tərəfindən hazırlanmış guruldayıcı cüvədən istifadə etdi. Bu maddə başqa partlayıcılar üçün də yararlı idi.

A.Nobel nitroqliserin və detonator kapsullarını istehsal etməyə başladı. Hər tərəfdən-hərbçilərdən, partladıcılardan, inşaatçılardan, mədənçilərdən sifarişlər gəlməyə başladı. İstehsalın artması ilə zavodlarda partayışların sayı artır və bu da insan tələfatına səbəb olurdu. Bir sıra ölkələr bu istehsal sahələrini qadağan etmək istəyirdilər.

1866-cı ildə təsadüfən müəyyən edildi ki, gizilqur (gil), nitroqliserini öz kütləsindən üç dəfə çox olan miqdarda qubka kimi udur.

Bu prosesin ən əhəmiyyətli cəhəti o idi ki, əmələ gələn maddə, partlayış təhlükəsi daşımırdı. Onu yalnız xüsusi partlayıcılar vasitəsilə partlatmaq olardı. A.Nobel öz kəşfini dinamit adlandırır. Partlayıcı maddələrin istehsalı yenə də artdı.

Nəhayət, 1875-ci ildə A.Nobel nitrosellülozanı nitroqliserində həll edərək jelatinə bənzər maddə aldı. Yüksək partlayıcı xassələrə malik olan bu maddə "guruldayıcı həlməşik" adlandırıldı. Bu həlməşiyi müxtəlif maddələrlə qarışdıraraq A.Nobel, tüstüsüz bəzi "ballistit" aldı və 1888-ci ildə onun kəşfi patentləşdirildi. Nobelin dinamit zavodları, qısa müddət ərzində dünya bazarını öz əlinə keçirdi.

Sülhün əsas tərəfdarlarından biri olan Nobel ümid edirdi ki, onun yaratdığı partlayıcı maddələr müharibə məqsədilə istifadə olunmayacaq.

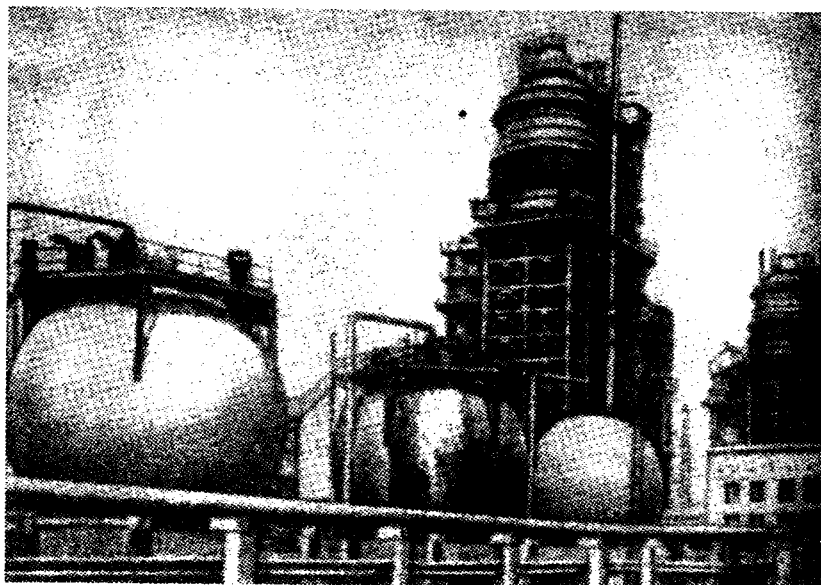
Ölümündən iki il əvvəl Nobel xüsusi fond təsis edərək, bütün var-dövlətini ora keçirdi. Bu fond əsasında Nobel beş dünya mükafatı təyin etdi:

- 1) sülh mükafatı
- 2) ədəbiyyat sahəsində mükafat
- 3) fizika sahəsində mükafat
- 4) kimya sahəsində mükafat
- 5) tibb (və ya fiziologiya) sahəsində mükafat.

Mineral gübrələr. XVIII əsrdən başlayaraq, aqronomlar, kimyaçılar və dövlət başçıları torpağın məhsuldarlığını artırmaq məqsədilə daim çalışırdılar.

Əkin torpaqlarının və orada yetişdirilən mədəni bitkilərin tərkibinin tədqiqi, Libixi belə bir nəticəyə gətirdi ki, bitkilər bir sıra qeyri-üzvi birləşmələri udurlar. Belə maddələr sırasına karbon qazı, ammoniyak, su, fosfat, sulfat və silikat turşuları,

kalsium, maqnezium oksidi, kalium və dəmir daxil idi. Eyni zamanda o, müəyyən etdi ki, əkin sahələrindən məhsul yığımının sayı artıqca, torpaq zəifləyir, yəni onda olan bu maddələrin ehtiyatı azalır. Torpağa verilən peyin, bu bitkiləri tam şəkildə təmin edə bilmir. Buna görə də Libixin fikrinə belə torpaqlara kimya zavodlarında sintez edilmiş, tərkibində lazımi elementlər olan, maddələr əlavə edilməli idi.



Gübrə istehsalı

1840-cı ildə Libix "Üzvi kimya və onun kənd təsərrüfatı və fiziologiyaya tətbiqi" adlı kitabı dərc edildi. Bu əsərdə o, aqrokimyanın əsaslarını şərh etmişdir. Libix sümüklərdən fosfor gübrələrini alırdı. Az müddətdən sonra, təbii xammal olan kalsium ortofosfata sulfat turşusu ilə təsir etməklə asanlıqla mənimsənilə bilən gübrələr sintez edildi.

Kalium gübrələri ilə də məsələ çox tez həll olundu. Belə ki, daş duzdan xörək duzunu ayırıqda istifadə olunmayan kalium duzları lazımsız maddə kimi atılırdı. Təmizlənmiş kalium duzlarının bir hissəsi xırdalanaraq, gübrə ki-

mi torpağa verilir, digər hissəsi isə kimyəvi çevrilmələrin köməyi ilə qatılaşdırılmış kalium duzları halına salınırdı. Kaliumun xlorid və sulfat duzları kimya sənayesinin mühüm məhsuluna çevrilirdi. Qələvilər və potaş, sabun, boya, şüşə və farforun, kalium nitrat isə barıt və şüşənin hazırlanmasında istifadə olunurdu. İstehsal prosesində əlavə məhsullar kimi brom, kalium bromid, maqnezium xlorid, "acı duz", "qlauber duzu" alınırdı.

Fosfor və kaliumdan başqa, bitkilərə zülalların sintezi üçün azot lazım idi. Bunun üçün gübrə kimi, ammonium və nitrat duzları istifadə olunurdu.

Azotlu gübrələrə və nitrat turşusuna artan tələbatı ödəmək, kimyaçıların öhdəsinə düşmüşdür. Bu səbəbdən atmosferdə olan böyük azot ehtiyatları kimyaçıların nəzər-diqqətini özünə cəlb etdi.

1903-cü ildə Norveçdə, 400°S temperaturda elektrik boşalmaları nəticəsində çox kiçik çıxımla azot 2-oksidi almağa başladılar. Həmin illərdə Almaniyada müəyyən etdilər ki, 1000-1100°S temperaturda, azot kalsium karbidlə reaksiyaya girərək kalsium sianamid əmələ gətirir. Bu birləşmənin su ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində ammoniyak alınır.

XX əsrin əvvəllərində Boş və Qaber, ammoniyakın elementlərdən sintezi üçün effektiv katalizator axtarışına başladılar. Onlar müəyyən etdilər ki, osmium və uran duzlarının katalizator kimi tətbiqi zamanı, 500-600°S temperaturda və 100-250 atmosfer təzyiqdə ammoniyakın sintezi reaksiyasının sürəti maksimal olur. Bu zaman son məhsulun çıxımı 6%-ə çatırdı.

BASF konserni dərhal osmiumun bütün dünya ehtiyalarını ələ keçirərək, 400000 marka pul xərclədi.

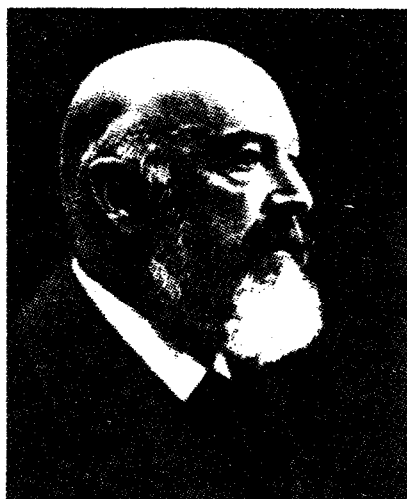
Lakin effektiv katalizatordan əlavə, proses üçün optimal şərait də müəyyən edilməli idi.

1911-ci ildə ammoniyakın sintezi üçün artıq kiçik təcrübə qurğu tikilmişdir. 1915-ci ildə BASF konserninin zavodu gündə 10 tona qədər ammoniyak sintez edirdi. Ammoniyak təkcə gübrələrin deyil, eyni zamanda partlayıcı maddələrin sin-

tezi üçün istifadə edilirdi.

Qaber, Boş və Mittaşın tədqiqatlarının nəticəsi olaraq, atmosfer azotundan ammoniyakın bütün xalq təsərrüfat əhəmiyyətli birləşmələrini almaq mümkün oldu.

Boya maddələrinin sintezi. Bir çox maddələrin quruluşunun, xassələrinin, laboratoriya miqyasında alınma üsullarının tədqiqi üzvi kimyanın inkişafına səbəb oldu. Üzvi boyaların sintezi bu inkişafın əsas nəticələrindən biri idi.



A.Bayer (1835-1917)

Sənaye miqyasında geniş yayılmış qırmızı krapp və göy rəngli indiqonu uyğun bitkilərdən ənənəvi alınma üsullarını, 1870-1900-cü illərdə sintetik üsullar ilə əvəz etdilər.

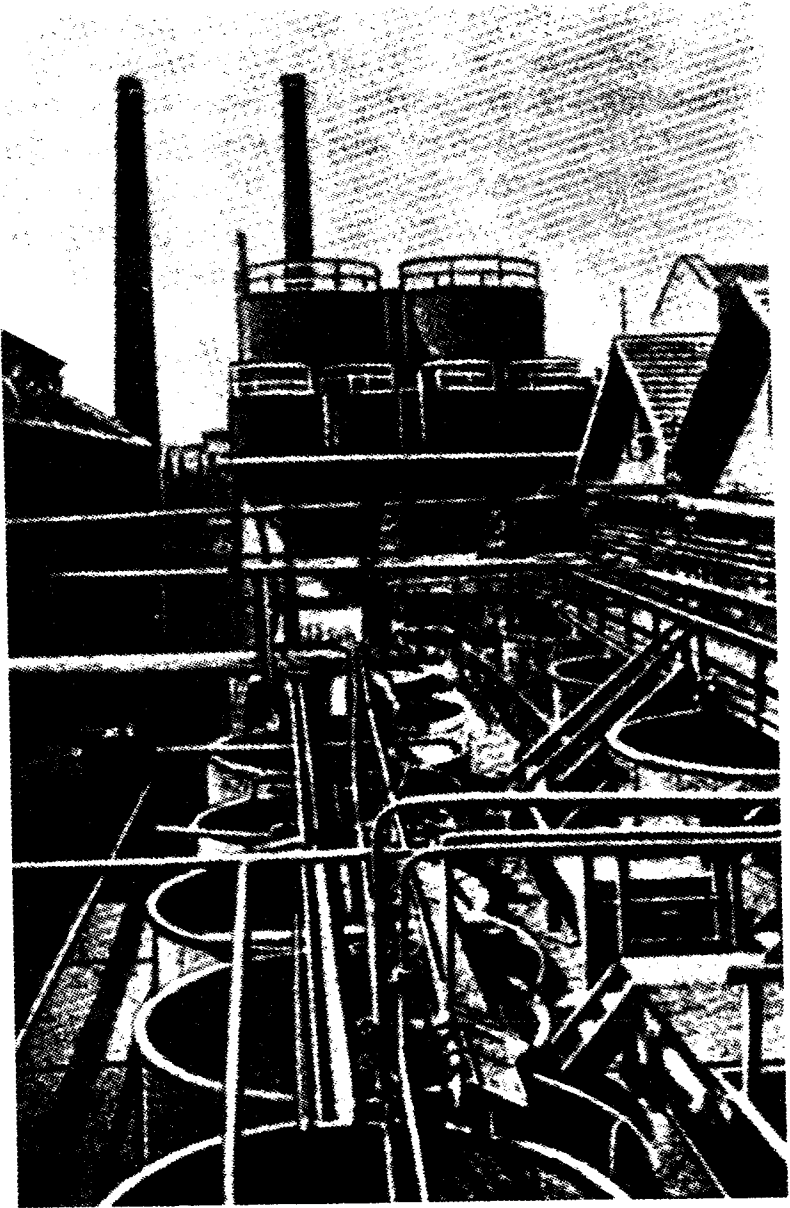
1856-cı ildə A.Hofman, toluidin saxlayan təmizlənmiş anilinə karbon 4-xlorid ilə təsir edərək "qırmızı anilin" adlanan boya maddəsini aldı. E.Verqin bu boyanı sintez edərək fuksin adlandırdı (qırmızı rəngli fuksiya bitkisinə uyğun). Sonralar anilinün başqa törəmələri də alındı. Belə maddələrə misal olaraq "metil bənövşəyi",

"yaşıl-malaxit", "mavi anilin" boyalarını göstərmək olar.

Bir qədər sonra anilin boyaları sırasına başqa sinif birləşmələr də qoşuldu.

1858-ci ildə P.Qriss aromatik aminlərə nitrat turşusu ilə təsir edərək diazobirləşmələr aldı. Daha sonra bir-birinin ardınca sənaye üsulu ilə bir neçə yeni azoboya sintez edildi.

XIX əsrin 80-ci illərində benzidin və başqa diaminlərdən tetraazoboyalar-"qırmızı konqo" və ya "xrizalin" aldılar. Bu



Anilin boyalarının istehsalı (1910)

boyalar ilə pambıq parçaları rəngləmək üçün, onlar əvvəlcədən kimyəvi üsul ilə aşılanmalı idi.

Həmin illər ərzində K.Trebe və K.Liberman qırmızı krapın tərkibinə daxil olan əsas komponentlərin quruluşunu müəyyən edərək, 1868-ci ildə qırmızı krappı-alizarini sintez etdilər.

Sintetik yol ilə alınan alizarin, krapp bitkisindən alınandan daha ucuz olduğuna görə, krappın yetişdirilməsi dayandırıldı. Beləliklə, boyaların sintezi getdikcə artırdı.

1867-ci ildə K.Marsius naftalin boyası olan "sarı marsiusu", 1876-cı ildə Q.Karo kükürlü - "metil göy" boyasını sintez etdi. Bu dövrdə təkəcə boyaların şahı olan "indiço" boyası ənənəvi üsul ilə bitkilərdən alınır.

1866-cı ildə A.Bayer indiço boyasının quruluşunu tədqiq etməyə başladı. 1883-cü ildə o, eksperimental işlərini başa vuraraq, sintetik indiçonu sintez etdi. Lakin bu prosesdə son məhsulun çıxımı kiçik olduğuna görə sənayedə tətbiq edilmədi. Yeni sintez üsulları üzərində tədqiqatlar 1897-ci ildə bitdi və BASF zavodlarında katalizator kimi civə duzlarının iştirakı ilə ftal turşusundan "indiço" boyası istehsal edilməyə başladı.

1901-ci ildə BASF konserinin baş kimyaçısı R.Bon yeni sınıf boya sintezinin əsasını qoydu. Bu göy rəngli boyanın adı "indantren" idi. Sonradan "Flavtren" və "pirantren" boyaları da sintez edildi. Bu boyalar işığa və rütubətə davamlı olduqlarına görə istehlakçıların rəğbətini qazanmışdı.

Süni parçalar. Kimyəvi çevrilmələrin köməyi ilə təbii maddələrin analoqlarını almaq arzusu, bu maddələrə olan iqtisadi tələbat, XIX əsrin sonunda kimyada yeni istiqamətin - süni materialların - yaranmasına səbəb oldu.

Toxuculuq sənayesi üçün xammalı (yun, pambıq, ipək) kənd təsərrüfatı verirdi. Hələ bu təbii məhsulların çatışmazlığı hiss olunmurdu. Buna baxmayaraq, kimyaçılar toxuc-

uluq sənayesi üçün yeni daha ucuz ilkin materiallar axtarırdılar. Yalnız XIX əsrin sonunda L.Şerdonne süni materiallar almaq üçün yeni üsul kəşf etdi.

1855-ci ildə müəyyən edildi ki, nitrosellülozanın qatı spirt-efir məhlulunu (kollodiy) nazik deşikli fliyerdən keçirdikdə tez bərkiyən liflər əmələ gəlir. Lakin bu zaman partlayış təhlükəsi var idi.

1891-ci ildə Şardonne Bizansonda süni ipək istehsal edən ilk fabriki açdı. Alınan nitroipək və ipək onun adı ilə adlandı.

1857-ci ildə E.Şveytser müəyyən etdi ki, sellüloza mis 2-hidroksidin ammoniyaklı məhlulunda (Şveytser reaktivi) həll olur. Alınan məhlul süzülür və fliyerdən, içərisində sulfat turşusu, turş duzlar olan, turş çökdürücü qablara keçirilir. Beləliklə, sellüloza sap halına keçirilirdi.

Başqa bir üsul 1865-ci ildə B.Şutserberqer tərəfindən kəşf edildi. Pambığın nazik tükələri katalizator iştirakı ilə susuz sirkə turşusu ilə sirkə anhidridi qarışığında həll edilir və triasetilsellülozaya çevrilir. Sonradan triasetilsellüloza asetil sellülozaya çevrilirdi. 1913-cü ildə asetat ipəyinin istehsalı başlandı.

İngilis alimləri Ç.Kross, E.Biven və R.Bidl viskoz ipəyinin alınma üsulunu hazırladılar. 1892-ci ildə viskoz ipəyi satışa buraxıldı.

Sonralar viskoz saplarından ştapel lifi aldılar. Sellülozanı yumşaldaraq fliyerdən sap və plyenka şəklində buraxırdılar. Satışa bu material sellofan adı ilə verilirdi.

Pambıqdan yox, oduncaqdan alınan viskozanın da böyük əhəmiyyəti var idi. 1930-cu ildə dünya miqyasında süni liflərdən hazırlanmış parçalar içərisində viskoz ipəyinin miqdarı 86%-ə çatmışdı. Digər süni lifər cəmi 14% təşkil edirdi.

Plastik kütlələr. XIX əsrin sonu XX əsrin əvvəllərində plastik kütlələrin-sellüloid, bakelit, qalalit istehsalı başlandı. Bu işlərin əsasını A.Parkes qoymuşdu. Parkes 1865-ci ildə ni-

trosellüloza, spirt, kamfora və gənəgərçək yağının qarışığından ksilonit almışdır. Ondan sonra Uesli Xyat dinitrosellüloza ilə kamforanın qarışığından sellüloid almışdır. Sellüloiddən plyonka, daraq, "plastik şüşə", bərk yaxalıqların hazırlanmasında istifadə edirdilər. 1897-ci ildə kazein ilə formaldehidin polimerləşməsi nəticəsində qalalit aldılar. Qalalit sümüyə bənzər maddə idi. Ondan təbii buynuz, fil sümüyünün, kəhrəbanın, mərcanın əvəzedicisikimi istifadə edirdilər.

1872-ci ildə A.Bayer müəyyən etdi ki, aldehidlərlə fenolun qarşılıqlı təsiri nəticəsində qətrana bənzər maddələr alınır. Lakin bu prosesin elmi mahiyyətini Leo Xendrik açdı. 1906-cı ildə o, fenol və formaldehiddən sintetik qətranlar almağa başladı. Bu qətranlara "bakelit" adı verdilər. Bakelit elektrotexnika, sonradan isə radio sənayesi üçün əvəzsiz material oldu. Plastik kütlələrin (metilpolimetakrilat əsasında) istehsalı qısa müddət ərzində, 1920-30-cu illərdə inkişaf etmiş sənaye sahəsinə çevrildi.

Kauçuk. 1890-cı ildə kauçukun illik istehlakı 27000 t, 20 il sonra 96500 t, daha 10 il sonra isə 342500 t idi. 1903-cü ildə ABŞ-da Henri Fordun avtomobil sənayesi 170000 t kauçuk işlədirdi.

Kimya üçün bu rəqəmlərin çox böyük əhəmiyyəti var idi. Rəqəmlər kauçuka olan artan tələbatı ifadə edirdi. 1768-ci ildə kauçukdan ilk tıxaclar, borular hazırlanmasına baxmayaraq, 1900-cü ilə qədər kauçuk kimyaçıları çox az maraqlandırırdı.

1920-ci ildə Tomas Xenkok, kauçukdan hazırlanmış ilk elastik parça üçün patent aldı. Üç ildən sonra Ç.Makintoş bu parçalardan su buraxmayan şeylər hazırlamağa başladı. Kauçukun işlənməsində Qudir böyük müvəffəqiyyətlərə nail olmuşdur. O, kauçukun isti vulkanlaşma üsulunu kəşf etmişdi. 1846-cı ildə T.Xenkos rezin məmulatlarının, Parker rezinin soyuq vulkanlaşdırma üsulunu işləyib hazırladı. 6 ildən sonra

isə Xenkok ebonit istehsal etməyə başladı. 1896-cı ildə Danlop rezin şinləri kəşf etdi.

Velosiped və avtomobilin kəşfi rezin şinlərə olan tələbatı xeyli artırdı. Bu işə kauçuk sənayesinin və həmin sahədə kimyəvi tədqiqatların genişlənməsinə təkan verdi. Kimyaçılar həm təbii kauçukun keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün xüsusi aşqarlar və həm də sintetik kauçuklar almaq üçün yol axtarırdılar. 1861-62-ci illərdə Ç.Uilyams 32°S temperaturda qaynayan 2-metil-1,3 butadien adlanan karbohidrogeni əldə etdi və onu izopren adlandırdı. Lakin bu maddəyə alimlər ilk əvvəl fikir vermədilər.

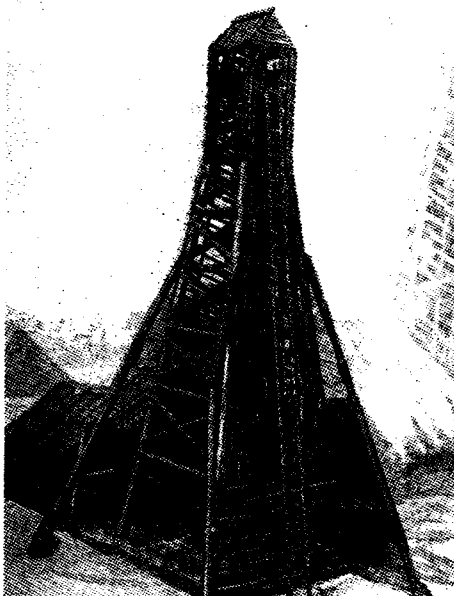
1909-cu ildə F.Hofman ilk sintetik kauçuku dimetilbutadienin qızdırılma şəraitində polimerləşməsindən aldılar. 1913-cü ildə bu üsul ilə istehsal edilən kauçuk xassələrinə görə təbii kauçuka oxşamırdı. Hofman polimerləşmə prosesini sürətləndirən üzvi maddələri tapdı. Onun tədqiqatları 1936-cı ildə Bunun zavodunda istehsal edilən sintetik kauçuk sənayesinin əsasını təşkil etdi. Həmin dövrdən sonra istehsal olunan sintetik kauçuk nəinki təbii kauçuka oxşayırdı, o, həm də xassələrinə görə ondan daha keyfiyyətli idi.

Neft məhsulları. Avtomobil, sonradan isə aviasiya sənayesinin inkişafı yanacağa, sürükü yağlarına olan ehtiyacı xeyli artırmışdı. Dünya miqyasında 1900-cü ildə neft hasilatı 20 mln.t, 20 ildən sonra 27 mln. t, 8 il sonra isə artıq 190 mln. t idi.

Hələ antik dövrdən məlum olan neft, işıq və istilik mənbəyi kimi istifadə olunurdu. Lakin işıqlanma texnikası yalnız 1854-cü ildən sonra nisbətən təkmilləşmişdi. Bu neftin təmizlənməsi və sadə distillə üsulundan sonra kerosinə çevrilməsi ilə əlaqədar idi. On illiklər ərzində kerosin lampası ən geniş yayılmış işıq mənbəyi idi. Kerosin, eyni zamanda, həlledici, texnikada və tibbdə səthlərin təmizlənməsi üçün istifadə olunurdu. Kerosinin geniş miqyasda tətbiqi yəni - avtomobil və

demiryol nəqliyyatı üçün istifadə olunması və sürtkü yağlarına artan tələbat, neft hasilatının artmasına səbəb oldu.

Spirtlərin distillə üsuluna oxşar, neftin qovulma üsulunun inkişafı kerosinin və başqa neft mənşəli maddələrin alınmasına imkan verdi. Neftin aşağı temperaturda qaynayan fraksiyaları əvvəlcə lazımsız sayılırdı. 1900-cü ilə qədər neft distilləsinin ən qiymətli məhsulu, orta fraksiya - kerosin sayılırdı. Kerosin sulfat turşusu, natrium qələvisi və başqa maddələrin köməyi ilə təmizlənirdi.



XIX əsrin neft mədəni

Böyük miqdarda daxili yanma mühərriklərinin, avtomobil, sonralar isə təyyarələrin meydana gəlməsi neft sənayesininə və neftin kimyəvi emalında əsaslı dəyişikliklərə səbəb oldu. Aşağı temperaturda qaynayan neft fraksiyalarının əhəmiyyəti xeyli artdı. Bu fraksiya "benzin" adlandırıldı. 1913-cü ilə qədər benzin yalnız neftin sadə üsul ilə birbaşa qovulmasından alınır.

Bu texnoloji üsul, avtomobil və aviasiya benzinlərinə olan kəmiyyət və keyfiyyət tələblərini ödəmirdi. Təsadüfən vəziyyət köklü surətdə dəyişdi. ABŞ-da Pensilvaniya ştatında mühəndislərdən biri diqqətsizlik üzündən neft çənində temperaturu çox artırdı. Bu diqqətsizliyin nəticəsində məlum oldu ki, temperaturun artması yüngül fraksiyanın miqdarını artırır. Bunun əsasında 1913-cü ildə U.Barton termiki krekinq prosesini hazırladı. Termiki krekinq prosesi yüksək molekullu birləşmələr-



XX əsrin neft mədəni

dən kiçik molekullu birləşməli almağa imkan yaratdı. Bu proses diqqətlə öyrənilməyə və beləliklə də benzin istehsalı xeyli artdı. Az sonra bu proses əsasında alınan doymamış karbohidrogenləri katalitik hidrogenləməyə uğradılar.

Neft ehtiyatı az olan və yaxud nefti heç olmayan ölkələrdə kimyaçılar benzini başqa yanıcı maddələrdən almağa cəhd edirdilər.

F.Bertus maye karbohidrogenləri almaq üçün kömürün təzyiqlə altında hidrogenləmə üsulunu təklif etdi. Bu üsul sənaye miqyasında 1927-ci ildə həyata keçirildi. 1922-ci ildə F.Fişer və Q.Tropsş karbon 2-oksidi hidrogenləmə prosesini öyrənməyə başladılar. Müxtəlif katalizatorların iştirakı ilə normal təzyiqlə və uyğun temperaturda onlar benzin, dizel yanacağı və bərk karbohidrogenləri (parafinlər) aldılar.

Kimya elmində aparılan bir sıra başqa tədqiqatlar da, iri-tonnajlı sənaye sahələrinin inkişafında böyük rol oynamışdır. Belə sənaye sahələrinə misal olaraq, fotoqrafiyanı, vaksinlərin istehsalını, kənd təsərrüfat zərərvericilərinə qarşı mübarizə üçün sintez edilən zəhərli maddələrin, ətirli və aromatik birləşmələrin, vitaminlərin istehsalını göstərmək olar.

XIX əsrin 60-cı illərindən başlayaraq davam edən tarixi dövr ərzində üzvi və qeyri-üzvi kimyanın nəzəri və eksperimental inkişafının nəticələri iri sənaye sahələrinin yaranmasının əsasını qoydu. Bu sənaye sahələrinin elmi bazası və texniki təchizatı yüksək səviyyədə idi.

Kimya sənayesinin inkişafı ilə yanaşı, əsasında kimyəvi üsullar duran bir sıra istehsal sahələri də inkişaf edirdi. Onlara elektrokimya, metallurgiya, kağız, şüşə, yuyucu maddələr, kibrit istehsalını misal göstərmək olar.

Elektrokimya. Elektrik cərəyanının kimyəvi təsiri kəşf edildikdən sonra bəzi alimlər belə hesab edirdilər ki, elektrokimyəvi hadisələrdən yalnız praktiki məqsədlər üçün istifadə etmək olar. Məsələn, duzların parçalanması, natrium və kaliyum qələvi metallarının alınması, metallik alüminiumun ayrılması və s. 1855-ci ildə A.Sent-Kler Devill elektrokimyəvi üsul ilə xeyli miqdarda alüminium aldı. Lakin həmin dövrdə bu üsulun texniki imkanları çox məhdud idi. Alüminiumun qiyməti çox baha idi və ondan yalnız bəzək əşyalarının hazırlanmasında istifadə edirdilər.

Alüminiumun elektrokimyəvi alınma üsulunu 1880-ci ildə biri birindən asılı olmayaraq M.Xollom və P.Eru kəşf etdi. Onlar müəyyən etdilər ki, alüminium oksidi kriolitdə həll olur və ərintinin elektrolizi zamanı təmiz alüminium almaq mümkündür.

Sonrakı onillikdə bir çox ölkələrdə alüminium zaodları tikildi. Artıq 1908-ci ildə yeni üsul ilə dünyada 11 t alüminium, 1913-cü ildə 66700 t, 1928-ci ildə isə 240000 t alüminium istehsal edildi.

Metallurgiya. Metallurgiyada xüsusən də çuqun əridilməsi və mis filizlərinin emalı sahələrindəki təkmilləşmə Bunzenin apardığı işlər nəticəsində başlandı.

Vinkler və Xempel analizləri tez və asanlıqla aparmaq üçün xüsusi cihaz hazırladılar. Aparılan tədqiqatların nəticələri metallurgiya sənayesinə böyük xeyir gətirdi.

Sobaların konstruksiyasının təkmilləşdirilməsi, metalların əridilməsi üçün lazım olan yanacağın qənaət edilməsinə imkan verdi. Eyni zamanda polad əridilməsinin işlənmiş yeni üsulları, onun çoxtonnalı istehsalını mümkün etdi. Bu da öz növbəsində dəmir yol, körpü, avtomobil və başqa maşınların tikilmə templərinin artmasına səbəb oldu.

1856-cı ildə Henri Bessemer polad əridilməsi işində "inqilab" etdi. Bu məqsəd üçün o, xüsusi qurğular-konvertorlar onun adını daşıyaraq "Bessemer" konvertorları adlanır. Armud formalı konvertorda çuqun əridilir və ora xüsusi dəşiklərdən hava sovrulur. Nəticədə oksigenlə gedən bir sıra reaksiyaların hesabına dəmir, silisiumdan və karbonun bir hissəsindən təmizlənirdi. Lakin bu üsulla çox miqdarda fosfor saxlayan çuqundan polad almaq olmurdu. Sonradan bu məsələ də həll olundu. 1877-ci ildə S.Tomas, bessemer konvertorunun daxili divarlarını yanmış əhənglə örtməyi məsləhət gördü. Beləliklə, yanma prosesi nəticəsində əmələ gələn fosfor oksidi, sönmüş əhəng ilə birləşərək kalsiumfosfata çevrilirdi. Bundan sonra dəmir istehsalında fosforla zəngin olan dəmir filizlərindən istifadə etməyə başladılar. Beləliklə, Tomas prosesində əlavə məhsul kimi süni gübrə - tomas şlakı ayrılırdı.

Metallurgiya sahəsində əsas istifadə olunan üsullardan biri də legirləşmə idi. Bu üsulla əsasən polad əridildikdə onun tərkibinə dəqiq hesablanmış miqdarda, xassələri tam müəyyən edilmiş müxtəlif metallar əlavə edilirdi. Belə ki, polada 12% manqan əlavə etdikdə onun bərkliyi yüksəlirdi. Müəyyən nisbətdə əlavə edilmiş xrom, vanadium və ya volfram legirlənmiş poladların alınmasında istifadə edilirdi. Volframli polada kobalt əlavə etdikdə yüksək maqnit xassəli xəlitələr alınır. 1919-cu ildə Elvud Xeyns tərkibində xrom və nikel saxlayan paslanmayan polad hazırladı.

Kibrit istehsalı. XX əsrə qədər odun alınması çətin işlərdən bir idi. Aşağı temperaturda asan alovlanan maddələrin kəşfi bu sahədə köklü dəyişikliyə səbəb oldu. 1827-ci ildə Con Uoker ilk fosforlu kibriti hazırladı. Lakin onlar asanlıqla alışan və zəhərli olduqlarına görə çox tez aradan çıxdılar. 1845-ci ildə Şretter zəhərli olmayan qırmızı fosforu açdı və 1848-ci ildə Böttqer zərərsiz kibrit ixtira etdi. Bu kibritlərdə istifadə olunan yanıcı qarışıq-alışqan (kalium xlorat, stibium sulfid və qummiarabik), yalnız qırmızı fosforla örtülmüş səthə sürtünəndə alışdı.

1860-cı ildə İsveçdə ilk kibrit istehsalı başladı və buradan bütün dünyaya yayıldı. XX əsrin əvvəllərində serium ilə dəmirin pirofor xəlitəsi alınandan sonra müasir alışqanlar meydana gəldi.

Kağız istehsalı. XIX əsrin ikinci yarısında kitab, qəzet, jurnal çapının hədsiz artması ilə əlaqədar olaraq kağıza olan tələbat günü-gündən yüksəlirdi. Yun, pambıq və s. parça artıqları xammal kimi çatmırdı.

A.Mitçerlix və V.Tilqmanın işləri nəticəsində kağız istehsalı xeyli artdı. 1886-cı ildə Tilqman oduncağı sulfat turşusu ilə işləyərək, alınan qarışığı kağıza çevirdi. Buna əsaslanaraq 1876-cı ildə Mitçerlix sellüloza sulfitin alınma texnologiyasını hazırladı. Bu da kağız istehsalının əsasını yaratdı.

Şüşə istehsalı. Bir sıra yeni kimyəvi maddələrin kəşfi, şüşə sənayesində bir sıra yeni şüşə növlərinin istehsalına yol açdı. Bu şüşələr sırasına billur, optiki, rəngli, temperatura, odadavamlı və s. şüşələr daxil idi. XIX əsrin sonunda şüşə-ridici sobalar və şüşə hazırlanma üsulları təkmilləşdirildi.

1890-cı ildə gün ərzində 25000 pive şüşəsi hazırlayan maşın yaradıldı. 1884-cü ildə Yena şəhərindəki şüşə zavodunda optiki şüşə istehsal etməyə başladılar.

Yuyucu maddələr. Yuyucu maddələrin istehsalı üçün həm yağların (qliserin və yağ turşularının mürəkkəb efirləri) və həm də soda istehsalının öyrənilməsinin böyük əhəmiyyəti vardır.

Yağ turşularının və qliserinin piylərin və yağların hidrolizi prosesindən alınması üsulu, ifrat qızmış su buxarının istifadə olunması ilə xeyli təkmilləşdi.

XX əsrdə yağların bərkidilmə prosesi geniş yayıldı. Bu üsulla müxtəlif tipli maye bitki və balıq yağları bərk yağlara çevrilirdi. Bu yağların natrium və ya kalium duzları, əsas yuyucu maddə olan sabunu əmələ gətirirdi.

Yuyucu maddələrlə eyni zamanda ətirli maddələrin istehsalı da artırdı. Əvvəllər bu maddələr yalnız bitkilərdən alınır idi. XIX-XX əsrlərdə ətirli maddələri əvvəlcə laboratoriyalarda, sonralar isə sənaye miqyasında sintez etdilər.

Yağların bərkidilmə prosesi, yeni növ yeyinti məhsulunun alınması ilə nəticələndi. Bu məhsul marqarin idi. Gələcəkdə yüksək keyfiyyətli bitki yağlarının (araxis, soya) istifadə olunması marqarinin də keyfiyyətini yaxşılaşdırdı.

Şəkər. 1747-ci ildə A.Marqgraf müəyyən etdi ki, çuğundur şirəsində şəkər vardır. 1800-cü ildə onun şagirdi Frans Axard şəkərin ayrılma üsulunu hazırladı. Bu da çuğundurdan şəkərin alınması üsulunun sənayedə tətbiqinə səbəb oldu. 1858-ci ildə çuğundur şəkərinin təmizlənməsi üsulu işləndi. Artıq XIX əsrin sonunda çuğundurdan alınan şəkərin miqdarı, şəkər qamışından alınan şəkərin miqdarı qədər idi.

Kimyaçılar və texnoloqlar şəkərin çuğundurdan alınma və təmizlənmə üsullarını təkmilləşdirərək bu sənaye sahəsinin səmərəliliyini artırırdılar. Bu da şirniyyat və meyvələrin konservləşdirmə sənayesinin inkişafına gətirib çıxartdı.

Qıcırma prosesləri. Qıcırma prosesləri Y.Libix, L.Paster və başqalarının işləri ilə xeyli təkmilləşdirilmişdi. Bunun

nəticəsində hazırlanmış pivə və çaxırların keyfiyyəti uzun müddət dəyişməz qalırdı. Alimlər bəzi fermentləri kəşf etmiş, Lui Paster isə sterilləşdirmə üsulunu yaratmışdır. Sonradan bu üsul alimin adı ilə bağlandı və pasterizə olunma adlandı. Bu üsul məhsulların saxlanma müddətini xeyli uzatdı və konserv sənayesinin genişlənməsinə səbəb oldu.

XX əsrin əvvəllərində Qarden şəkərin qıçqırma prosesini tətbiq etdi. Alimlər dializ üsulu ilə maya şirəsini iki yerə böldülər. Bunlardan birinin tərkibində zülallar var idi, digərində isə yox idi. Beləliklə, fermentin zülallı hissəsi apoferment, zülalsız hissəsi isə koferment adlandırıldı. Koferment vitaminlərin törəmələridir. Fermentlərin xüsusi rolu müəyyən edildi və qıçqırma, biokimyəvi proseslər sırasına daxil edildi.

YEKUN

Müasir elmin əldə etdiyi nailiyyətləri düzgün qiymətləndirmək və başa düşmək üçün həmin elmin inkişaf tarixini bilmək vacibdir. Bu baxımdan kimya bir çox elmlər arasında xüsusi yer tutur. Bu elm həm olduqca qədim və həm də nisbətən gəncdir. İnsanlar özlərini dərk edən gündən kimya ilə məşğul olur, onun nailiyyətlərindən geniş istifadə edirlər. Lakin kimyanı bir elm kimi alimlər yalnız XVII əsrdən qəbul edirlər.

İnkişaf etdiyi tarixi dövr ərzində kimya bəşəriyyətə milyonlarla kimyəvi maddə, minlərlə kimyəvi proses, yüzlərlə elmi nəzəriyyə, saysız-hesabsız ixtira və kəşf, minlərlə elmi əsər, traktat, kitab, monoqrafiya və s. verib. Antik dövrdən indiyə qədər kimyanın inkişafında fundamental rol oynamış alimləri sayıb qurtarmaq çox çətin olardı.

Bəşəriyyətin inkişafına kimya qədər təsir göstərmiş elm yəqin ki, yoxdur. Müasir dövrdə insan fəaliyyətinin elə bir sahəsi yoxdur ki, kimyanın əldə etdiyi nailiyyətlə orada istifadə olunmasın.

Bu baxımdan neft və kimya respublikası olan Azərbaycanda, bu elmin və onun tarixinin öyrənilməsinin gənc nəslin inkişaf və tərbiyəsində böyük əhəmiyyəti vardır.

ӘДӘБИҮҮАТ

1. Кузнецов И., Печенкин А.А. Формирование мировоззрения учащихся при изучении химии. -М; Просвещение, 1978.
2. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М; Наука, 1967.
3. Фигуровский Н.А. Очерк общей истории химии: от древнейших времен до начала XIX в. М; Наука, 1969.
4. Джуа М. История химии 2-е изд. М; Мир.
5. Всеобщая история химии: Становление химии как науки. М; Наука, 1983.
6. Всеобщая история химии. Возникновение и развитие химии с древнейших времен до XVII века. М; Наука, 1980.
7. Быков Г.В. История органической химии. М; Наука, 1973.
8. Исследования по истории органической химии. М; Наука, 1980.
9. Кузнецов В.И. Диалектика развития химии. М; Наука, 1973.
10. Амелин А.Г. Технология серной кислоты. М; Химия, 1971.
11. Синтез современного научного знания. М; Наука, 1973.
12. Жданов Ю.А. Некоторые проблемы химической эволюции. Философские вопросы химии, 1972.
13. Общая методика обучения химии. М; Просвещение, 1981.
14. Кузнецов В.И., Зайцев З.А. Химия и химическая технология. Эволюция взаимосвязей. - М; Наука, 1984.
15. Соловьев Ю.И., Трифонов Д. Н., Шамин А.И. История химии, М; Просвещение, 1978.
16. Штрубе В. Пути развития химии. М; Мир . т. 1, 2. 1984.

17. Книга для чтения по неорганической химии 4, 1.- М; Просвещение, 1983.
18. Дмитриев И.В. Особенности развития науки в XVI-XVII вв. Место химии в естествознании- М; Наука, 1983.
19. Фигуровский Н.А. Очерк общей истории химии. Развитие классической химии в XIX столетии- М; Наука, 1979.
20. Азимов А. Краткая история химии - М; Мир, 1983.
21. Книга для чтения по неорганической химии И.2 - М; Просвещение, 1984.
22. Энциклопедический словарь юного химика - М; Педагогика, 1982.