

# Kimya

9

DƏRS LİK

2-ci hissə



## AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

Musiqisi *Üzeyir Hacıbəylinin,*  
sözləri *Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!  
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!  
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!  
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadiriz!  
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!

Minlərlə can qurban oldu,  
Sinən hər bə meydan oldu!  
Hüququndan keçən əsgər,  
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,  
Sənə hər an can qurban!  
Sənə min bir məhəbbət  
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,  
Bayrağını yüksəltməyə  
Cümlə gənclər müştəqdir!  
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!  
Azərbaycan! Azərbaycan!



**HEYDƏR ƏLİYEV**  
**AZƏRBAYCAN XALQININ ÜMUMMİLLİ LİDERİ**



Elşad Abdullayev  
Elmar İmanov  
Fətəli Hüseynov

# Kimya

Ümumi təhsil müəssisələrinin 9-cu sinifləri üçün  
kimya fənni üzrə dərslik (2-ci hissə)



9

2-ci hissə

DƏRSLİK

©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi



**Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0International  
(CC BY-NC-SA 4.0)**

Bu nəşr Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International  
lisensiyası (CC BY-NC-SA 4.0) ilə [www.trims.edu.az](http://www.trims.edu.az) saytında əlçatandır. Bu nəşrin  
məzmunundan istifadə edərkən sözügedən lisensiyanın şərtlərini qəbul etmiş olursunuz:

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir.

Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır.

Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisensiya şərtlərilə yayılmalıdır.

Bu nəşrlə bağlı irad və təkliflərinizi [trm@arti.edu.az](mailto:trm@arti.edu.az) və [derslik@edu.gov.az](mailto:derslik@edu.gov.az)  
elektron ünvanlarına göndərməyiniz xahiş olunur.  
Əməkdaşlığınız üçün əvvəlcədən təşəkkür edirik!

# Mündəricat

## Bölmə 4 Metallar

|     |                                                       |    |
|-----|-------------------------------------------------------|----|
| 4.1 | Metalların ümumi xarakteristikası . . . . .           | 6  |
| 4.2 | Qələvi metallar . . . . .                             | 9  |
| 4.3 | Kalsium. Suyun codluğu . . . . .                      | 12 |
| 4.4 | Keçid elementləri. Çuqun və polad istehsalı . . . . . | 16 |
| 4.5 | Korroziya . . . . .                                   | 19 |
|     | Elm, texnologiya, həyat . . . . .                     | 22 |
|     | Layihə . . . . .                                      | 23 |
|     | Xülasə . . . . .                                      | 24 |
|     | Ümumiləşdirici tapşırıqlar . . . . .                  | 25 |

## Bölmə 5 Hava və su

|     |                                                |    |
|-----|------------------------------------------------|----|
| 5.1 | Hava . . . . .                                 | 28 |
| 5.2 | Havanın çirklənməsi . . . . .                  | 33 |
| 5.3 | Su . . . . .                                   | 37 |
| 5.4 | İstixana qazları və qlobal istiləşmə . . . . . | 41 |
|     | Elm, texnologiya, həyat . . . . .              | 46 |
|     | Layihə . . . . .                               | 47 |
|     | Xülasə . . . . .                               | 48 |
|     | Ümumiləşdirici tapşırıqlar . . . . .           | 49 |

## Bölmə 6 Qeyri-metallar

|     |                                      |    |
|-----|--------------------------------------|----|
| 6.1 | Halogenlər . . . . .                 | 52 |
| 6.2 | Hidrogen, azot və ammonyak . . . . . | 57 |
| 6.3 | Gübrələr . . . . .                   | 63 |
| 6.4 | Kükürd və birləşmələri . . . . .     | 66 |
| 6.5 | Karbon və birləşmələri . . . . .     | 72 |
|     | Elm, texnologiya, həyat . . . . .    | 80 |
|     | Layihə . . . . .                     | 81 |
|     | Xülasə . . . . .                     | 82 |
|     | Ümumiləşdirici tapşırıqlar . . . . . | 83 |

## Bölmə 7 Üzvi birləşmələr

|     |                                        |     |
|-----|----------------------------------------|-----|
| 7.1 | Fosil yanacaqlar . . . . .             | 86  |
| 7.2 | Karbohidrogenlər. Krekinq . . . . .    | 90  |
| 7.3 | Spirtlər və karbon turşuları . . . . . | 95  |
|     | Elm, texnologiya, həyat . . . . .      | 98  |
|     | Layihə . . . . .                       | 99  |
|     | Xülasə . . . . .                       | 100 |
|     | Ümumiləşdirici tapşırıqlar . . . . .   | 101 |
|     | Lüğət . . . . .                        | 103 |

# bölmə 4

## Metallar

İnsan həyatının inkişafı metalların kəşfi və onların tətbiqi ilə sıx bağlıdır. Qədim dövrlərdən etibarən insanlar metallardan möhkəmliyinə və parlaq görünüşünə görə əmək alətləri, silahlar, məişət əşyaları və bəzək məmulatları hazırlamışlar. Zaman keçdikcə metalların tədqiqi daha əhəmiyyətli olmuş, onların təbiətdə yayılma formaları, xassələri və alınma üsulları daha dərinlən öyrənilmişdir.



- Müasir dövrdə metallar sənayenin, texnikanın və yüksək texnologiyaların əsasını təşkil edir. Elektrik enerjisinin ötürülməsi, nəqliyyat vasitələrinin istehsalı, inşaat işləri, elektron avadanlıqların hazırlanması metallarsız mümkün deyil. Xüsusilə yüngül və möhkəm ərintilər aviasiya sahəsində və kosmik texnologiyalarda tətbiq olunur. Metalların müasir tədqiqi onların daha səmərəli istifadəsinə və yeni materialların yaradılmasına imkan verir.

- 1. Metallar gündəlik həyatımızda hansı sahələrdə istifadə olunur?
- 2. Müasir dövrdə metalların geniş istifadə edilməsi nə ilə əlaqədardır?

### Bölmədə öyrənəcəksiniz

- Metalların alınması üçün müxtəlif süxurlardan – filizlərdən istifadə olunur
- Qələvi metalların sıxlığı və kimyəvi reaksiyalarda aktivliyi qrup üzrə yuxarıdan aşağıya doğru artır, bərkliyi və ərimə temperaturu isə azalır
- Kalsium yandırıldıqda oksid, su ilə reaksiyaya daxil olduqda hidroksid əmələ gətirir
- Suyun tərkibində kalsium və maqnezium ionlarının ( $\text{Ca}^{2+}$  və  $\text{Mg}^{2+}$ ) miqdarının normadan çox olmasına suyun codluğu, həmin suya isə cod su deyilir
- Keçid elementləri dövrü cədvəlin 3-12-ci qruplarında yerləşən elementlər blokudur
- Keçid metalları qələvi metallar ilə müqayisədə sərt və möhkəm, sıxlıqları və ərimə temperaturları qələvi metallardan yüksək, kimyəvi aktivlikləri isə aşağıdır
- Dəmir, adətən, polad və çuqun kimi ərintilər şəklində istifadə edilir və bu ərintilər sənayedə geniş istehsal olunur
- Korroziya – ətraf mühitin təsiri nəticəsində metalların və ərintilərin dağılmasıdır

## 4.1 Metalların ümumi xarakteristikası

- Metallıq xassəsi nədir və o, elementin atom radiusundan necə asılıdır?
- Metallar dövrü cədvəlin hansı hissəsində yerləşir?
- Metalların hansı xarakterik xassələri var?
- Metalların xassələrinin oxşar olması nə ilə əlaqədardır?

### Açar sözlər

metallar, metalloidlər, metallıq xassəsi, metalların ümumi xassələri, filiz, metalların alınması

Elementlərin bir çox xassələrinin onların atom radiuslarından asılı olduğunu, atom radiusunun dövrü cədvəldə qruplar üzrə yuxarıdan aşağıya doğru artdığını, dövrlər üzrə isə soldan sağa doğru azaldığını bilirsiniz. Atom radiusu artdıqca elektronların nüvə tərəfindən cəzb olunması zəiflədiyinə görə metallıq xassəsi qruplar üzrə yuxarıdan aşağıya doğru artır, dövrlər üzrə əsas qruplarda soldan sağa doğru azalır. Metallar dövrü cədvəlin, əsasən, sol və aşağı, qeyri-metallar isə sağ və yuxarı hissəsində (hidrogen istisna olmaqla) yerləşir. Dövrü cədvəldə metallar və qeyri-metallar ziqzaqvari şəkildə yerləşmiş **metalloidlər** ilə bir-birindən ayrılır.

The periodic table shows elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og). Metalloids are highlighted in yellow: Bor (B), Silisium (Si), Germanium (Ge), Arsen (As), Stibium (Sb), Tellur (Te), and Polonium (Po).

Metalloidlər (yarımmetallar) metallar və qeyri-metallar arasında aralıq xassələrə malik olan kimyəvi elementlərdir.



Silisium

Bor (B), silisium (Si), germanium (Ge), arsen (As), stibium (Sb), tellur (Te) və polonium (Po) metalloidlərdir. Onlar bəzi hallarda metallar üçün, bəzi hallarda isə qeyri-metallar üçün səciyyəvi olan xüsusiyyətlər göstərir. Metalloidlər metallar kimi bərk və parlaq, qeyri-metallar kimi kövrək olur. Onların elektrik keçiriciliyi zəifdir, lakin temperatur artdıqca arta bilər. Metalloidlərin əksəriyyəti yarımkeçirici xassə göstərir.

The periodic table is color-coded to show different groups of elements: Qələvi metallar (alkali metals) in red, Qələvi-torpaq metalları (alkaline earth metals) in orange, Digər metallar (other metals) in purple, and Keçid metalları (transition metals) in blue.

Metallar, əsasən, dövrü cədvəlin 1–13-cü qruplarında yerləşir. Bu elementlərdən 1-ci qrup (IA) elementləri **qələvi metallar**, 2-ci qrup (IIA) elementləri **qələvi-torpaq metalları**, 3–12-ci qrup elementləri **keçid metalları** adlanır.

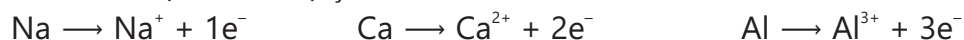
7-ci sinif "Kimya" dərsliyindən metallar və onların bəzi xassələri ilə tanışsınız.

Bilirsiniz ki, metallar:

- adi şəraitdə bərk halda olub (civədən başqa), yüksək ərimə temperaturuna, sıxlığa və bərkliyə malikdir;
- metal parıltısına malikdir (ışığı əks etdirir);
- istiliyi və elektriki yaxşı keçirir;
- plastiktir;
- istidən genişlənir.

8-ci sinif "Kimya" dərslərindən metalların xarakterik xassələrinin onlarda metal rabitəsinin mövcudluğu ilə əlaqəli olduğunu öyrənmisiniz. Metalların elektronları nüvə tərəfindən zəif cəzb olunduğundan onlar atomlardan asanlıqla ayrılır və bu delokallaşmış elektronlar əmələ gələn metal kationları arasında güclü rabitənin yaranmasına səbəb olur. Bunun nəticəsində metallar yüksək ərimə temperaturuna və sıxlığa malik bərk maddələrdir. Delokallaşmış elektronlar hesabına onlar metal parıltısına malik olur, istiliyi və elektriki yaxşı keçirir, istidən genişlənir və plastik olur.

Əksər metalların xarici energetik təbəqələrində elektronların sayı 1-dən 3-ə qədər olur. Metallar kimyəvi reaksiyalarda reduksiyaedici xassə göstərir. Əsas qrup metallarının xarici energetik təbəqələrində olan elektronların sayı qrup nömrəsinə bərabər olduğundan onların birləşmələrdə oksidləşmə dərəcələri də qrup nömrələrinə uyğun gəlir. Onların atomları elektron itirərək təsirsiz qazların elektron konfigurasiyasına uyğun müsbət yüklü stabil ionlara (kationlara) çevrilir:



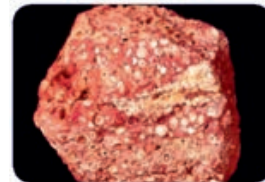
Əlavə qrup metalları isə fərqli oksidləşmə dərəcələri göstərə bilər:



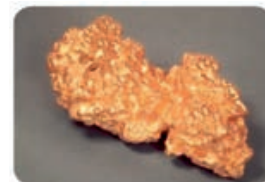
Yer qabığı təşkil edən süxurlar müxtəlif maddələrin qarışığıdır. Bu süxurlar bir-birindən tərkibinə görə fərqlənir və onların tərkibində əksər metalların müxtəlif birləşmələri (duzlar, oksidlər və s.) olur. Metalların alınmasında istifadə olunan süxurlar **filiz** adlanır. Bəzi metallar (qızıl, platin, gümüş və s.) isə Yer qabığında sərbəst halda tapılır.



Daş duz natriumun əsas filizidir. Daş duzun əsas tərkib hissəsi natrium xloriddən ibarətdir.



Boksit alüminiumun əsas filizidir. Boksitin əsas tərkib hissəsi alüminium oksiddən ibarətdir.



Qızıl passiv metal olduğu üçün təbiətdə sərbəst halda tapılır.

### Fəaliyyət

#### Metallar filizlərdən necə alınır?

Filizlərdən metalları almaq üçün filizin tərkibindəki birləşmələrdən onları reduksiya edirlər.

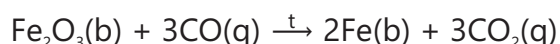
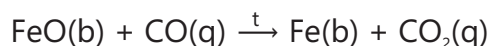


Metalları onların oksidlərindən aldıqda reduksiyaedici kimi bir sıra hallarda karbondan (koksdan) istifadə olunur. Karbon reaksiya mühitində olan oksigenlə reaksiyaya daxil olaraq karbon monooksid (CO) əmələ gətirir. Alınan karbon monooksid metalı onun oksidindən reduksiya edir.

**Müzakirə edin:**

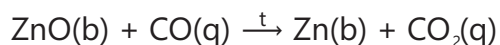
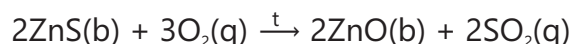
1. Dəmir(II) oksid və dəmir(III) oksiddən bu üsullarla dəmiri hansı reaksiya əsasında almaq olar?
2. Sink sulfiddən sinki necə almaq mümkündür? Aparılan reaksiyaların tənliyi necə olar?
3. Na, K, Ca, Al və s. metalların karbonla reaksiyaya daxil olaraq davamlı birləşmə əmələ gətirməsi məlumdursa, bu metalları da eyni üsulla almaq mümkündürmü? Cavabınızı əsaslandırın.

Dəmirin oksidlərinin CO ilə reduksiyası aşağıdakı kimi baş verir:



Karbonla reaksiyaya daxil olaraq davamlı birləşmə əmələ gətirən metalları (Na, K, Ca, Al və s.) bu üsulla almaq mümkün deyil. Çünki alınan metal həmin şəraitdə karbonla reaksiyaya daxil olur.

Bir sıra metallar təbiətdə sulfidlər şəklində tapılır. Sulfidlərdən metal almaq üçün əvvəlcə onları yandırmaqla metalın oksidi alınır. Sonra isə alınan oksid reduksiya edilir. Məsələn, sink sulfiddən sinkin alınması aşağıdakı reaksiya tənlikləri üzrə baş verir:

**Öyrəndiklərinizi tətbiq edin**

1.  $\text{FeO(b)} + \text{CO(q)} \xrightarrow{t} \text{Fe(b)} + \text{CO}_2(\text{q})$  reaksiya tənliyində reduksiyaedicini və reduksiya məhsulunu göstərin.
2. Tərkibində 2% mis olan 300 kq mis filizindən 4,8 kq mis alınmışdır. Məhsulun çıxımını faizlə hesablayın.
3. Pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dəmirin təbiətdə tapılan filizlərindən biridir. Onun yandırılmasından dəmir(III) oksid və kükürd dioksid alınır (I reaksiya). Alınan dəmir(III) oksidi karbon monooksidlə reduksiya etməklə dəmir almaq mümkündür (II reaksiya). I və II reaksiyanın tənliklərini yazıb əmsallaşdırın.

**Öyrəndiklərinizi yoxlayın**

1. Metalloidlərin metallar və qeyri-metallardan fərqli hansı xüsusiyyətləri var?
  2. Metalların hansı xarakterik xassələri olur?
  3. Qeyri-metallardan fərqli olaraq metallar nə üçün plastikdir?
  4. Hansı metallar təbiətdə sərbəst halda tapılırmı?
1. Ag    2. Fe    3. Zn    4. Au    5. Ca    6. Al
5.  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{b}) + 3\text{CO(q)} \rightarrow 2\text{Fe(b)} + 3\text{CO}_2(\text{q})$  tənliyi üzrə 28 kq dəmirin alınmasına sərf olunan karbon monooksidin həcmi 20°C və 1 atm təzyiqində litrlə hesablayın.

## 4.2 Qələvi metallar

2019-cu ildə kimya üzrə Nobel mükafatı litium-ion batareyalarının hazırlanması sahəsində çalışan alimlərə verilmişdir. Müasir dövrdə litium-ion akkumulyatorları və batareyalarından mobil telefonlarda, planşetlərdə, notbuklarda, elektromobillərdə və s. geniş istifadə olunur.



- Nə üçün litium-ion akkumulyatorları müasir dövrdə daha geniş istifadə olunur?
- Hansı digər enerji mənbələrini tanıyırsınız?

Qələvi metallar dövrü cədvəlin 1-ci qrupunda (IA) yerləşir. Bu qrupa litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sezium (Cs) və fransium (Fr) elementləri daxildir. Fransium radioaktiv elementdir.

Açar  
sözlər

qələvi metallar, qələvi metalların reaksiya qabiliyyəti

Bu metalların hidrokksidləri qələvi olduğuna görə onlara qələvi metallar deyilir. Qələvi metal atomlarının xarici energetik təbəqəsində 1 elektron olur və onların qısa elektron formulu  $...ns^1$  kimi göstərilir. Qələvi metallar təbiətdə mineralların tərkibində, yəni birləşmələr şəklində tapılır.

Qələvi metallar:

- gümüşü rəngdə olub elektrik cərəyanını və istiliyi yaxşı keçirir;
- aktiv olduqlarından kerosində saxlanılır (hava ilə təmasda olduqda oksigen və havada olan su buxarları ilə reaksiyaya daxil olur);

| Mineral                  | Əsas tərkibi                                        |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|
| Qalit (xörək duzu)       | NaCl                                                |
| Qlauber duzu (mirabilit) | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ |
| Silvin                   | KCl                                                 |
| Silvinit                 | $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$                      |

| Metal | Sıxlığı, q/sm <sup>3</sup> | Ərimə temperaturu, °C |
|-------|----------------------------|-----------------------|
| Li    | 0,53                       | 181                   |
| Na    | 0,97                       | 98                    |
| K     | 0,86                       | 63                    |
| Rb    | 1,53                       | 39                    |
| Cs    | 1,88                       | 29                    |



sıxlıq artır



ərimə temperaturu azalır

- əksər metallarla müqayisədə daha yumşaq olur, bıçaqla kəsilir, litiumdan seziyuma doğru bərklikləri azalır (litium digər qələvi metallara nisbətən bıçaqla daha çətin kəsilir);
  - əksər metallardan yüngüldür (suya əlavə etdikdə suyun səthində üzərək onunla qarşılıqlı təsirdə olur);
  - ərimə və qaynama temperaturları digər metallardan azdır.
- Qələvi metalların sıxlığının və ərimə temperaturunun dəyişməsi cədvəldəki kimidir:

## Fəaliyyət

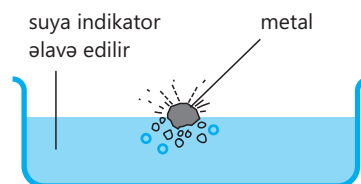
**Qələvi metallar aktivliyinə görə bir-birindən necə fərqlənir?**

**Ləvazimat:** şüşə qablar, pinset, bıçaq, filtr kağızı, litium, natrium, kalium, fenolftalein məhlulu

**Təlimat:**

Litium, natrium və kalium metallarını kerosindən çıxarın, səthlərini təmizləyin və filtr kağızı ilə qurudun. Yarisına qədər su tökülmüş üç şüşə qabın hər birinə bir neçə damcı fenolftalein məhlulu əlavə edin. Hər üç metaldan kiçik bir parça kəsib müvafiq olaraq həmin qablara əlavə edin.

Qələvi metallarla işləyən zaman mütləq təhlükəsizlik qaydalarına riayət olunmalıdır. Təcrübəni sorucu şkafda və qoruyucu eynəkdən istifadə edərək aparın.

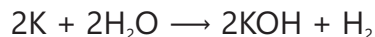
**Müzakirə edin:**

1. Nə müşahidə etdiniz? Müşahidələrinizin nəticələrini necə izah edərdiniz?
2. Hansı metal su ilə reaksiyaya daha sürətlə daxil oldu? Nə üçün?
3. Baş verən reaksiyaların tənliyini necə təklif edərdiniz?

Digər metallarla müqayisədə qələvi metallar daha aktivdir. Buna səbəb onların atom radiusunun böyük olmasıdır. Atom radiusu artdıqca nüvənin xarici elektronları cəzb etməsi zəifləyir, nəticədə elektronun qopması asanlaşır. Qələvi metallar atomlarının xarici energetik təbəqələrində olan bir elektronu asanlıqla verərək reaksiyaya daxil olur. Bu metalların kimyəvi reaksiyalarda aktivliyi atom

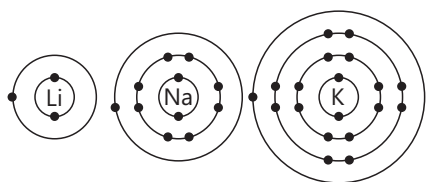
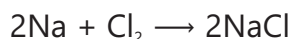
radiusu artdıqca  $\text{Li} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{K}$  sırası üzrə artır.

Qələvi metallar su ilə reaksiyaya daxil olaraq hidrogen və qələvi əmələ gətirir. Su ilə litium sakit, natrium sürətlə, kalium isə şiddətlə reaksiyaya daxil olur.



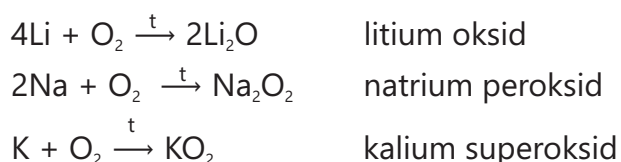
Natrium və kaliumun su ilə reaksiyasından ayrılan istiliyin hesabına bəzən hidrogen qazı alovlanaraq yanır.

Qələvi metalları qızdırıb xlor qazı saxlanılan qaba daxil etdikdə onlar alışaraq parlaq alovla "yanır". Reaksiya nəticəsində xlorid turşusunun duzu əmələ gəlir.



Su buxarı və oksigenlə reaksiyaya daxil olmaması üçün qələvi metallar kerosində saxlanılır.

Li, Na və K metalları qızdırılıb oksigen qazı saxlanılan qaba daxil edildikdə uyğun olaraq litium oksid, natrium peroksid və kalium superoksid əmələ gəlir.



Bilir-siniz-mi?

Natriumun tətbiq sahələrindən biri natrium buxar lampalarıdır. Sarı işıq saçan bu lampalar küçə və avtomobil yollarının işıqlandırılması üçün istifadə olunur.



### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

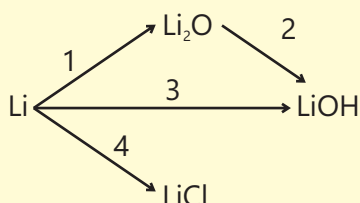
1. Natriumun oksigendə yanması zamanı əmələ gələn birləşmənin karbon qazı ilə qarşılıqlı təsirdən natrium karbonat və oksigen alınır. Reaksiyanın tənliyini yazın və əmsallaşdırın.
2. Reaksiya məhsulunun çıxımı 90% olarsa, 92 q natriumun su ilə reaksiyasından alınan hidrogen qazının həcmi (20°C və 1 atm təzyiqində) litrlə hesablayın.

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Qələvi metalların sıxlığı, ərimə temperaturu və bərkliyi onların sıra nömrəsindən asılı olaraq necə dəyişir?
2. Natriumun xlor və su ilə reaksiyasından alınan məhsulları müəyyən edin.
3. Cədvəli dəftərinizə köçürün, natrium və kalium üçün doğru (✓) və ya yanlış (×) ifadələri müəyyən edin.

| İfadələr                                                          | Doğru | Yanlış |
|-------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| Reduksiyaedici                                                    |       |        |
| Atomlarının xarici elektron təbəqəsində elektron sayı müxtəlifdir |       |        |
| Sıxlıqları fərqlidir                                              |       |        |
| Su ilə qarşılıqlı təsirdə olduqda qələvilər əmələ gətirir         |       |        |
| Təbiətdə sərbəst şəkildə tapılır                                  |       |        |
| Birləşmələrdə +1 oksidləşmə dərəcəsi göstərir                     |       |        |

4. Sxemlərə uyğun reaksiya tənliklərini yazıb əmsallaşdırın.



## 4.3 Kalsium. Suyun codluğu

Suyu qaynatmaq üçün uzun müddət istifadə olunan çaydanın dibində ərpın əmələ gəldiyini hər kəs müşahidə edib.

- Ərpın əmələ gəlməsi nə ilə əlaqədardır?
- Ərpi necə təmizləmək olar?



### Açar sözlər

qələvi-torpaq metalları, suyun codluğu, sönməmiş əhəng, sönmüş əhəng, təbii gips, alebastr

|   |    |    |    |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| H | He | Li | Be | B | C | N | O | F | Ne | Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |
|   |    | Li | Be |   |   |   |   |   |    | Na | Mg |    |    |    |    |    |    |
|   |    | Na | Mg |   |   |   |   |   |    | K  | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe |
|   |    | K  | Ca |   |   |   |   |   |    | Rb | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru |
|   |    | Rb | Sr |   |   |   |   |   |    | Cs | Ba | La | Hf | Ta | W  | Re | Os |
|   |    | Cs | Ba |   |   |   |   |   |    | Fr | Ra | Ac | Rf | Db | Sg | Bh | Hs |
|   |    | Fr | Ra |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Dövri cədvəlin 2-ci qrupuna (IIA) berillium (Be), maqnezium (Mg), kalsium (Ca), stronsium (Sr), barium (Ba) və radium (Ra) elementləri daxildir. Onların atomlarının xarici energetik təbəqəsində 2 elektron olur və qısa elektron formulları  $...ns^2$  kimi göstərilir.

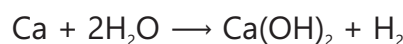
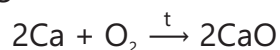
2-ci qrup metallarından kalsium, stronsium və bariumun hidrokksidləri qələvi olduğundan bu qrupun metalları ümumilikdə **qələvi-torpaq metalları** adlandırılır. Bu metallardan berillium amfoter, radium isə radioaktiv metaldır.

Qələvi-torpaq metallarına Yer qabığına rast gəlinir. Kalsiumun bir sıra təbii minerallarının əsas tərkibi cədvəldə verilmişdir. Təbaşir, əhəngdaşı və mərmərin əsas tərkibi kalsium karbonatdır. Kalsium fosfatlar şəklində insan orqanizmində sümüyün və dişlərin tərkibində olur.

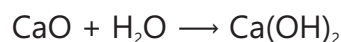
Qələvi-torpaq metalları gümüşü-ağ rəngli olub istiliyi və elektrik cərəyanını yaxşı keçirir.

Onların qrup üzrə yuxarıdan aşağıya doğru atomlarının radiusları artdığından metallıq xassələri də artır. Qələvi metallarla müqayisədə qələvi-torpaq metallarının metallıq xassəsi zəifdir.

Kalsium yandırıldıqda oksid, su ilə reaksiyaya daxil olduqda isə hidrokksid əmələ gətirir:

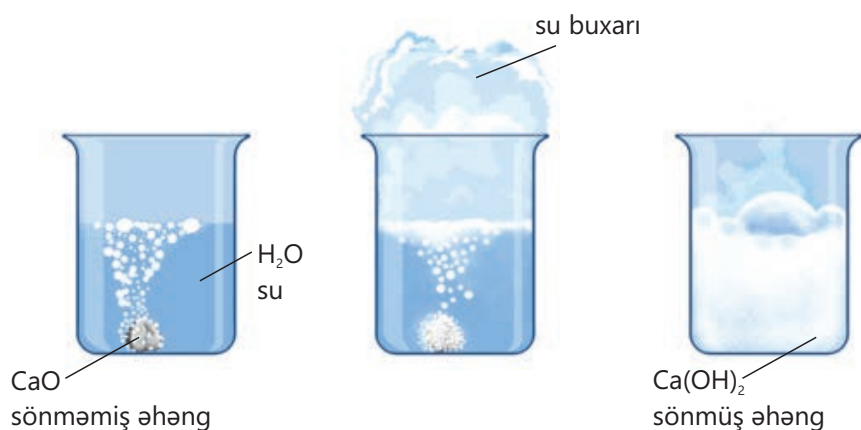


Kalsium oksid su ilə reaksiyaya daxil olaraq kalsium hidrokksid əmələ gətirir:



| Mineral    | Əsas tərkibi                              |
|------------|-------------------------------------------|
| Kalsit     | $\text{CaCO}_3$                           |
| Fosforit   | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$              |
| Təbii gips | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| Dolomit    | $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$       |

Kalsium oksid "sönməmiş əhəng", əmələ gələn kalsium hidroksid isə "sönmüş əhəng" adlanır. Bu reaksiyaya "əhəngin söndürülməsi reaksiyası" deyilir.



Sönmüş əhəngin su ilə qarışığı zərərvericilərdən qorumaq məqsədilə ağacların gövdələrinin ağardılmasında əhəng südü şəklində istifadə olunur.

Bilir-siniz-mi?

Maqnezium tozu intensiv ağ alovla çox sürətlə yanır. Bu xassəsinə görə o, atəşfəşanlıqda və SOS siqnalları üçün istifadə edilir.



### Fəaliyyət

#### Suyun codluğu nə deməkdir və onu necə aradan qaldırmaq olar?

**Ləvazimat:** kimyəvi stəkanlar, qaşığı, spirt lampası, kolba, kran suyu, dəniz suyu, quyu suyu, limon turşusu, natrium karbonat, soda, maye sabun.

#### Təlimat:

**Addım 1.** Üç müxtəlif kimyəvi stəkanın birinə 100 ml kran suyu, ikincisinə 100 ml dəniz suyu, üçüncüsünə isə 100 ml quyu suyu tökün. Bu nümunələrin üzərinə bir neçə damcı maye sabun əlavə edib çalxalayın.

Sabun köpüyünün miqdarı codluğun göstəricisidir və suyun codluğu artdıqca köpüyün miqdarı azalır.

Təcrübələrə əsasən suyun codluğunu qiymətləndirin. Aşağıdakı cədvəli dəftərinizə köçürün və alınmış nəticələri cədvələ qeyd edin.

| Su nümunəsi | Köpüyün miqdarı (az/çox) | Suyun codluğu (zəif/yüksək) |
|-------------|--------------------------|-----------------------------|
| Kran suyu   |                          |                             |
| Dəniz suyu  |                          |                             |
| Quyu suyu   |                          |                             |

**Addım 2.** Kolbaya 200 ml kran suyu töküb 10 dəqiqə müddətində qaynadın. Suyun soyumasını gözləyin və kolbaya bir neçə damcı maye sabun əlavə edib çalxalayın.

**Addım 3.** Kimyəvi stəkana 100 ml kran suyu töküb üzərinə 1 çay qaşığı limon turşusu əlavə edin. Sonra kolbaya bir neçə damcı maye sabun əlavə edib çalxalayın.

**Addım 4.** Kimyəvi stəkana 100 ml kran suyu və 1 çay qaşığı natrium karbonat əlavə edib müəyyən müddət gözləyin. Sonra kolbaya bir neçə damcı maye sabun əlavə edib çalxalayın.

**Addım 5.** Aşağıdakı cədvəli dəftərinizə köçürün və təcrübələrin nəticələrini cədvələ qeyd edin.

| Təcrübə                           | Təcrübədən əvvəl<br>codluq (az/çox) | Təcrübədən sonra<br>codluq (az/çox) | Codluğun<br>dəyişməsi |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Qaynadılma                        |                                     |                                     |                       |
| Limon turşusunun əlavə edilməsi   |                                     |                                     |                       |
| Natrium karbonatın əlavə edilməsi |                                     |                                     |                       |

#### Müzakirə edin:

1. Addım 1-də nə müşahidə etdiniz? Bunun səbəbini necə izah edərdiniz?
2. Addım 2, 3 və 4-də tətbiq etdiyiniz hansı üsul suyun codluğunun aradan qaldırılması üçün daha effektiv oldu?
3. Siz ev şəraitində hansı üsuldan istifadə etməyə üstünlük verərdiniz?

Təbii suların tərkibi minerallarla zəngindir. Bu mineralların əksəriyyəti kalsium və maqneziumun duzlarıdır (məsələn,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  və s.). Suyun tərkibində kalsium və maqnezium ionlarının ( $\text{Ca}^{2+}$  və  $\text{Mg}^{2+}$ ) miqdarının normadan çox olmasına **suyun codluğu**, həmin suya isə **cod su** deyilir. Cod sudan uzun müddət istifadə etdikdə insan orqanizmində duzların toplanması baş verir. Cod suda sabun pis köpüklənir, belə su ilə yuyulan paltar ləkələnmiş olur və tez sıradan çıxır.

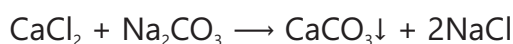
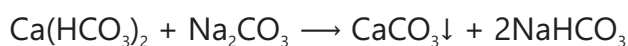
Cod suyu qızdırdıqda onun tərkibindəki  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  və  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  duzları parçalanır.



Bu zaman əmələ gələn  $\text{CaCO}_3$  və  $\text{MgCO}_3$  duzları suda həll olmur və çökərək ərp əmələ gətirir.

Ərp istiliyi pis keçirdiyinə görə suyun qızdırılmasını çətinləşdirir. Nəticədə artıq miqdarda yanacaq sərfinə səbəb olur.

Suyu qaynatdıqda tərkibindəki  $\text{Ca}^{2+}$  və  $\text{Mg}^{2+}$  ionlarının bir hissəsi çökdüyündən onun codluğu qismən aradan qalxır. Cod suya natrium karbonat əlavə edildikdə də onun codluğunun azalması müşahidə edilir.



Qızdırıcı qurğuda  
əmələ gəlmiş ərp

• DÜŞÜN  
• MÜZAKİRƏ ET  
• PAYLAŞ

Suyu qaynatdıqda codluq yaradan duzlar parçalanaraq həll olmayan duzlar şəklində çaydanın dibində ərp əmələ gətirir. Sizcə, ərpi həll etmək üçün xlorid turşusundan istifadə etmək olarmı? Olarsa, baş verən reaksiyanın tənliyini tərtib edin.

Kalsiumun təbii birləşmələrindən olan təbii gipsi müəyyən temperatur intervalında qızdırdıqda alebastr əmələ gəlir. Alebastr tozunun su ilə qarışığı tez bərkiyir. Bu qarışıq dekorativ məmulatların hazırlanmasında, inşaatda, gips sarğılarında istifadə olunur. Alebastrın su ilə qarışığı bərkidildə o, yenidən gipsə çevrilir.



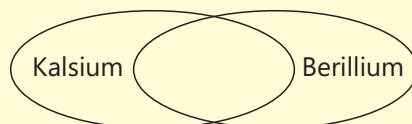
### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

1. İnsan orqanizminin kalsiuma olan gündəlik tələbatı 0,7 q-dır. Əgər inək südündə kalsiumun kütlə payı 0,14% olarsa, insan orqanizmi üçün sutkalıq kalsiumu ödəyən südün kütləsini (q) hesablayın.
2. Kalsium karbonatı közərtildikdə kalsium oksid və karbon qazı alınır. 500 qram kalsium karbonat uzun müddət közərdilir və soyudulduqdan sonra kütləsi təyin edilir. Bu zaman kütlə 22% azalıbsa, neçə qram kalsium oksid alınmışdır?
3. Kalsium və maqneziumdan ibarət 20 q qarışığın artıqlaması ilə oksigenlə reaksiyasından 31,2 q oksidlər qarışığı alınmışdır. İlkin qarışıqda maqneziumun kütlə payını (%) hesablayın.

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Qələvi-torpaq metallarının ümumi elektron formulu necədir? Onlar birləşmələrdə hansı oksidləşmə dərəcəsi göstərir?
2. Kalsium təbiətdə hansı mineralların tərkibində olur? Bu mineralların kimyəvi formulu necədir?
3. Eyler-Venn diaqramına uyğun olan bəndləri müəyyən edin.

- 1) Sönmüş əhəngin tərkibinə daxildir
- 2) Qələvi-torpaq metalıdır
- 3) Amfoter metaldır



4. Sənayedə əhəngdaşının parçalanmasından sönməmiş əhəng alınarkən həm də karbon qazı ayrılır. Tərkibində 80%  $\text{CaCO}_3$  olan neçə kq əhəngdaşı parçalandıqda  $12 \text{ m}^3$  ( $20^\circ\text{C}$  və 1 atm təzyiqində)  $\text{CO}_2$  alınar?

## 4.4 Keçid elementləri. Çuqun və polad istehsalı

Canlı orqanizmlər, o cümlədən insan orqanizmi üçün metalların əhəmiyyəti çox böyükdür. İnsan orqanizmində bir sıra metallar az miqdarda olsa belə, çox vacib həyati prosesləri həyata keçirir. Məsələn, ortayaşlı insanların orqanizmində 4–5 q dəmir olur ki, onun da təqribən 65%-i qanın tərkibinə daxildir. Qanda olan dəmir hemoqlobinin tərkibində oksigenin toxumalara və əksinə, karbon qazının ağciyərlərə daşınmasını həyata keçirir.

- Sizcə, dəmir orqanizmə necə daxil olur?
- Orqanizmdə dəmirin çatışmazlığı hansı xəstəliyə səbəb olur?
- Dəmirin gündəlik həyatımızda rolu nədən ibarətdir?



### Açar sözlər

keçid elementləri, dəmir, çuqun, polad, flüs, şlak

Keçid elementləri dövri cədvəlin 3–12-ci qruplarında yerləşən elementlər blokudur. Onların hamısı metaldir və gündəlik həyatda istifadə etdiyimiz metalların əksəriyyətini əhatə edir. Keçid

elementlərinə dəmir, mis, sink, xrom, nikel, gümüş, qızıl, platin, civə və s. metallar daxildir.

Bu metallar qələvi metallar ilə müqayisədə sərt və möhkəmdir, sıxlıqları və ərimə temperaturları (civədən başqa) qələvi metallardan yüksəkdir.

| Element | Sıxlığı, q/sm <sup>3</sup> | Ərimə temperaturu, °C |
|---------|----------------------------|-----------------------|
| Natrium | 0,97                       | 98                    |
| Dəmir   | 7,9                        | 1535                  |
| Mis     | 8,9                        | 1083                  |
| Nikel   | 8,9                        | 1455                  |



Keçid elementlərindən körpülərin, binaların və avtomobillərin hazırlanmasında, həmçinin istilik və elektrik keçiricisi kimi istifadə olunur. Məsələn, istilik radiatorlarında dəmirin ərintiləri, elektrik naqillərində isə mis tətbiq edilir. Bu metallar qələvi metallar ilə müqayisədə az fəaldır. Məsələn, mis metalı su, xlorid turşusu və duru sulfat turşusu ilə reaksiyaya daxil olmur. Qələvi metallar, adətən, ağ rəngli duzlar əmələ gətirdiyi halda, keçid elementlərinin əksər duzları rəngli birləşmələrdir.

Keçid elementlərindən daha geniş tətbiq olunan metal dəmirdir. Dəmir birləşmələr şəklində təbiətdə geniş yayılmışdır. O, yayılmasına görə alüminiumdan sonra ikinci metaldır. Cədvəldə onun təbiətdə yayılmış bəzi minerallarının formulu verilmişdir.

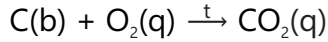
Dəmir, adətən, **polad** və **çuqun** ərintiləri şəklində istifadə olunur. Bu ərintilərin dəmirə nisbətən möhkəmliyi və paslanmaya davamlılığı yüksəkdir. Sənayedə geniş istifadə edilən mürəkkəb proseslər nəticəsində bu gün dünyada milyonlarla ton çuqun və polad istehsal olunur.

Çuqun istehsalı domna sobasında aparılır. Domna sobası istiliyədavamlı materialdan hazırlanmış, hündürlüyü 30 metrdən çox olan qurğudur. Çuqun istehsalı zamanı əvvəlcə sobanın yuxarisından növbə ilə aşağıdakı maddələr əlavə olunur:

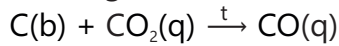
1. Koks (əsas tərkib hissəsi karbondur);
2. Dəmir filizi (bu məqsədlə, adətən, hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) və ya maqnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) istifadə olunur);
3. Əhəngdaşı.

Sobanın aşağı hissəsindən qızdırılmış hava vurulur. Bu zaman ardıcılıqla aşağıdakı proseslər baş verir:

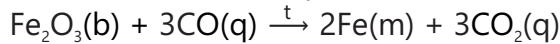
1. Koks isti havanın tərkibindəki oksigenlə reaksiyaya daxil olaraq yanır. Proses zamanı istilik ayrılır:



2. Karbon dioksid koksle reaksiyaya daxil olaraq karbon monooksid əmələ gətirir:



3. Karbon monooksid dəmiri reduksiya edir. Bu zaman dəmir maye halında sobanın dibində toplanır:

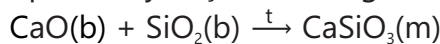


Dəmirin alınması zamanı əhəngdaşından istifadə edilir.

Məqsəd dəmir filizində olan qumu ( $\text{SiO}_2$ ) ayırmaqdır. Belə ki, yüksək temperaturda əhəngdaşı ( $\text{CaCO}_3$ ) parçalanır:



Bu reaksiyadan əmələ gələn kalsium oksid  $\text{SiO}_2$  ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq asanəriyən şlak əmələ gətirir:



Şlak filizin tərkibində olan kənar qarışıqları özündə toplayır.

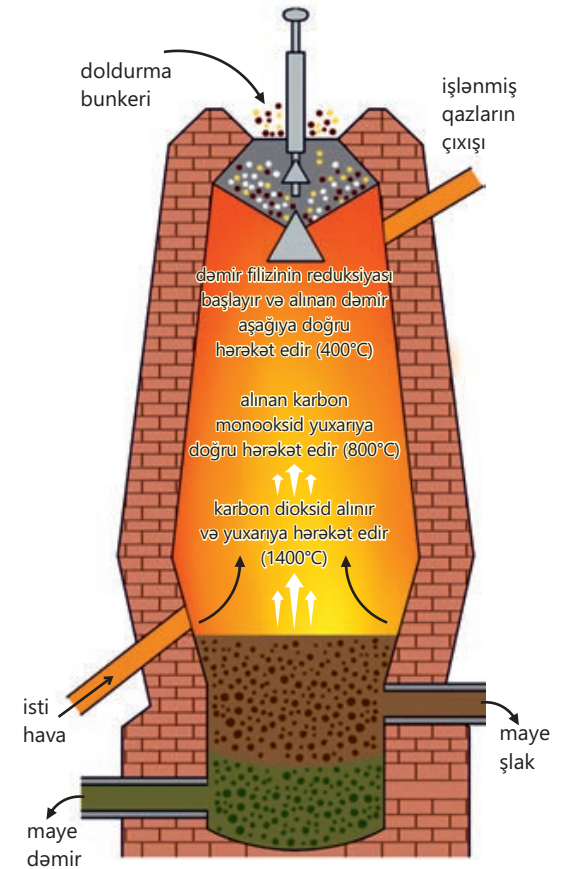
O, maye halında alınan çuqunun üzərində yığılaraq onu oksidləşmədən qoruyur, sobadan ayrıca çıxarılır və çuqunun tərkibinə qarışdırılır.

| Mineral  | Əsas tərkibi                                      |
|----------|---------------------------------------------------|
| Hematit  | $\text{Fe}_2\text{O}_3$                           |
| Maqnetit | $\text{Fe}_3\text{O}_4$                           |
| Limonit  | $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ |
| Pirit    | $\text{FeS}_2$                                    |

Bilir-siniz-mi?



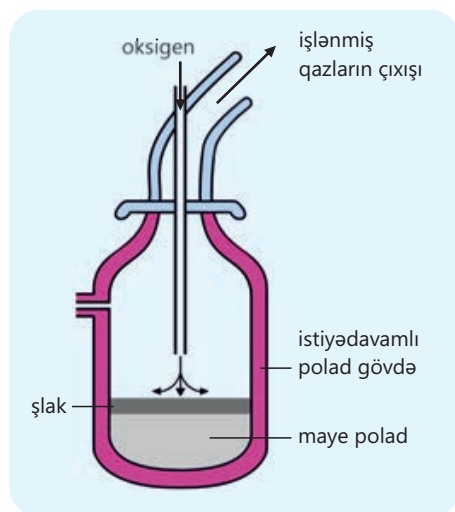
Keçid elementlərinin birləşmələri dulmuşuluqda (saxsı qabların şirələnməsində) geniş istifadə olunur.



Domna sobası

Alınmış maye çuqun müxtəlif qəliblərə tökülərək ondan fərqli avadanlıqlar (istilik batareyaları, borular, sıxılmış qaz balonları, məişət əşyaları və s.) hazırlanır.

Çuqun istehsalı zamanı kənar qarışıqları dəmirdən tam ayırmaq mümkün olmur, çuqunun tərkibində dəmirdən başqa təqribən 5%-ə qədər karbon, həmçinin silisium, fosfor və kükürd qalır. Bu səbəbdən çuqun bərk material olmasına baxmayaraq nisbətən kövrəkdir. Sənayedə polad çuqundan alınır. Bu məqsədlə çuqunun tərkibindəki qarışıqların bir hissəsini ondan ayırırlar. Bunun üçün:



Oksigen konvertoru

- Maye çuqun oksigen konvertoru adlanan sobaya boşaldılır.
- Sobaya oksigen verilir, karbon və kükürd müvafiq olaraq karbon dioksid və kükürd dioksidə çevrilir. Onlar qazlar şəklində ayrılır. Həmçinin oksigen fosforla qarşılıqlı təsirdə olaraq difosfor pentaoksid, silisiumla isə silisium dioksid əmələ gətirir.
- Sonra sobaya kalsium karbonat əlavə olunur. O, silisium dioksid və difosfor pentaoksidlə qarşılıqlı təsirdə olaraq şlak əmələ gətirir. Dəmirə az miqdarda karbon əlavə edildikdə möhkəm və davamlı olan yüngül polad alınır. Yüngül poladdan gəmilərin, avtomobillərin, maşınların, soyuducuların və s. hazırlanmasında istifadə olunur. Dəmirə nikel və xrom əlavə edildikdə paslanmayan polad alınır. Bu cür poladdan mətbəx əşyaları, tibbi ləvazimatlar, kimya sənayesi üçün avadanlıqlar və s. hazırlanır.

**Bilir-siniz-mi?**

Sənayedə oksigen konvertoru üsulu ilə 40 dəqiqə ərzində təqribən 350 ton orta keyfiyyətli polad istehsal etmək olar.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

1. Domna qazının tərkibi  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$  və  $\text{CO}_2$ -dən ibarətdir. Domna qazının orta molyar kütləsi 30 q/mol olarsa, onun tərkibindəki karbon dioksidin həcm payını faizlə hesablayın.
2. Tərkibində 80%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  olan 400 ton filizdən 50% çıxımla neçə ton dəmir almaq olar?

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Keçid elementlərinə hansı elementləri misal göstərmək olar? Bu elementlər qələvi və qələvi-torpaq metallarından hansı xassələrinə görə fərqlənir?
2. Dəmir təbiətdə hansı minerallar şəklində tapılır? Bu mineralların kimyəvi formulu necədir?
3. Çuqun istehsalı prosesini tənliliklərlə təsvir edin.
4. Paslanmayan polad hazırlamaq üçün dəmirdən başqa hansı metallardan istifadə olunur?
5. Çuqundan polad necə alınır?
6. Nə üçün azkarbonlu polad dəmirdən daha davamlıdır? Cavabınızı əsaslandırın.

## 4.5 Korroziya

Bizi əhatə edən mühitdə bir çox əşyalar, xüsusilə də metal məmulatlar zaman keçdikcə xarici mühitin təsiri altında tədricən aşınır və öz ilkin keyfiyyətini itirir. Dəmir məmulatlar və dəmirin ərintilərindən – polad və çuqundan hazırlanmış əşyalar da müəyyən müddətdən sonra paslanma prosesinə məruz qalır. Bu proses metalın möhkəmliyini azaldır, görünüşünü korlayır və istismar müddətini qısaldır.



- Dəmirin paslanması nə ilə əlaqədardır?
- Nə üçün bəzi metallar paslanmır?

Havadakı kimyəvi maddələrin, yağışın, qarın və torpağın nəmliyinin təsiri altında metal materiallar tədricən parçalanaraq **korroziya** prosesinə (latınca *corrosio* – yeyilmə deməkdir) məruz qalır.

**Açar sözlər** korroziya, paslanma, kimyəvi korroziya, elektrokimyəvi korroziya

Korroziya – ətraf mühitin təsiri nəticəsində metalların və ərintilərin dağılmasıdır.

Metalların və ərintilərin korroziyası zamanı oksidləşmə-reduksiya reaksiyaları baş verir. Bu reaksiyalar nəticəsində metal atomları ətraf mühitdə olan maddələr ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq oksidləşir. Bu zaman metal sərbəst haldan kimyəvi birləşmələrə – oksidlərə, xloridlərə, sulfidlərə, hidrokislərə və s. çevrilir.

### Fəaliyyət

#### Korroziyaya hansı amillər təsir edir?

**Ləvazimat:** sınaq şüşələri, dəmir mismarlar, kalsium xlorid, bitki yağı, distillə suyu, xörək duzu məhlulu.

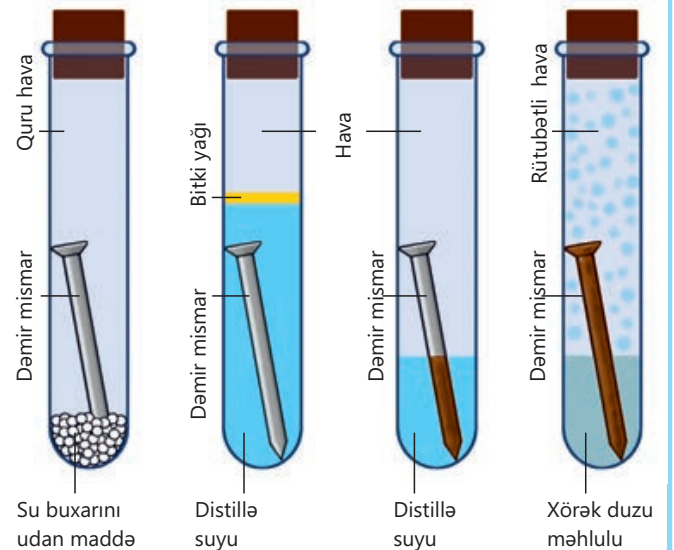
Dörd ədəd sınaq şüşəsinin hər birinə 1 ədəd eyniölçülü dəmir mismar yerləşdirin.

1-ci sınaq şüşəsinə bir qədər kalsium xlorid duzu (kalsium xloridin istifadə olunmasında məqsəd havadakı su buxarının udulmasıdır) əlavə edib ağzını tıxacla bağlayın.

2-ci sınaq şüşəsinə dəmir mismar örtülənə qədər qaynadılmış distillə suyu və 5–6 ml bitki yağı əlavə edib sınaq şüşəsinin ağzını tıxacla bağlayın.

3-cü sınaq şüşəsinə distillə suyu əlavə edin və sınaq şüşəsinin ağzını tıxacla bağlayın.

4-cü sınaq şüşəsinə müəyyən qədər xörək duzu məhlulu əlavə edin və sınaq şüşəsinin ağzını tıxacla bağlayın.



#### Müzakirə edin:

1. Hansı halda dəmir mismarın korroziyası az, hansı halda daha çox oldu?
2. Korroziya distillə suyunda, yoxsa xörək duzu məhlulunda daha sürətlə baş verdi?
3. Bitki yağından istifadə etməkdə məqsəd nədir?



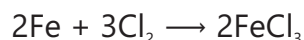
Dəniz kənarında yerləşən abidələr havanın yüksək rütubətli olması səbəbindən daha sürətlə aşınır və zaman keçdikcə sıradan çıxır.

Bilir-siniz-mi?

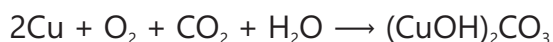
Hesablamalar göstərir ki, korroziyanın dünya üzrə illik iqtisadi zərəri təxminən 2–2,5 trilyon ABŞ dolları həcmindədir.

Korroziya iki qrupa bölünür: **kimyəvi korroziya** və **elektrokimyəvi korroziya**.

Kimyəvi korroziya metalın elektrolit iştirak etmədən, yəni quru mühitdə (qazlar mühitində) kimyəvi maddələrlə (oksigen, xlor və s.) birbaşa reaksiyası nəticəsində dağılmasıdır.

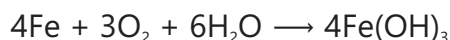


Elektrokimyəvi korroziya metalın nəm mühitdə (kran suyu, duzlu su, turşu məhlulu və s.) baş verən elektrokimyəvi proseslər nəticəsində dağılmasıdır. Havanın və suyun təsiri ilə mis və bürünc məmulatların səthində yaşıl təbəqənin əmələ gəlməsini elektrokimyəvi korroziyaya misal göstərmək olar.



Elektrokimyəvi korroziya kimyəvi korroziyaya nisbətən daha sürətlə baş verir.

Metallardan dəmir daha çox korroziyaya uğrayır. Dəmirin korroziyası **paslanma** adlanır. Dəmirdən hazırlanmış məmulatlar rütubətli havada saxlanıldıqda səthində **pas** əmələ gəlir. Dəmirin paslanma reaksiyasını aşağıdakı tənliklə ifadə etmək olar:



### Korroziyadan mühafizə



Xromlanmış su kranı

Metalların və ərintilərin korroziyası dünya iqtisadiyyatına böyük ziyan vurur. Belə ki, korroziya nəticəsində avadanlıqlar, mexanizmlər, maşınlar, metal konstruksiya və s. sıradan çıxır. Eyni zamanda korroziya ciddi ekoloji problemlərə gətirib çıxarır.

Korroziya nəticəsində sıradan çıxmış boru hissələrindən neft, qaz və digər təhlükəli maddələrin atılması ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olur. Bu isə canlılar, eləcə də insanlar üçün təhlükəlidir.

Götürülən metaldan, şəraitdən və metal məmulatın istifadə sahəsindən asılı olaraq metalların korroziyasının qarşısını almaq üçün müxtəlif üsullar tətbiq edilir.

Bu üsullardan ən çox istifadə olunan metal məmulatın səthinə qoruyucu örtüklərin çəkilməsidir. Bu zaman metal hava və su ilə təmasda olmadığına görə korroziyaya uğramır. Metal məmulatın səthini qorumaq üçün metal (xrom, nikel, sink, gümüş, qalay və s.) və qeyri-metal örtüklərdən (laklar, boyalar, yağlar və s.), həmçinin ərintilərdən (bürünc, tunc və s.) istifadə olunur.

Metal məmulatları korroziyadan qorumaq üçün istifadə olunan üsullardan biri də başqa bir metalın korroziyaya uğramasına imkan yaratmaqdır. Bu zaman qorunan



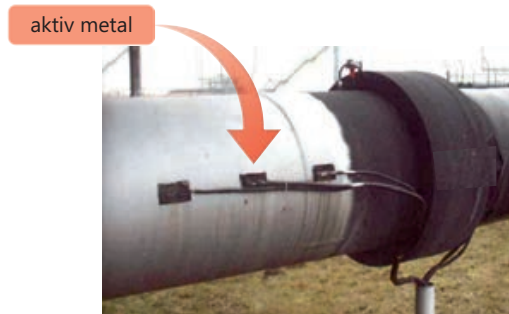
Nikellənmiş çaydan



Sinklənmiş vedrə

metala ondan aktiv olan metal parça birləşdirilir, aktiv metal korroziyaya uğrayır və məmulatın hazırlandığı metalı korroziyadan qoruyur. Məsələn, poladdan hazırlanmış gəminin yanına, neft platformasının dayacağına və borulara maqnezium parçası bərkidildikdə o, korroziyaya uğrayaraq dəmirin paslanmasının qarşısını alır.

Korroziya ilə effektiv mübarizə üsullarına korroziyanın sürətini azaldan maddələrdən – inhibitorlardan istifadəni və korroziyadavamlı ərintilərin hazırlanmasını (məsələn, xrom və nikel əlavə edilmiş paslanmayan polad) xüsusi qeyd etmək olar.



Aktiv metal polad borunu korroziyadan qoruyur

• DÜŞÜN  
• MÜZAKİRƏ ET  
• PAYLAŞ

Metalların aktivlik sırasında xrom metalı dəmirdən əvvəldə yerləşməsinə baxmayaraq, korroziyaya qarşı daha davamlıdır. Sizcə, bu nə ilə əlaqədardır?

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

1. Dəmir məmulatın səthinin pasdan təmizlənməsi üçün hansı maddələrdən istifadə etmək olar? Bu zaman baş verən kimyəvi prosesin reaksiya tənliyini yazın.
2. Hansı metalların iştirakında dəmirin korroziyası artar? Cavabınızı əsaslandırın.  
1. Al    2. Cr    3. Zn    4. Cu    5. Ag

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Korroziya nədir? Kimyəvi və elektrokimyəvi korroziyaya aid misallar göstərin.
2. Su mühitində dəmirin korroziyasına səbəb hansı oksidləşdirici maddə ola bilər?
3. Sənaye müəssisələrinin yaxınlığında dəmirin paslanması daha sürətlə baş verir. Sizcə, bu nə ilə əlaqədardır?
4. Dəmirin paslanmasını artıran və azaldan amilləri göstərin. Hansı şəraitdə dəmir daha intensiv paslanır?
5. Eyni şəraitdə hansı metaldan hazırlanmış məmulatın paslanması daha tez baş verir? Səbəbini izah edin.  
1) Tərkibində qarışıqlar olan dəmir parçası  
2) Səthi qalayla örtülmüş dəmir parçası
6. Qışda buzların əriməsi üçün avtomobil yollarına duz səpilir. Bunun korroziya prosesinə təsiri varmı? Cavabınızı əsaslandırın.

# Elm, texnologiya, həyat

Maqnitləri bu gün müasir texnologiyaların “gizli qəhrəmanları” adlandırmaq olar. Onlar energetika, elektronika, nəqliyyat, tibb, robototexnika və məişət texnologiyalarında geniş tətbiq olunur.

Təbii maqnitlərin əsas tərkibi maqnetitdən ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$  və ya  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ibarətdir. Süni maqnitlər isə, əsasən, dəmir, nikel və kobaltdan, həmçinin onların ərintilərindən hazırlanır.



Elektrik mühərriklərində maqnit sahəsi elektrik enerjisini mexaniki enerjiyə çevirir.



Maqnit levitasiyalı qatarların sürtünməsiz hərəkət etməsi üçün güclü maqnit sahələrindən istifadə edilir. Bu texnologiya yüksək sürət və enerji səmərəliliyi ilə seçilir.



Generatorlarda isə əks proses baş verir. Məsələn, külək-elektrik stansiyalarında külək enerjisi maqnit sahəsinin təsiri ilə elektrik enerjisinə çevrilir.



Elektronika və informasiya texnologiyaları sahəsində maqnitlərin rolu çox böyükdür. Sərt disklərdə məlumatların saxlanması maqnit sahəsi vasitəsilə həyata keçirilir.



Tibb sahəsində maqnitlər diaqnostika və müalicə məqsədləri üçün istifadə olunur. Maqnit-rezonans tomoqrafiyası (MRT) insan orqanizmini zərərsiz şəkildə görüntüləmək üçün güclü maqnit sahəsindən istifadə edən müasir tibbi üsuldur.



Dinamiklər, qulaqlıqlar və mikrofonlar maqnitlərin köməyi ilə səsi elektrik signalına və ya əksinə çevirir.

Maqnit texnologiyalarının inkişafı gələcəkdə daha sürətli, təhlükəsiz və effektiv texniki sistemlərin yaradılmasına imkan verəcəkdir.

**Təcrübə 1. Müxtəlif metalların iştirakında korroziyanın sürəti**

Dəmir parçasının səthini təmizləyin və onu mis(II) sulfat və ya mis(II) xlorid məhlulunda 2-3 dəqiqə saxlayın. Sonra dəmir parçasını məhluldan çıxarın və səthini ehtiyatla yuyun. Bu zaman dəmir parçasının səthi mis metalı ilə örtüləcəkdir. Bu dəmir parçasını sınaq şüşəsinə yerləşdirin. İkinci sınaq şüşəsinə isə ya sinklənmiş dəmir parçası, yaxud sink metalını dəmir parçasına bərkidərək qoyun. Üçüncü sınaq şüşəsinə təmiz dəmir parçası yerləşdirin. Hər üç sınaq şüşəsinə 1-2 ml xlorid turşusu əlavə edin. Hər üç sınaq şüşəsində metalların həllolma sürətinə diqqət edin.

5 dəqiqədən sonra dəmir parçalarını çıxarın və sınaq şüşələrinə 2-3 damcı kalium heksasianoferat(III) əlavə edib qarışdırın. Məhlulun göy rənglə boyanması mühitdə ikivalentli dəmir ionlarının mövcudluğunun göstəricisidir. Rəngin intensivliyinə əsaslanaraq dəmirin həllolmuş miqdarı haqqında nəticə çıxarın. Dəmirin həllolmasına sink və mis metallarının necə təsir etdiyini müəyyən edin.

**Təcrübə 2. Mühitin pH-nın metalların korroziyasına təsiri**

İki sınaq şüşəsinin hər birinə dəmir parçası yerləşdirin. Sınaq şüşələrindən birinə 2-3 damcı xlorid turşusu, digərinə isə 2-3 damcı kalium hidroksid məhlulu əlavə edin. 30 dəqiqədən sonra metal parçalarını çıxarın və sınaq şüşələrinə 2-3 damcı kalium heksasianoferat(III) və xlorid turşusu əlavə edin. Məhlulları qarışdırın və məhlulun rənginə əsasən pH-ın korroziyanın sürətinə təsiri haqqında nəticə çıxarın.

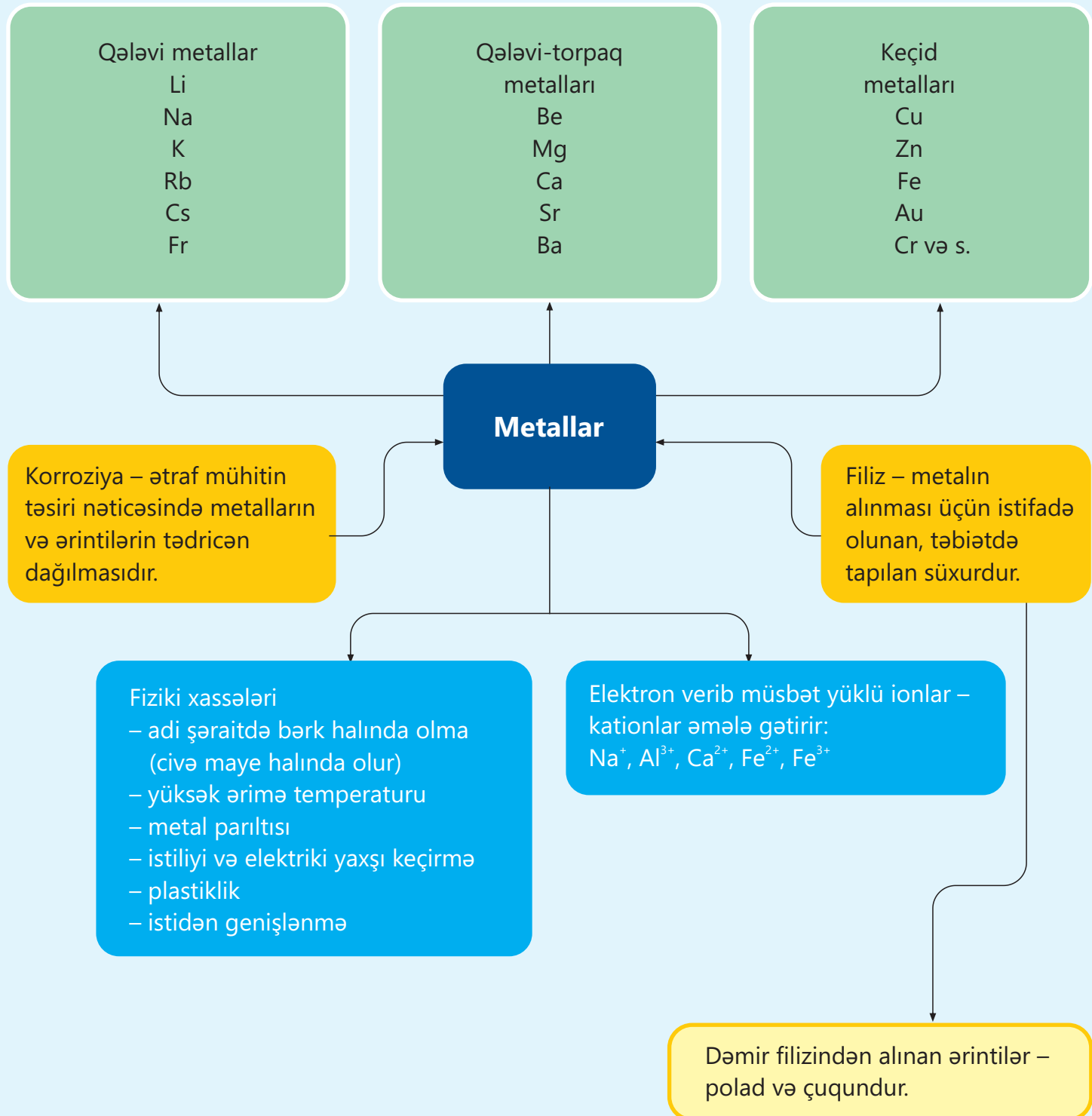
**Təcrübə 3.  $\text{Cl}^-$  ionlarının alüminiumun korroziyasına təsiri**

İki sınaq şüşəsinin hər birinə alüminium parçası yerləşdirin. Sınaq şüşələrindən birinə mis(II) sulfat məhlulu, digərinə isə mis(II) xlorid məhlulu əlavə edin. Korroziyanın hansı sınaq şüşəsində sürətlə getdiyini qeyd edin. Mis(II) sulfat məhlulu olan sınaq şüşəsinə bir neçə natrium xlorid kristalları əlavə edin. Baş verən dəyişikliyi qeyd edin. Xlorid ionlarının korroziyanın sürətinə təsiri haqqında nəticə çıxarın.

**Təcrübə 4. Metal örtüklərin və inhibitorların korroziyaya təsiri**

İki sınaq şüşəsinin hər birinə 1 ml xlorid turşusu və iki-üç damcı kalium heksasianoferat(III) əlavə edin. Sınaq şüşələrindən birinə sinklənmiş dəmir, digərinə isə qalaylanmış dəmir parçası daxil edin. Hansı sınaq şüşəsində məhlulun daha intensiv göy rəngə boyanmasını qeyd edin.

İki sınaq şüşəsinin hər birinə sink parçası yerləşdirin. Sınaq şüşələrinə 1 ml xlorid turşusu əlavə edin. Sonra sınaq şüşələrindən birinə inhibitor kimi 1-2 damcı anilin əlavə edin. Hansı sınaq şüşəsində sink daha tez korroziyaya uğrayır? Səbəbini izah edin.



# Ümumiləşdirici tapşırıqlar

**1. Metalların xarakterik xassələrinə 3 nümunə göstərin. Bu xassələr ilə əlaqəli metalların tətbiq xassələrini sadalayın.**

**2. Şagird laboratoriyada natriumu kerosindən çıxardı, səthini təmizləyib filtr kağızı ilə qurutdu. Sonra ondan kiçik bir parça kəsib ehtiyatla yarısına qədər su doldurulmuş şüşə qaba əlavə etdi. Bu zaman alov əmələ gəldi.**

- a. Natrium niyə kerosində saxlanılır?
- b. Bu hadisə zamanı baş verən reaksiyanın tənliyini yazıb əmsallaşdırın.
- c. Bu zaman alovun əmələ gəlməsinin səbəbi nədir?

**3. Çaydanda uzun müddət kran suyu qaynatdıqda dibində ərp əmələ gəlir.**

- a. Ərpin əmələ gəlməsinin səbəbi nədir?
- b. Bu zaman hansı reaksiya baş verir?
- c. Ərpin təmizlənməsi üçün nə təklif edərdiniz?

**4. Tərkibində 4% dəmir olan filizdən 80% çıxımla 20 kq dəmir alınmışdır. Dəmir filizinin kütləsini (kq) hesablayın.**

**5. Domna sobasında dəmir(III) oksiddən dəmirin alınması zamanı hansı proses baş verir?**

- A) Dəmir(III) oksidin oksigenlə oksidləşməsi
- B) Dəmir(III) oksidin alüminiumla reduksiyası
- C) Dəmir(III) oksidin karbon monooksidlə reduksiyası
- D) Dəmir(III) oksidin karbonla oksidləşməsi
- E) Dəmir(III) oksidin alüminiumla oksidləşməsi

**6. Eyni kütlədə götürülmüş oksigenlə tam reaksiyaya daxil olan litium ( $m_1$ ), natrium ( $m_2$ ) və kaliumun ( $m_3$ ) kütlələrinin azalması sırasını müəyyən edin.**

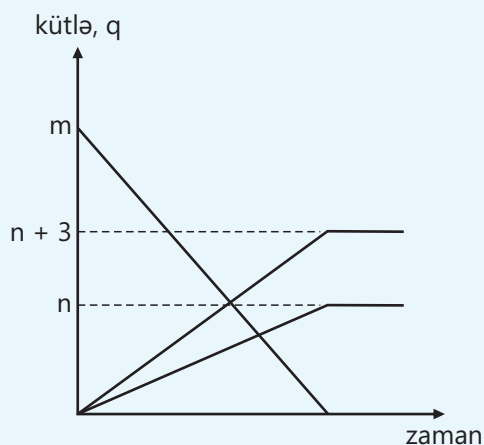
### 7. Hansı ifadələr doğrudur?

1. Paslanma oksidləşmə-reduksiya prosesidir
2. Havada karbon qazının olması paslanmanın sürətini azaldır
3. Pası xlorid turşusu ilə təmizləmək olar
4. Rütubətli havada dəmir daha tez paslanır

### 8. Sahil zonasında yerləşən polad körpüdə korroziya sürətlə gedir.

- a. Bu hadisənin səbəbini izah edin.
- b. Körpünün korroziyadan mühafizə olunması üçün hansı metallardan istifadə etmək olar? Cavabınızı əsaslandırın.

### 9. Kalsium karbonatın ( $\text{CaCO}_3$ ) qızdırılmaqla parçalanma qrafikinə əsasən n və m-in qiymətini hesablayın.



### 10. $n_1 < n_3 < n_2$ olarsa, X, Y və Z metallarının atom radiusunun azalma sırasını göstərin.

| Qələvi metal | Kütləsi, q | Artıq miqdarda su ilə reaksiyasından alınan hidrogenin kütləsi, q |
|--------------|------------|-------------------------------------------------------------------|
| X            | m          | $n_1$                                                             |
| Y            | m          | $n_2$                                                             |
| Z            | m          | $n_3$                                                             |

# bölmə 5

## Hava və su

İngilis alimi Cozef Pristli 1774-cü ildə qapalı şüşə qabın içərisində şam yandırmış, bir müddət keçdikdən sonra həmin şamın söndüyünü müşahidə etmişdir. Pristli daha sonra eyni qabda bir siçan saxlamış və onun da müəyyən vaxtdan sonra öldüyünü qeyd almışdır. Bu müşahidələr əsasında alim belə nəticəyə gəlmişdir ki, qapalı mühitdə hava dəyişir və bu mühit nə yanmanı, nə də canlıların həyat fəaliyyətini təmin edə bilər. Təcrübənin növbəti mərhələsində Pristli həmin qabın içərisinə yaşıl bitki yerləşdirmiş və bir neçə gün gözləmişdir. Bundan sonra şam yenidən yandırıldıqda onun əvvəlki təcrübə ilə müqayisədə daha uzun müddət yandığını müşahidə etmişdir.



- Aparılan bu təcrübə havanın tərkibi haqqında mühüm elmi nəticələrin əldə edilməsinə səbəb olmuşdur. Məlum olmuşdur ki, hava tək bir maddədən deyil, müxtəlif qazlardan ibarət qarışıqdır və bu qazlardan biri həm yanma, həm də tənəffüs üçün xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Sonralar bu qaz oksigen adlandırılmışdır. Bu kəşf ilə havanın tərkibinin öyrənilməsinə, qazların ayrılmasına və kimya elminin inkişafına mühüm töhfə verilmişdir.
- 1. Sizcə, qapalı məkanda şamın sönməsinin əsas səbəbi nədir?  
2. Bitkinin olduğu qabdakı hava niyə yenidən “yararlı” hala gəlmişdi?  
3. Havanın tərkibində hansı qazlar var?  
4. Havanın tərkibində baş verən dəyişikliklər canlıların həyat fəaliyyətinə və ətraf mühitə necə təsir göstərə bilər?

### Bölmədə öyrənəcəksiniz

- Havanın əsas hissəsini azot və oksigen qazları təşkil edir, onun tərkibində az miqdarda karbon dioksid, su buxarı, arqon və digər nəcib qazlar da var
- Havanı çirkəndirən əsas maddələr karbon monooksid, kükürd dioksid, azot oksidləri və qurğuşun birləşmələridir
- Havanın çirkənlənməsinin qarşısının alınması üçün müxtəlif üsullardan istifadə olunur
- Suyun təmizlənməsi üçün bərk çirkəndiricilərin təmizlənməsi və dezinfeksiya prosesi aparılır, təmizlənmiş su rezervuarlarda saxlanılır
- İstixana qazları ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  və s.) atmosferdə istiliyi udur və onun kosmosa yayılmasının qarşısını alır
- Yer kürəsində orta temperaturun ildən-ilə yüksəlməsi global istiləşmə adlanır

## 5.1 Hava

Alpinist yüksək dağa qalxdıqca özünü yorğun və halsız hiss edir. Havanın rəngi dəyişmir, amma nəfəs almaq əvvəlkindən daha çətin olur.



- Sizcə, yüksəklik artdıqca havanın tərkibində nə dəyişir?
- Havanın tərkibi ilə sıxlığı arasında hansı əlaqə ola bilər?
- Niyə alpinistlər bəzən oksigen balonundan istifadə edirlər?

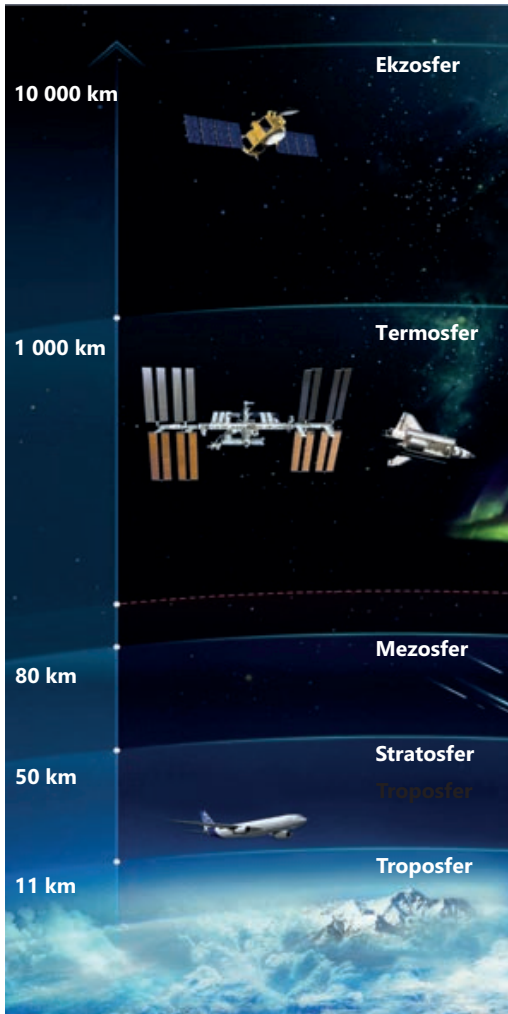
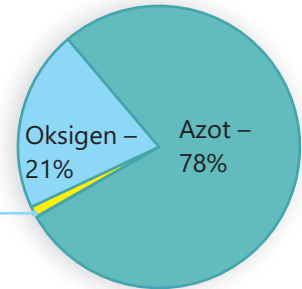
**Açar sözlər** havanın tərkibi, maye havanın fraksiyalı distilləsi, oksigen, nəcib qazlar

### Havanın tərkibi

Atmosfer Yer kürəsini əhatə edən qaz örtüyüdür. Biz atmosferin ən aşağı qatı olan troposferdə yaşayırıq. Hava burada Yer kürəsinin cazibə qüvvəsinin təsiri nəticəsində daha sıx halda olur. Yuxarı qalxdıqca havanın sıxlığı sürətlə azalır. Atmosfer kütləsinin təxminən 75%-i troposferdə yerləşir. Hava tək bir maddədən deyil, müxtəlif qazlardan ibarət qarışıqdır. Onun əsas hissəsini (həcmcə 99%-ni) azot və oksigen qazları təşkil edir. Havada həmçinin az miqdarda karbon dioksid, su buxarı, arqon və digər nəcib qazlar da olur.

Havanın həcmcə 1%-i aşağıdakı qazlardan ibarətdir:

- arqon
- karbon dioksid
- su buxarı
- az miqdarda digər nəcib qazlar (helium, neon, kripton və ksenon)



Havada onun əsas tərkib hissələri olan azot və oksigen qazlarının miqdarı, demək olar ki, sabitdir. Lakin bəzi amillərdən asılı olaraq havanın tərkibi yerli şəraitə görə cüzi fərqlənə də bilər. Belə ki, hava şəraitindən asılı olaraq atmosferdəki su buxarının miqdarı dəyişir. Məsələn, rütubətli günlərdə havanın tərkibindəki su buxarının payı digər günlərə nisbətən daha çox olur. İri şəhərlərdə və sənaye mərkəzlərində yanacağın yanması nəticəsində atmosfərə karbon monooksid, karbon dioksid və kükürd dioksid kimi zərərli qazlar –

çirkəndiricilər daha çox atılır. Hava daim hərəkətdə olduğuna görə bu çirkəndiricilər daha geniş ərazilərə yayılır.

İnsan orqanizminin həyat fəaliyyəti üçün oksigen xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Hüceyrələrimizdə enerji hasilatı yalnız oksigenin iştirakı ilə baş verən biokimyəvi proseslər sayəsində mümkündür. Lakin elə yerlər var ki, orada tənəffüs üçün kifayət qədər oksigen qazı yoxdur. Bu səbəbdən insanlar həmin mühitlərdə xüsusi texniki avadanlıqlardan istifadə etməyə məcburdurlar. Məsələn, suyun dərinliklərinə enən dalgıclar tənəffüs edə bilmirlər. Bu məqsədlə onlar özləri ilə sıxılmış hava, yaxud xüsusi qaz qarışıqları – oksigen-helium və ya oksigen-azot qarışıqları ilə doldurulmuş balonlar götürürlər. Kosmik fəzada da hava olmadığı üçün astronavtlar həm kosmik gəmilərin daxilində, həm də açıq kosmosa çıxdıqda oksigen ehtiyatı ilə təmin edirlər.



### Fəaliyyət

#### Havada olan oksigenin həcm payının hesablanması

**Ləvazimat:** şpris, Bunsen alovu, istiyədavamlı şüşə boru, mis tellər.

#### Təlimat:

**Addım 1.** İstiyədavamlı şüşədən hazırlanmış borunun içərisini mis tellərlə doldurun.

**Addım 2.** A və B şprislərini bu şüşə boru vasitəsilə bir-biri ilə birləşdirin.

**Addım 3.** A şprisinə  $100 \text{ sm}^3$  hava doldurun. Şüşə borunu Bunsen alovu ilə qızdırın.

**Addım 4.** Qızdırılmanı dayandırmadan A şprisinin pistonunu yavaş-yavaş irəli itələyin və havanı B şprisinə ötürün. A şprisi boşaldıqda B şprisinin pistonunu itələyərək havanı yenidən A şprisinə qaytarın. Bu prosesi bir neçə dəfə təkrar edin. Hava irəli-geri hərəkət etdikcə onun tərkibindəki oksigen qızdırılmış mislə reaksiyaya daxil olur və mis qaralır. Bu prosesi qazın həcmi sabit qalana qədər davam etdirin.

**Addım 5.** Bir neçə dəqiqədən sonra qızdırılmanı dayandırın və qurğunun soyumasını gözləyin. Daha sonra bütün qazı bir şprisə yığın və həcmi ölçün.

**Addım 6.** Yaranmış fərqə əsasən havanın tərkibində olan oksigenin həcm payını hesablayın.



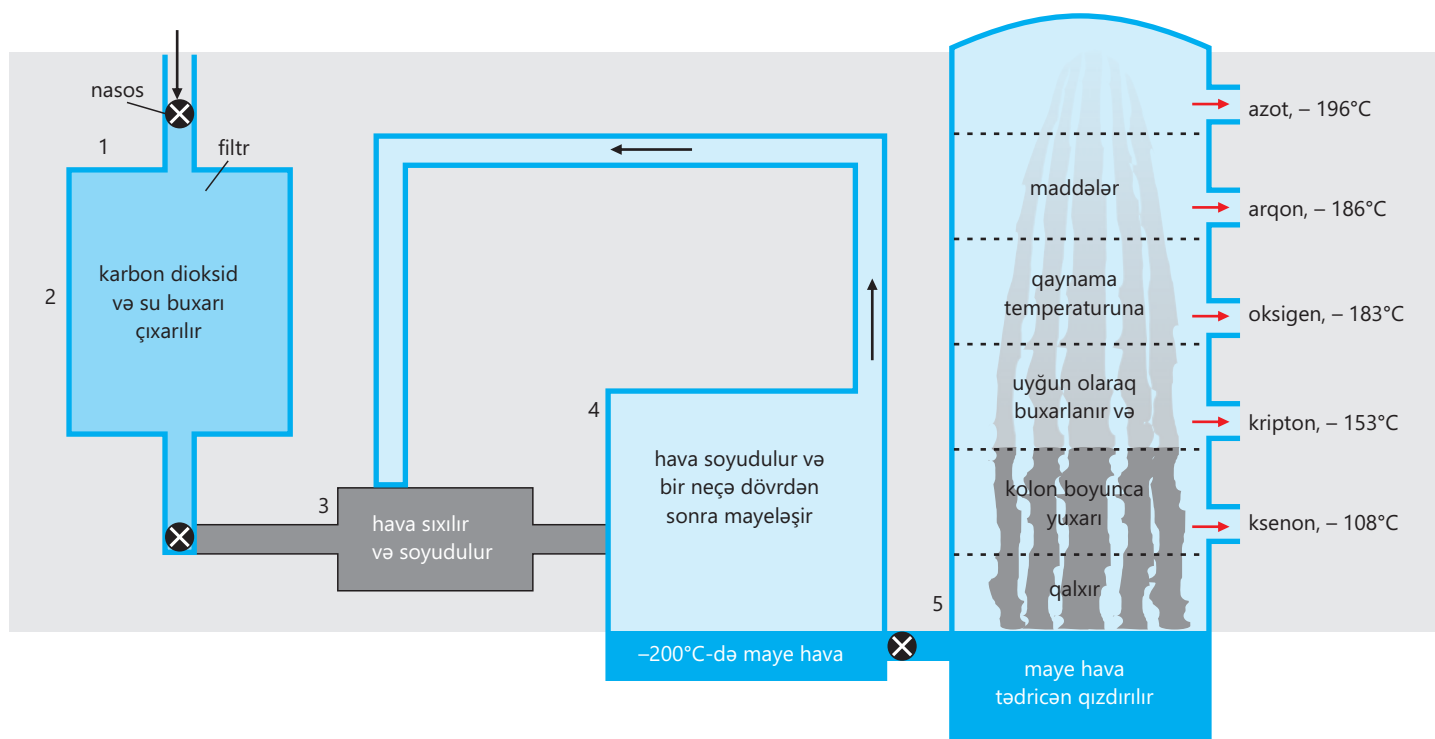
#### Müzakirə edin:

1. Təcrübə zamanı mis tellərin qaralmasının səbəbi nədir? Bu dəyişiklik hansı kimyəvi reaksiyanın nəticəsini göstərir?
2. Havanı A və B şprisləri arasında bir neçə dəfə irəli-geri ötürməkdə məqsəd nədir?
3. Təcrübənin sonunda qaz həcmi azalmasının əsas səbəbi nədir? Havanın bütün tərkib hissələri deyil, niyə yalnız bir hissəsi azalır?

### Havadan qazların ayrılması və tətbiqi

Hava müxtəlif qazlardan ibarət qarışıqdır və onların əksəriyyəti fərqli sahələr üçün çox əhəmiyyətlidir. Lakin bu qazlardan səmərəli istifadə

etməkdən ötrü əvvəlcə onların bir-birindən ayrılması zəruridir. Qazların ayrılması üçün xüsusi və səmərəli üsul tətbiq olunur. Bu zaman hava əvvəlcə soyudularaq maye halına keçirilir, daha sonra isə alınmış maye qarışıq fraksiyalı distillə üsulu ilə tərkib hissələrinə ayrılır. Bu üsul sxematik olaraq aşağıdakı şəkildə təsvir edilmişdir.



1. Əvvəlcə hava qurğuya verilir və toz hissəciklərini təmizləmək məqsədilə süzgəcdən keçirilir.
2. Sonra havanın tərkibində olan su buxarı, karbon dioksid və digər çirkləndirici maddələr kənarlaşdırılır. Çünki bu maddələr aşağı temperaturda donub boruların tutulmasına səbəb ola bilər. Bu mərhələ zamanı hava əvvəlcə soyudulur və su buxarı kondensasiya olunaraq maye halına keçir. Daha sonra hava adsorbent maddələrlə doldurulmuş təbəqələrdən keçirilir ki, karbon dioksid və digər çirkləndiricilər tutulub saxlanılsın.
3. Hava kiçik həcmə malik sistemdə sıxılır, bu proses isə havanın qızmasına səbəb olur. Sonra şəkildə göstərilədiyi kimi, soyuq havanın dövriyyəsi hesabına hava yenidən soyudulur.
4. Soyudulmuş və sıxılmış hava darboğazlı borudan keçərək daha geniş bir sahəyə buraxılır. Havanın sürətlə genişlənməsi onun temperaturunun kəskin şəkildə aşağı düşməsinə səbəb olur. Bu sıxılma və genişlənmə mərhələləri bir neçə dəfə təkrar edilir və hava daha da soyuyur. Təxminən  $-200^{\circ}\text{C}$  temperaturda hava maye halına keçir. Bu zaman neon və helium hələ də qaz halında qalır və digər qazlardan ayrılır. Bu qazları isə aktivləşdirilmiş kömür üzərində adsorbsiya üsulu ilə bir-birindən ayırırlar.

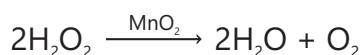
5. Alınmış maye hava fraksiyalasdırıcı kolona ötürülür və burada tədricən qızdırılır. Qazlar şəkildə göstəriləyi kimi qaynama temperaturlarına uyğun olaraq ardıcıl şəkildə buxarlanır və ayrı-ayrı çənlərdə toplanır.

### Oksigen

Havanın əsas tərkib hissələrindən biri olan oksigen Yer üzərində həyatın mövcudluğu üçün çox zəruri maddədir. O, rəngsiz, qoxusuz qazdır, təbiətdə həm sərbəst ( $O_2$ ), həm də birləşmələr (su ( $H_2O$ ), qum ( $SiO_2$ ) və s.) şəklində geniş yayılmışdır.

Oksigen canlıların tənəffüsündə iştirak edən əsas qaz olmaqla yanaşı, kimyəvi cəhətdən fəal elementdir. Bu qaz bir çox maddələrlə reaksiyaya daxil olaraq oksidləşmə proseslərinin baş verməsini təmin edir. Oksigen yanma prosesini təmin etməsinə baxmayaraq özü yanıcı maddə hesab edilmir.

Oksigen laboratoriya şəraitində manqan(IV) oksid katalizatoru iştirakında hidrogen peroksidin məhlulda parçalanması yolu ilə alınır. Bu reaksiya nəticəsində su və oksigen əmələ gəlir.



Quru oksigen tələb olunmadıqda oksigen qazını tərsinə çevrilmiş qabda toplayırlar. Oksigen suda çox az həll olduğu üçün sudan keçərkən itmir və qaba yığılır. Qab oksigenlə dolduqca onun içərisindəki su tədricən aşağı düşür. Suyun səviyyəsinə görə qabın qazla dolub-dolmadığını asanlıqla müəyyən etmək mümkündür. Bu üsulla toplanmış oksigen sudan keçdiyi üçün tərkibində az miqdarda su buxarı olur və buna görə də tam quru hesab edilmir. Oksigen qazı közərmiş çöp ilə təyin edilir. Belə ki, oksigen qazı olan sınaq şüşəsinə daxil edilmiş közərmiş çöp alışıb yanır.

### Nəcib (təsirsiz və ya inert) qazlar

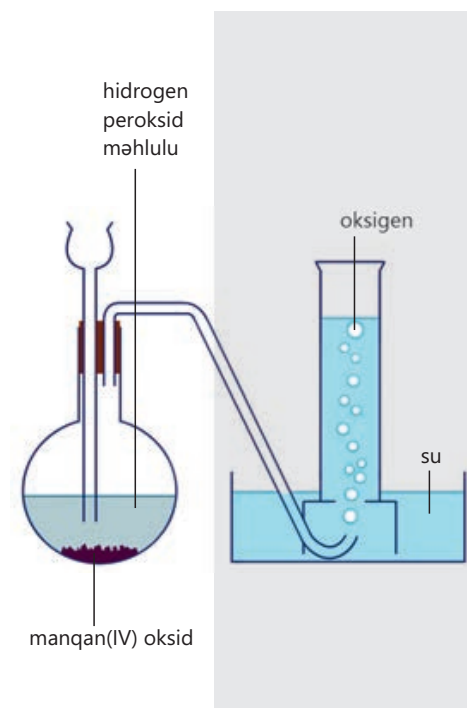
Nəcib qazlar dövri cədvəlin 18-ci qrupunu (VIIIA) təşkil edən qazlardır. Nəcib qazlara helium, neon, arqon, kripton və ksenon aiddir. Bu qazlar adi şəraitdə rəngsiz və qoxusuz olur. Nəcib qazlar kimyəvi cəhətdən çox passivdir, yəni əksər maddələrlə reaksiyaya daxil olmur. Buna görə də onlar nəcib (təsirsiz və ya inert) qazlar adlanır. Bu qazlar təbiətdə sərbəst halda mövcud olur. Elektron quruluşlarının stabilliyi onların reaksiyaya daxil olmamasının əsas səbəbidir. Bu xüsusiyyətlərinə görə nəcib qazlardan bir çox elmi-texniki sahələrdə istifadə edilir.



Xəstəxanalarda tənəffüs problemi olan xəstələrə oksigen verilir. Oksigen xəstələrə oksigen maskası vasitəsilə və ya oksigen çadırında çatdırılır. Oksigen çadırı çarpayının üzərinə qoyulan plastik örtükdür, onun içərisinə oksigenlə zəngin hava verilir.

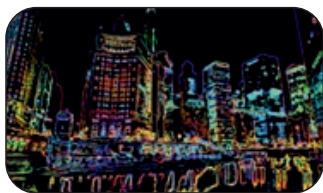


Metallurgiya sənayesində oksigendən çuqunun polada çevrilməsi prosesində istifadə olunur. Oksigenlə asetilen qazının qarışığından metalların kəsilməsi və qaynağı üçün istifadə edilir. Bu qaz qarışığı yandıqda çox yüksək temperatur yaranır və metal əridilərək kəsilir.





Aşağı təzyiq altında neon (Ne) qazından elektrik cərəyanı keçdikdə ətrafa parlaq qırmızı rəngli işıq saçılır. Bu xüsusiyyətinə görə reklam lövhələrində və işıq indikatorlarında neon qazından geniş istifadə olunur.



Arqon (Ar) kimyəvi reaksiyalara daxil olmadığı üçün metallurgiya və elektronika sənayesində qoruyucu mühit yaradılarkən ondan istifadə olunur. Məsələn, volfram lampaların daxilində metal telin oksidləşərək sıradan çıxmasının qarşısını almaq üçün lampanın daxili həcmi arqonla doldurulur.

Helium çox aşağı qaynama temperaturuna malik qazdır. Bu xüsusiyyətinə görə helium çox soyuq mühit yaratmaq üçün istifadə olunur.

Aşağı temperatur tələb edən qurğuların soyudulmasında heliumdan istifadə edilir. Helium yanmayan və çox yüngül qaz olduğu üçün hava şarları bu təhlükəsiz maddə ilə doldurulur. Həmçinin maye helium çox aşağı temperaturu ( $-269^{\circ}\text{C}$ ) təmin etdiyi üçün müasir tibbi cihazların (məsələn, maqnit rezonans tomoqrafiyası (MRT) cihazı) soyudulmasında istifadə olunur.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

1. Havanın tərkib hissələrinə ayrılması zamanı:
  - a. hava niyə əvvəlcə sıxılır, sonra genişləndirilir?
  - b. arqon nə üçün oksigendən əvvəl əldə edilir?
2. Everest dağının hündürlüyü 8,8 km-dən yüksəkdir. Alpinistlər zirvəyə qalxarkən özləri ilə oksigen balonu aparırlar. Bunun səbəbini izah edin.

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Aşağıdakı qazlar havanın həcmnin neçə faizini təşkil edir?
  - a. azot
  - b. oksigen
  - c. azot + oksigen
2. Havada azot həcmcə oksigendən təxminən neçə dəfə çoxdur?
3. Sizcə, havanın tərkibindəki qazlardan hansı daha çox reaksiya qabiliyyətlidir? Niyə?
4. Oksigen qazının iki tətbiq sahəsini göstərin.
5. Oksigen ilə asetilen qarışığı yanan zaman ayrılan istilik hava ilə asetilen qarışığı yandıqda ayrılan istilikdən daha çoxdur. Bunun səbəbini izah edin.

## 5.2 Havanın çirklənməsi

Meşələrlə zəngin olan bir bölgədə genişmiqyaslı ağac kəsimi aparılır. Eyni zamanda həmin ərazidə iri sənaye müəssisələri yaradılır və istehsal fəaliyyəti sürətlə artır. Bu dəyişikliklərdən sonra bölgədə havanın tərkibində fərqlər müşahidə olunur. Belə ki, bəzi günlər hava əvvəlki kimi aydın olmur və nəfəs almaq çətinləşir.



- **Meşələrin kəsilməsi havanın tərkibinə necə təsir göstərir?**
- **İri sənaye müəssisələrinin fəaliyyəti hava ilə bağlı hansı dəyişiklikləri yaradır?**
- **Bu dəyişikliklərin qısamüddətli və uzunmüddətli nəticələri nə ola bilər?**
- **Bu proseslər insanların sağlamlığına necə təsir göstərir?**

Hava Yer üzündə həyatın mövcudluğu üçün ən vacib təbii ehtiyatlardan biridir. Buna görə də təmiz və saf hava sağlam həyatın əsas şərtlərindən hesab olunur. Lakin müasir dövrdə sənayenin inkişafı, nəqliyyat vasitələrinin sayının artması və enerji ehtiyaclarının çoxalması nəticəsində atmosfərə hər il milyardlarla ton zərərli qaz buraxılır. Bu qazların böyük bir hissəsi fosil yanacaqların yandırılması zamanı əmələ gəlir.

**Açar  
sözlər**

fosil yanacaqlar,  
çirkləndiricilər,  
katalitik çevirici

### Fosil yanacaqlar

Fosil yanacaqlar milyonlarla il əvvəl yaşamış bitki və heyvan qalıqlarının yerin dərin qatlarında yüksək temperatur və təzyiq altında çevrilməsi nəticəsində yaranmışdır. Bu yanacaqlara kömür, neft və təbii qaz daxildir. Təbii qaz, əsasən, metandan ( $\text{CH}_4$ ) ibarətdir və digər fosil yanacaqlarla müqayisədə daha təmiz yanacaq hesab olunur. Buna baxmayaraq onun yanması zamanı karbon tərkibli qazlar əmələ gəlir. Kömür və neft müxtəlif maddələrin qarışığıdır. Bu maddələrin əsasını üzvi maddələr təşkil etsə də, onların tərkibində kükürd, azot və digər elementlər də olur. Yanma prosesi zamanı atmosfərə karbon monooksid, kükürd dioksid, azot oksidləri və digər zərərli maddələr buraxılır. Bu qazlar isə havanı çirkləndirir, insanların sağlamlığına mənfi təsir göstərir və müxtəlif ekoloji problemlərə səbəb olur.

Beləliklə, hava tədricən tullantı qazlarının toplandığı bir mühitə çevrilir. Bu vəziyyət təkcə insanların sağlamlığı üçün deyil, eyni zamanda bitkilər və heyvanlar, bütövlükdə ekosistem üçün təhlükə yaradır. Buna görə də havanın çirklənməsinin qarşısının alınması və daha təmiz enerji mənbələrinə keçid müasir dövrün ən vacib problemlərindən biri hesab olunur.



**Turşu yağışının laboratoriya modelinin hazırlanması**

**Ləvazimat:** natrium sulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), duru xlorid turşusu ( $\text{HCl}$ ), şəffaf stəkan və ya kiçik kolba, universal indikator və ya metiloranj, damcı pipeti.

**Təlimat:**

**Addım 1.** Stəkana az miqdarda natrium sulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) tökün.

**Addım 2.** Üzərinə bir neçə damcı duru xlorid turşusu damcıladın. Baş verən reaksiyanın tənliyi  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$  kimi olur.

**Addım 3.** Ayrılan qazın stəkanın içindəki nəm mühitlə təmasını təmin edin və onun məhlulunu hazırlayın.

**Addım 4.** Bu məhlula bir neçə damcı indikator əlavə edin və rəng dəyişikliyi müşahidə edin.

**Müzakirə edin:**

1. Məhlul hansı rəngə boyanır? Bu, məhlulda hansı mühitin əmələ gəlməsini göstərir?
2. Niyə kükürd dioksid ( $\text{SO}_2$ ) karbon dioksiddən ( $\text{CO}_2$ ) daha təhlükəlidir?
3. Bu təcrübə real atmosfer proseslərinin hansı hissəsini modelləşdirdi?
4. Nə üçün sənaye bölgələrində turşu yağışı riski daha yüksəkdir?

Havanı çirkləndirən əsas maddələr

| Çirkləndiricilər                                                           | Əmələ gəlməsi                                                                                                                                                                                                                   | Zərərli təsiri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Karbon monooksid (<math>\text{CO}</math>)</b>                           | Fosil yanacaqlardakı karbon birləşmələrinin natamam yanması zamanı əmələ gəlir. Əsasən, avtomobil mühərriklərində və sobaların daxilində yaranır.                                                                               | Çox az miqdarı belə zəhərlidir. Qanda olan hemoglobin ilə birləşir və oksigenin toxumalara daşınmasına mane olur. Nəticədə insan oksigen çatışmazlığından həyatını itirir.                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Kükürd dioksid (<math>\text{SO}_2</math>)</b>                           | Fosil yanacaqlardakı kükürd tərkibli birləşmələr yandıqda əmələ gəlir. Elektrik stansiyaları bu çirkləndiricinin əsas mənbəyidir.                                                                                               | Gözləri və boğazı qıcıqlandırır, tənəffüs (nəfəsalma) problemlərinə səbəb olur. $\text{SO}_2$ havada oksidləşərək $\text{SO}_3$ -ə çevrilir, o isə su ilə birləşərək $\text{H}_2\text{SO}_4$ əmələ gətirir. Turşu yağışları binalardakı daş konstruksiyalar, xüsusilə əhəngdaşı və mərmərlə reaksiyaya daxil olur. Çay və göllərdə pH-ı azaldır, balıqları və digər canlıları məhv edir. |
| <b>Azot oksidləri (<math>\text{NO}</math> və <math>\text{NO}_2</math>)</b> | Yüksək temperaturda azot və oksigenin bir-biri ilə reaksiyası zamanı əmələ gəlir. Bu proses, əsasən, isti avtomobil mühərriklərində və yüksək temperaturda işləyən sobalarda baş verir.                                         | Tənəffüs problemlərinə səbəb olur və yağışda həll olaraq turşu yağışları əmələ gətirir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Qurğuşun birləşmələri</b>                                               | Əvvəllər benzinin keyfiyyətini artırmaq üçün qurğuşun tərkibli birləşmələrdən istifadə edilirdi. Bu maddələr hələ də bəzi ölkələrdə istifadə olunur. Benzinin yanması zamanı ətraf mühitə qurğuşun tərkibli birləşmələr atılır. | Qurğuşun xüsusilə uşaqların zehni inkişafına və sinir sistemə mənfi təsir edir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

### Havanın çirklənməsinin azaldılması üçün görülən tədbirlər

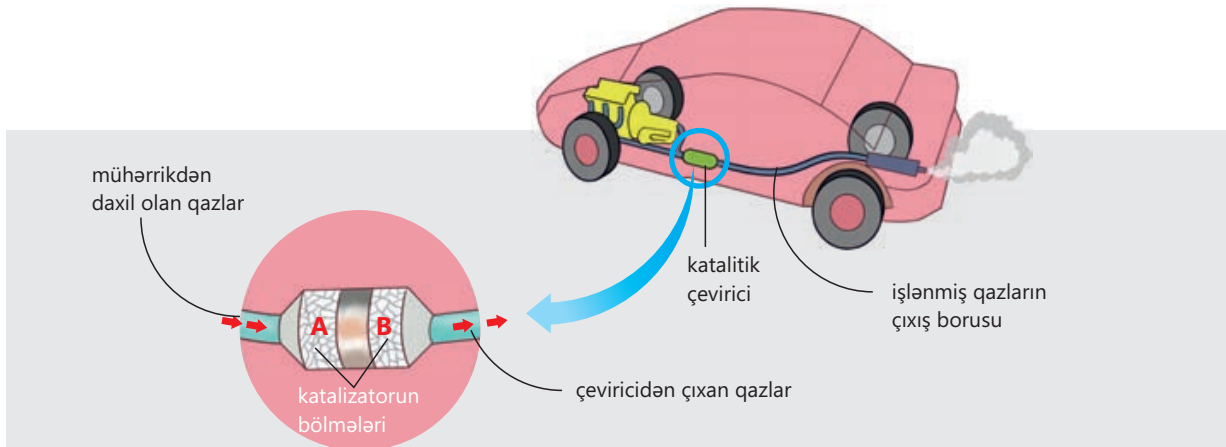
Havanın çirklənməsinin qarşısını almaq üçün müxtəlif tədbirlər həyata keçirilir. Bu tədbirlər, əsasən, zərərli qazların atmosfərə buraxılmasının azaldılmasına və onların zərərsiz maddələrə çevrilməsinə yönəldilmişdir.

- Müasir elektrik stansiyalarında yanma nəticəsində yaranan tullantı qazları sönmüş əhəng (kalsium hidroksid) vasitəsilə təmizlənir. Bu maddə qazların tərkibində olan kükürd dioksidlə reaksiyaya daxil olaraq kalsium sulfid əmələ gətirir. Nəticədə kükürd dioksid qazı tutulur və havaya buraxılmasının qarşısı alınır. Bu proses "tüstü qazlarının kükürdsüzləşdirilməsi" adlanır.
- Bir çox ölkələrdə benzinin tərkibinə qurğuşun birləşmələrinin əlavə edilməsi qadağan olunmuşdur. Buna görə də bu birləşmələrlə havanın çirklənməsi əvvəlki dövrlərlə müqayisədə xeyli azalmışdır. Lakin hələ də qurğuşun istehsal edən müəssisələrdən və akkumulyator zavodlarından havaya qurğuşun yayılır. Bu da ətraf mühit üçün təhlükə yaradır.
- Müasir avtomobillərdə işlənmiş qazların çıxarılması sistemi katalitik çeviricilərlə təchiz olunur. Bu qurğular vasitəsilə karbon monooksid və azot oksidləri zərərsiz maddələrə çevrilir.

### İşlənmiş qazların katalitik çevrilməsi

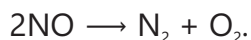
Avtomobil mühərrikində benzin yandıqda havaya zərərli qazlar buraxılır. Bu qazlara azot oksidləri, karbon monooksid (CO), benzinin tərkibində olan və tam yanmamış maddələr aiddir. Tam yanmamış maddələr insan sağlamlığı üçün təhlükəlidir və uzunmüddətli təsir xərcəng riskini artırır. Belə zərərli maddələrin havaya yayılmasının qarşısını almaq məqsədilə müasir avtomobillərdə işlənmiş qazların çıxarılması sistemində katalitik çevirici quraşdırılır. Katalitik çevirici vasitəsilə katalizatorun səthində adsorbsiya olunan zərərli qazlar orada kimyəvi reaksiyalara daxil olaraq daha az zərərli və ya zərərsiz maddələrə çevrilir. Nəticədə isə avtomobillərin hava çirklənməsinə mənfi təsiri xeyli azalır.

Katalitik çevirici şəkildə verildiyi kimi A və B ilə işarələnmiş iki bölmədən ibarətdir:

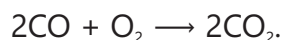


A bölməsində zərərli maddələrin reduksiyası prosesi baş verir.

Məsələn:



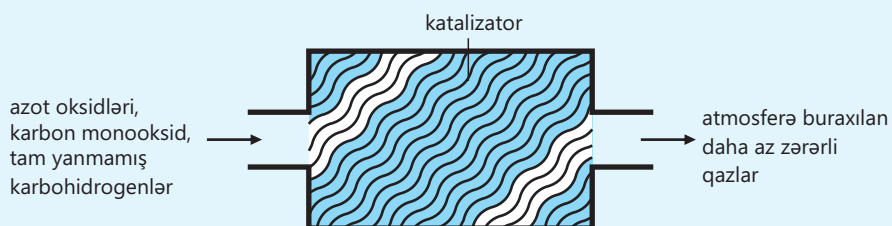
Bu reaksiyadan əmələ gələn azot və oksigen qazları daha sonra B bölməsinə keçir. B bölməsində zərərli maddələr oksigenin hesabına oksidləşir. Məsələn:



Bu zaman əmələ gələn zərərsiz maddələr işlənmiş qazların çıxarılması sistemi vasitəsilə xaric edilir.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

Müasir avtomobillər katalitik çeviricilərlə təchiz olunur. Katalizatorlardan birinin ümumi quruluşu sxematik göstərilmişdir:



a. Katalitik çeviricilər üçün aşağıdakı sualları cavablandırın.

- I. Katalitik çeviricilər avtomobilin hansı hissəsində yerləşir?
- II. Katalitik çeviricilərdən nə məqsədlə istifadə edilir?

b. Katalitik çeviriciyə daxil olan zərərli maddələr üçün sualları cavablandırın.

- I. Azot oksidləri necə və harada əmələ gəlir?
- II. Benzinin tərkibində olan və tam yanmamış maddələr haradan yaranır?

c. Katalitik çeviriciyə daxil olan qazların hansı maddələrə çevrildiyini müəyyən edin.

| Daxil olan qazlar             | Çevrildiyi maddələr |
|-------------------------------|---------------------|
| azot oksidləri                | A                   |
| karbon monooksid              | B                   |
| tam yanmamış karbohidrogenlər | C                   |

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Havanı çirkləndirən kükürd dioksidin mənfi təsirlərini göstərin.
2. Təbii qazın əsas tərkib hissəsi olan metanın tam yanma reaksiyasının tənliyini yazın və əmsallaşdırın.
3. Metan hava çatışmazlığı şəraitində yandıqda karbon monooksid və su əmələ gətirir. Bu reaksiyanın tənliyini yazın və əmsallaşdırın.
4. Katalitik çeviricilər karbon monooksidi zərərsizləşdirdikdə baş verən reaksiyanın tənliyini tərtib edin.

## 5.3 Su

İki müxtəlif bölgədə yaşayan insanlar fərqli su mənbələrindən istifadə edirlər. Bu mənbələrdən biri çay suyu, digəri isə yeraltı sulardır. Hər iki su görünüşcə şəffafdır.



- Suyun mənbəyi onun keyfiyyətinə necə təsir edə bilər?
- Sizcə, çay suyu, yoxsa yeraltı sular daha təhlükəsizdir?
- Suyun şəffaf olması onun təmiz və təhlükəsiz olmasına dəlalat edirmi?

Su insan həyatının ayrılmaz hissəsidir və gündəlik fəaliyyətlərdə geniş istifadə olunur. Evdə su içmək, yemək bişirmək, məişət əşyalarını yumaq, yuyunmaq, tullantıları kanalizasiya vasitəsilə uzaqlaşdırmaq və s. üçün istifadə olunur. Kənd təsərrüfatında sudan heyvanların içməli suya olan tələbatını ödəmək, həmçinin bitkilərin suvarılması məqsədilə istifadə olunur. Bu, məhsuldarlığın qorunması və artırılması üçün çox vacibdir.

Sənayedə suyun həlledici kimi müxtəlif kimyəvi proseslərdə, avadanlıqların və məhsulların yuyulmasında, eləcə də yüksək temperaturda aparılan reaksiyaların çənlərinin soyudulması üçün istifadəsinin əhəmiyyəti əvəzsizdir.

Elektrik stansiyalarında isə su qızdırılaraq buxara çevrilir və alınan buxar turbinləri hərəkətə gətirməklə elektrik enerjisinin istehsalını təmin edir.

İstifadə etdiyimiz suyun böyük hissəsi çaylardan və göllərdən götürülür. Bununla yanaşı, suyun bir qismi yerin alt qatlarından əldə edilir. Yağıntılar nəticəsində əmələ gələn yağış suları torpağın qatlarından süzülərək aşağıya doğru hərəkət edir və su keçirməyən qayaların üzərində, yaxud arasında toplanır. Bu cür toplanmış su yeraltı su adlanır. Yeraltı suların toplanıb saxlandığı böyük qayalar və süxurlar çoxlu miqdarda suyu süngər kimi özündə saxlaya bilər.

Belə su tutumuna malik qaya layları akviferlər adlanır və onlar bir çox bölgələrdə içməli su təchizatının əsas mənbəyi hesab olunur.

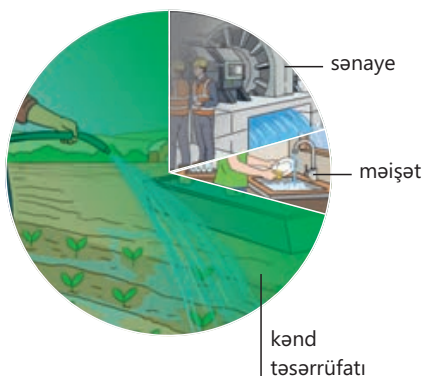
Çay suları zahirən şəffaf və təmiz görünsə belə, təmiz hesab edilmir. Belə suların tərkibində lil və qum hissəcikləri, heyvan mənşəli tullantılar, eləcə də çürümüş bitki qalıqları mövcud ola bilər. Bununla yanaşı, çay sularında insan sağlamlığı üçün ən təhlükəli çirkləndiricilər – mikroorqanizmlər mövcuddur. Bu mikroorqanizmlərə müxtəlif növ bakteriyalar və çox kiçik olan digər canlılar, həmçinin viruslar daxildir. Onlar insan orqanizminə daxil olduqda yoluxucu xəstəliklər yarada bilər.

Dünyada 1 milyarddan artıq insanın təhlükəsiz və təmiz içməli suya çıxışı yoxdur. Bu insanlar gündəlik

Açar  
sözlər

İçməli su, flotasiya üsulu, xlorlaşdırma





su ehtiyaclarını ödəmək üçün birbaşa çirkli çay və su hövzələrindən istifadə etməyə məcburdurlar. Nəticədə hər il 2 milyondan çox insan, əsasən, uşaqlar çirkli və mikroblarla çirklənmiş suyun istifadəsi nəticəsində yaranan ishal, xolera və tif kimi yoluxucu xəstəliklər səbəbindən həyatını itirir. Bu faktlar təmiz suya çıxışın təmin edilməsinin insan sağlamlığının qorunması və cəmiyyətin davamlı inkişafı baxımından nə qədər vacib olduğunu aydın şəkildə göstərir.

### Təhlükəsiz kran suyunun əldəedilmə mərhələləri

Təhlükəsiz və təmiz kran suyunun əldə edilməsi dünyanın bütün bölgələrində oxşar mərhələlər əsasında həyata keçirilir. Məqsəd suyu insan sağlamlığı üçün zərərsiz hala gətirmək və onu gündəlik istifadəyə yararlı etməkdir. Bu proses bir neçə mərhələdən ibarətdir:

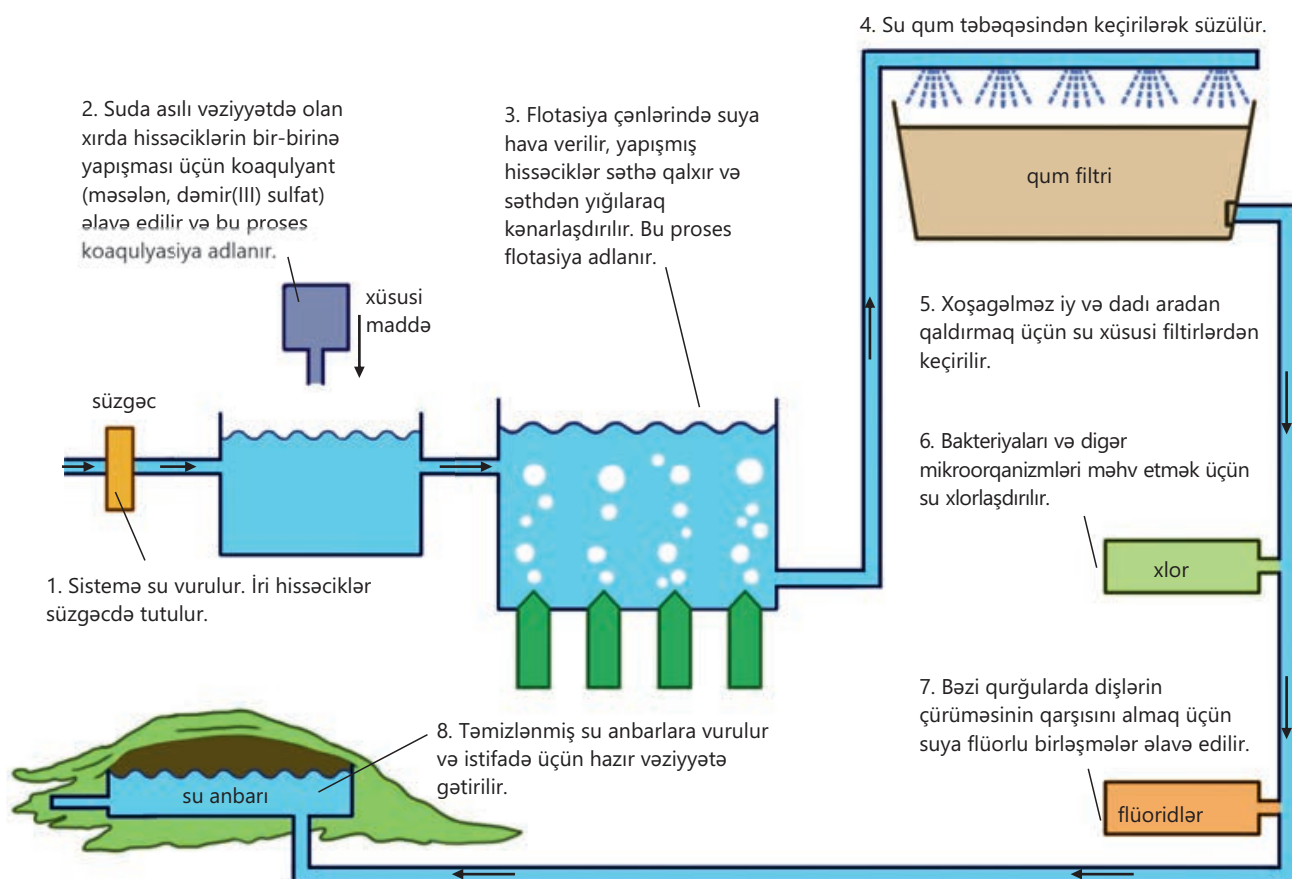
1. *Su mənbəyinin seçilməsi.* Əvvəlcə suyun götürüləcəyi mümkün qədər təmiz olan təbii mənbə müəyyən edilir. Bu mənbə, adətən, çay, göl və ya yeraltı su ehtiyatlarının toplandığı akviferlər olur. Mənbənin seçilməsi suyun son keyfiyyətinə birbaşa təsir göstərir.
2. *Bərk çirkləndiricilərin təmizlənməsi.* Suda olan lil, qum və digər bərk hissəciklər təmizlənir. Bunun üçün xırda hissəciklərin bir-birinə yapışdırılması yolu ilə iri hissəciklər əmələ gətirilir və onlar suyun səthindən yığılır. Eyni zamanda su çinqil və ya qum qatlarından süzülərək mexaniki çirklərin böyük hissəsindən təmizlənir.
3. *Dezinfeksiya mərhələsi.* Bu mərhələdə suyun tərkibində olan bakteriyalar və digər mikroorqanizmlər məhv edilir. Adətən, dezinfeksiya məqsədilə xlor və ya xlor tərkibli maddələrdən istifadə olunur. Bu proses suyun insan sağlamlığı üçün təhlükəsiz olmasını təmin edir.
4. *Saxlanma və paylanma.* Təmizlənmiş su örtülü və gigiyenik şəraitə malik rezervuarlarda saxlanılır. Daha sonra su boru xətləri vasitəsilə evlərə ötürülərək kranlardan istifadəyə hazır vəziyyətə gətirilir.

Suyun nə dərəcədə effektiv təmizlənməsi onun ilkin çirklənmə səviyyəsindən, istifadə olunan təmizləmə texnologiyalarının texniki və maliyyə baxımından mükəmməlliyindən asılıdır.

Təmizləmə prosesi zamanı mexaniki və kimyəvi mərhələlər hesabına hətta ən xırda bərk hissəciklərin çoxu sudan kənarlaşdırıla bilər. Dezinfeksiya mərhələsində tətbiq edilən xlor bakteriyaları, virusları və digər mikroorqanizmləri məhv edərək suyun mikrobioloji baxımdan təhlükəsiz olmasını təmin edir. Lakin bütün bu tədbirlərə baxmayaraq, suyun tərkibində yenə də həll olmuş bəzi zərərli maddələr qala bilər. Məsələn, kənd təsərrüfatında istifadə olunan gübrələrdən suya keçən nitratlar xüsusilə körpələr və azyaşlı uşaqlar üçün ciddi sağlamlıq riski yaradır.

Həll olmuş bu maddələrin sudan tamamilə kənarlaşdırılması yalnız xüsusi membran texnologiyalarından istifadə etməklə mümkündür. Belə texnologiyalar isə yüksək təmizləmə qabiliyyətinə malik olsa da, bahalı avadanlıq və böyük enerji sərfi tələb etdiyinə görə, adətən, geniş miqyasda tətbiq olunmur.

Bu səbəbdən içməli su təchizatında ən səmərəli və etibarlı yanaşma mümkün qədər təbii çirkənməsi az olan su mənbələrinin seçilməsi və onların qorunması hesab edilir.



### Fəaliyyət

#### Təmiz suyu necə əldə etmək olar?

**Ləvazimat:** şəffaf stəkanlar, su, torpaq və ya qum, zəy (kalium-alüminium sulfat) və ya dəmir(III) sulfat duzu məhlulu, filtr kağızı və ya pambıq, qum və çınqıl, qarışdırmaq üçün çubuq.

#### Təlimat:

**Addım 1.** Bir stəkana su tökün və suyun üzərinə torpaq əlavə edib yaxşıca qarışdırın.

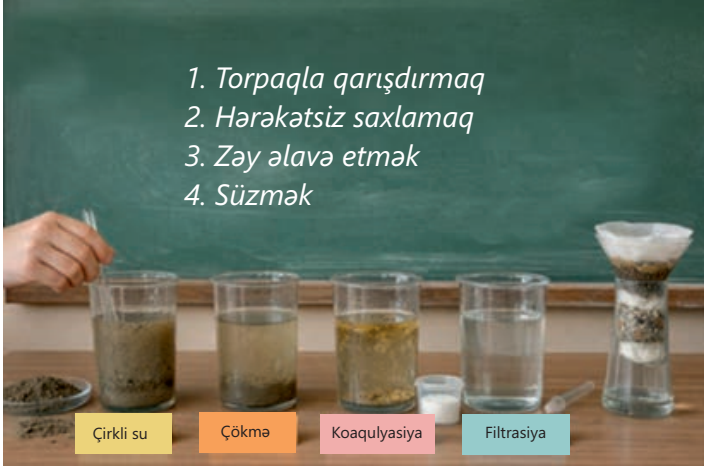
**Addım 2.** Qarışığı 1–2 dəqiqə hərəkətsiz saxlayın ki, iri hissəciklər dibə çöksün.

**Addım 3.** Üst təbəqədəki suyu ehtiyatla ikinci stəkana tökün və üzərinə az miqdarda zəy (və ya  $\text{Fe}^{3+}$  məhlulu) əlavə edin.

**Addım 4.** Qarışığı yavaşca qarışdırın və xırda hissəciklərin birləşərək iri topacıqlar əmələ gətirməsini müşahidə edin.

**Addım 5.** Alınan suyu filtr kağızı (və ya pambıq-qum qatından ibarət sadə filtr) vasitəsilə üçüncü stəkana süzün.

**Addım 6.** Hər mərhələdən sonra alınan su nümunələrini müqayisə edin və suyun hansı mərhələdə daha şəffaf hala gəldiyini müəyyənləşdirin.

**Müzakirə edin:**

1. İlk çirkli su ilə son mərhələdə alınan su arasında hansı fərqlər müşahidə olunur?
2. Koaqulyasiya mərhələsi olmasaydı, filtrasiya nə dərəcədə effektiv olardı?
3. Bu fəaliyyətdə suyun təmizlənməsi prosesinin hansı mərhələləri modelləşdirilmişdir?
4. Filtrasiyadan sonra su niyə hələ də tam təhlükəsiz hesab edilmir?

**Öyrəndiklərinizi tətbiq edin**

Aşağıdakı sxemdə suyun evlərə borularla verilməsindən ötrü hazır vəziyyətə gətirilməsi üçün aparılan təmizləmə mərhələlərindən biri göstərilib.

a. Sxemdə hansı proses təsvir edilmişdir?

b. Verilmiş proses:

I. hansı növ çirkələri sudan kənarlaşdırır?

II. hansı növ çirkələri sudan kənarlaşdırma bilmir?

c. Təmizləmənin növbəti mərhələsi xlorlaşdırmaadır.

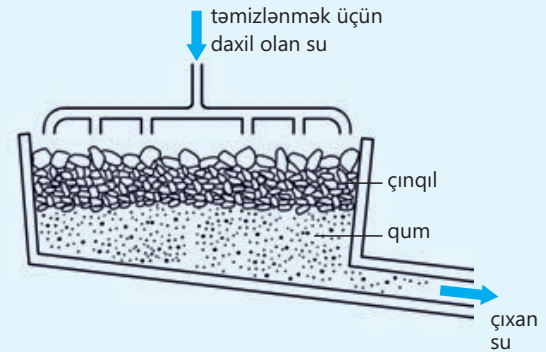
I. Bu ifadənin mənası nədir?

II. Bu proses nə üçün aparılır?

d. Bəzi yerlərdə evlərə verilən su həddindən artıq turş olur.

Turşuluq səviyyəsini azaltmaq üçün suya nə əlavə edilə bilər?

e. Təmizləmənin sonunda dişlərin sağlamlığı üçün bəzən suya duz şəklində əlavə olunan element hansıdır?

**Öyrəndiklərinizi yoxlayın**

1. Sutəmizləmə qurğularında koaulyant nə məqsədlə istifadə olunur?
2. Niyə suya xlor qatılması onun təmizlənməsində çox vacib mərhələdir?
3. Bəzi sular təmizləndikdən sonra belə zərərli ola bilər. Səbəbini izah edin.
4. Su içməyə ehtiyacınız var, lakin olduğunuz ərazidə yalnız çirkli çay suyu mövcuddur. Bu suyu təmizləmək üçün nə edərdiniz?

## 5.4 İstixana qazları və qlobal istiləşmə

Son illər bəzi ölkələrdə güclü daşqınlar, bəzilərində isə uzunmüddətli quraqlıqlar müşahidə olunur. Bu hadisələr müxtəlif coğrafi bölgələrdə baş versə də, eyni dövrdə qeydə alınır.



- Müxtəlif bölgələrdə fərqli hadisələrin baş verməsi nədən xəbər verir?
- Atmosferin temperatur dəyişikliyi yağıntılara necə təsir göstərə bilər?
- Bu hadisələr təsadüfi ola bilərmi?

İstixana qazları atmosferdə istiliyi udur və onun kosmosa yayılmasının qarşısını alır. Bu qazların təsir mexanizmi aşağıdakı kimidir:

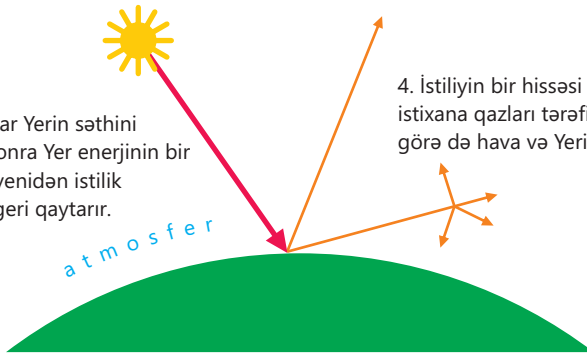
**Açar sözlər** qlobal istiləşmə, istixana qazları, iqlim dəyişikliyi

1. Günəş enerjini işıq və ultrabənövşəyi (UB) şüalar şəklində yayır.

3. Bu istiliyin bir hissəsi atmosferdən kosmosa yayılır.

2. Bu şüalar Yerin səthini qızdırır, sonra Yer enerjisinin bir hissəsini yenidən istilik şəklində geri qaytarır.

4. İstiliyin bir hissəsi isə atmosferdəki istixana qazları tərəfindən udulur. Buna görə də hava və Yerin səthi isinmiş olur.



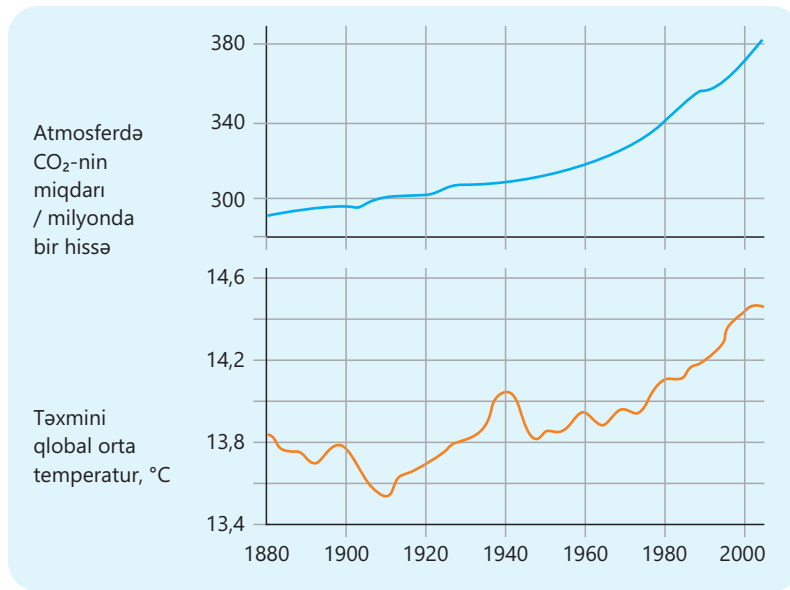
Atmosferdə bir neçə növ istixana qazı mövcuddur. İnsan fəaliyyəti nəticəsində atmosferdə bu qazlardan toplanan, əsasən, karbon dioksid və metan qazıdır. Atmosferdə karbon dioksidin miqdarı metanla müqayisədə daha çoxdur. Lakin hər ikisinin miqdarı getdikcə artmaqdadır.

- Karbon dioksidin səviyyəsi, əsasən, fosil yanacağın yandırılması səbəbindən hər il daha çox artır. Əmələ gələn karbon dioksid atmosfərə daxil olur və oradan kosmosa yayıla bilmir, okeanlar isə onun yalnız bir hissəsini həll edə bilər.
- Yer kürəsində metanın səviyyəsi isə heyvandarlığın və çəltik (düyü) əkinçiliyinin artması, həmçinin zibilliklərin sayının çoxalması səbəbindən getdikcə yüksəlir.

Əgər atmosferdə istixana qazları tamamilə olmazsa, gecələr Günəş işıq saçmadığına görə Yer səthində temperatur kəskin aşağı düşər və həyat dayanar. Bir çox alim hazırda istixana qazlarının miqdarının xeyli artması səbəbindən qlobal istiləşmə olacağı barədə həyəcan təbili çalır.

### Qlobal istiləşmə

Aparılan ölçmələr göstərir ki, Yer kürəsində orta temperatur ildən-ilə yüksəlməkdədir. Bu proses qlobal istiləşmə adlanır və müasir dövrdə bəşəriyyəti narahat edən əsas ekoloji problemlərdən biri hesab olunur. Bəzi alimlər qlobal istiləşməni Yer tarixində əvvəlki dövrlərdə də müşahidə olunmuş təbii iqlim dəyişikliklərinin davamı kimi qiymətləndirirlər. Lakin dünyanın müxtəlif ölkələrindən olan bir çox alimlərin apardığı genişmiqyaslı tədqiqatlar və uzunmüddətli müşahidələr göstərmişdir ki, hazırda baş verən istiləşmənin əsas səbəbi insan fəaliyyəti nəticəsində atmosfərə buraxılan istixana qazlarının miqdarının artmasıdır.



Karbon dioksidin miqdarının  
və qlobal orta temperaturun dəyişməsi

Alimlər istixana qazları arasında karbon dioksidi əsas amil kimi müəyyən etmişlər. Çünki sənaye inqilabından etibarən fosil yanacaqların kütləvi şəkildə yandırılması karbon dioksidin atmosferdəki miqdarının sürətlə artmasına səbəb olmuşdur. Qlobal orta temperaturun zamanla artım qrafiki karbon dioksid səviyyəsinin artım qrafiki ilə böyük uyğunluq təşkil edir.

Bu uyğunluq karbon dioksidin istiliyi udmaq və atmosferdə saxlamaq qabiliyyətinə malik olduğunu, bunun isə iqlim sistemində birbaşa təsir göstərdiyini sübut edir. Nəticədə Yer səthində temperatur yüksəlir, iqlim tarazlığı pozulur və müxtəlif ekoloji problemlər yaranır.

### Iqlim dəyişikliyi

Havanın temperaturu yağıntıların miqdarına, bulud örtüyünün formalaşmasına, küləklərin istiqamətinə və sürətinə birbaşa təsir göstərir. Buna görə də Yer kürəsində orta temperatur yüksəldikcə iqlim sistemində müxtəlif dəyişikliklər baş verir və dünyanın müxtəlif bölgələrində iqlim xüsusiyyətləri dəyişir. Temperatur artımı atmosferdə hava kütlələrinin hərəkətini, rütubətin paylanması və yağıntı rejimlərini dəyişdirərək bəzi ərazilərdə quraqlığın, digər ərazilərdə isə güclü yağıntıların müşahidə edilməsinə səbəb olur. Alimlər bu dəyişikliklərin gələcəkdə hansı nəticələrə gətirib çıxaracağını müəyyənləşdirmək üçün kompüter modellərindən istifadə edirlər. Bu modellər tətbiq edilərkən atmosfer, okean və qurunun səthi arasında gedən mürəkkəb

qarşılıqlı təsirlər nəzərə alınaraq müxtəlif ssenarilər yaradılır. Lakin hava prosesləri, buludların formalaşması və okean axınları arasındakı əlaqələr tam şəkildə öyrənilmədiyi üçün hazırkı modellər bütün dəyişiklikləri yüksək dəqiqliklə proqnozlaşdırmağa imkan verməsə də, aşağıdakı nəticələrin çıxarılmasına əsas verir:

- Hazırda yağıntının çox düşdüyü bəzi ərazilər çox quraqlaşacaq, digər ərazilərdə isə yağıntılar xeyli artacaq;
- Arktika və Antarktidada buzlaqların əriməsi dəniz səviyyəsinin qalxmasına səbəb olacaq, sahilyanı ölkələr isə daşqın riski ilə üzləşəcək;
- Fırtınalar, daşqınlar və meşə yanğınları daha tez-tez və daha güclü olacaq;
- Dəyişən iqlimə uyğunlaşa bilməyən canlıların növləri məhv olacaq;
- Quraqlığın artması aclığa gətirib çıxaracaq və nəticədə daha çox insan əziyyət çəkəcək.

### Fəaliyyət

#### İstixana effektinin müşahidə olunması

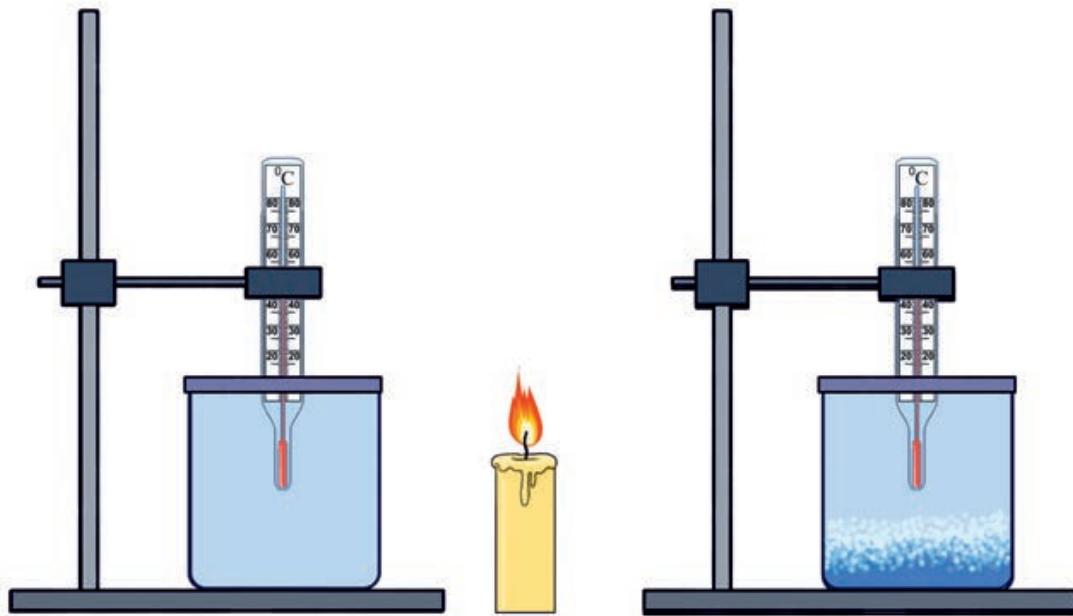
**Ləvazimat:** şəffaf plastik qab və ya banka, termometr, çay sodası ( $\text{NaHCO}_3$ ), sirkə turşusu, şam və ya masa lampası (istilik mənbəyi), zamanölçən.

#### Təlimat:

**Addım 1.** Hər iki qaba otaq temperaturunda olan eyni həcmdə havanın dolduğundan əmin olun və qabların hər birinə termometr yerləşdirin.

**Addım 2.** Birinci qab olduğu kimi saxlanılır (adi hava). İkinci qaba az miqdarda çay sodası, onun da üzərinə sirkə turşusu əlavə edərək karbon dioksidin əmələ gəlməsini təmin edin. Qabın ağzını dərhal bağlayın.

**Addım 3.** Hər iki qabı eyni məsafədə şamın, yaxud lampanın qarşısına qoyun və vaxtı ölçməyə başlayın.



**Addım 4.** 3–5 dəqiqə ərzində hər iki qabdakı temperatur dəyişmələrini müşahidə edin.

**Addım 5.** İstilik mənbəyini söndürün və hər iki qabın soyuma sürətini qeyd edin.

**Müzakirə edin:**

1. Hansı qabda temperatur daha sürətlə yüksəldi?
2. Hansı qab istiliyi daha uzun müddət saxladı?
3. Karbon dioksiddə zəngin mühit istilik enerjisini necə saxlayır?
4. Bu müşahidə Yer atmosferində baş verən hansı prosesə bənzəyir?

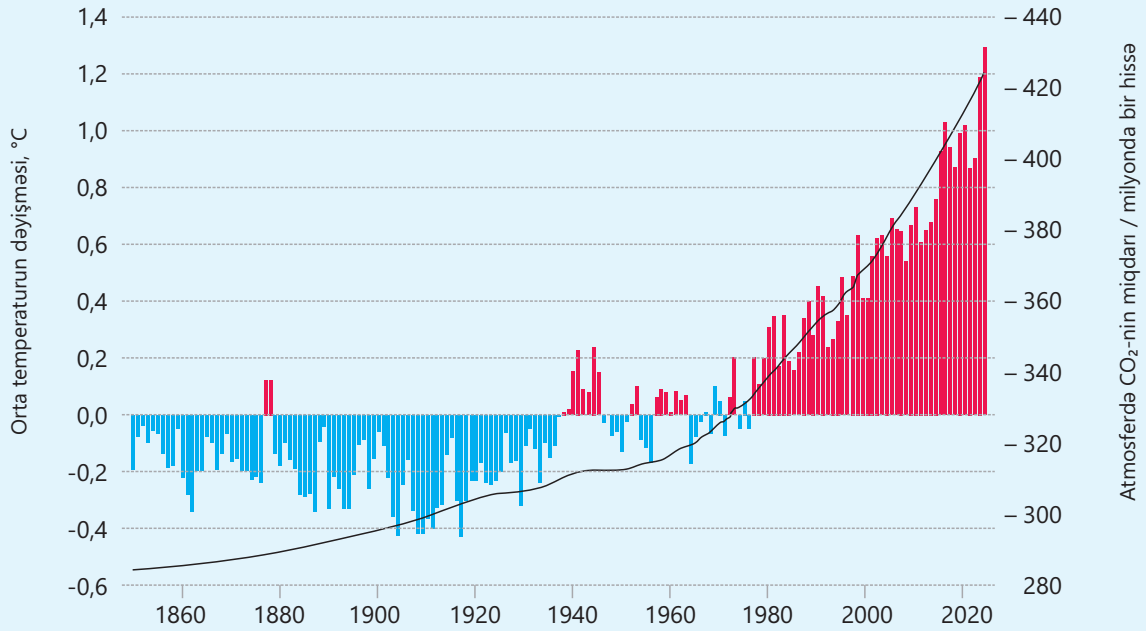
### Görüləcək tədbirlər

Qlobal istiləşmənin əsas səbəbi fosil yanacaqların yandırılması ilə bağlı olduğundan bu prosesi qısa müddətdə tamamilə dayandırmaq mümkün deyil. Çünki atmosferdə toplanmış karbon dioksidin miqdarı kifayət qədər yüksəlmişdir. Karbon dioksiddə uzun müddət atmosferdə qalaraq istiliyi udmaqda davam edir, bu isə temperaturun gələcək illərdə daha da artmasına şərait yaradır. Bu səbəbdən hazırkı mərhələdə əsas məqsəd qlobal istiləşməni tam dayandırmaq deyil, onun sürətini azaltmaq və nəzarətdən çıxmasının qarşısını almaqdır.

- İnsanlar qlobal istiləşmənin qarşısının alınmasına töhfə vermək məqsədilə fosil yanacaqlardan istifadəni azaltmağa çalışırlar. Məsələn, şəxsi avtomobildən daha az istifadə edərək ictimai nəqliyyata üstünlük verir, velosipedlə hərəkət edir və ya qısa məsafələri piyada qət edirlər. Bu cür davranışlar nəqliyyatdan yaranan karbon dioksiddə emissiyalarının azalmasına kömək edir.
- Bir çox ölkələrdə elektrik enerjisinin istehsalında külək və günəş enerjisi kimi təmiz və bərpa olunan mənbələrə keçidi sürətləndirmək məqsədilə konkret hədəflər müəyyən edilib. Bu yanaşma enerji istehsalı zamanı ətraf mühitə buraxılan istixana qazlarının miqdarını azaltmağa yönəlib.
- Alimlər atmosfərə daxil olan karbon dioksidin miqdarını azaltmaq üçün yeni texnologiyalar üzərində işləyirlər. Bu texnologiyalara elektrik stansiyalarının bacalarından karbon dioksidin tutulması, həmçinin onun yerin dərin qatlarında saxlanması kimi üsullar daxildir. Bu cür tədbirlər iqlim dəyişikliyinə sürətinin azaldılmasında mühüm rol oynaya bilər.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

Qrafikdə 1860–2020-ci illər ərzində atmosferdə karbon dioksidin ( $\text{CO}_2$ ) miqdarının və qlobal orta temperaturun dəyişməsi göstərilmişdir.

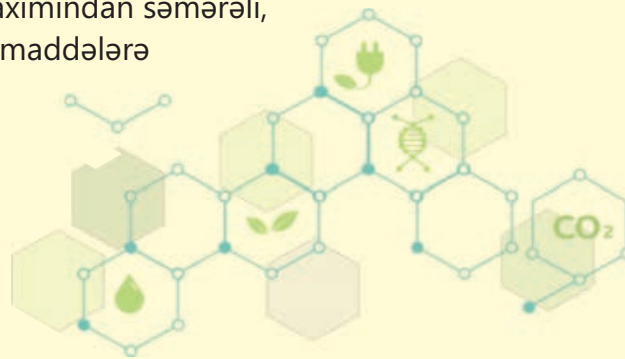


- Qrafikə əsasən karbon dioksidin miqdarı ilə qlobal orta temperatur arasında hansı əlaqə müşahidə olunur?
- Hansı dövrdə karbon dioksidin artımı daha sürətlə olub? Bu dövrdə temperatur dəyişməsi necə baş verib?
- Qrafikdə temperaturun qısamüddətli azaldığı dövrlər də müşahidə olunur. Buna baxmayaraq ümumi tendensiya necədir?
- Qrafikdəki məlumatlara əsaslanaraq hansı nəticəyə gəlmək olar? Fikrinizi əsaslandırın.

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

- Atmosferə buraxılan hansı istixana qazlarını tanıyırsınız?
- İstixana qazları necə əmələ gəlir? Nə üçün onların atmosferdəki miqdarının artıq olması problem yaradır?
- Qlobal istiləşmə canlıların bəzi növlərinin məhv olmasına səbəb ola bilər. Bunun səbəbini izah edin.
- Karbon dioksidin atmosferdəki miqdarının artması ilə qlobal orta temperaturun artımı niyə eyni dövrə təsadüf edir? Bu iki hadisə arasında hansı əlaqə mövcuddur?

Atmosferdə karbon dioksidin ( $\text{CO}_2$ ) miqdarının artması iqlim sisteminə təsir göstərən əsas amillərdəndir. Sənaye inqilabından sonra fosil yanacaqların geniş istifadəsi nəticəsində atmosferdəki  $\text{CO}_2$ -nin miqdarı təbii tarazlıq səviyyəsindən xeyli yüksəlmişdir. Buna görə də müasir elmi tədqiqatlarda əsas diqqət havaya yalnız zərərli qazların buraxılmasının azaldılmasına deyil, həm də artıq mövcud olan karbon dioksidin birbaşa havadan çıxarılmasına yönəldilmişdir. Bu sahədə aparılan araşdırmalar “yaşıl kimya”nın prinsiplərinə əsaslanır. “Yaşıl kimya”da karbon dioksid tullantı deyil, xammal mənbəyi kimi qiymətləndirilir. Havadan karbon dioksidin birbaşa tutulmasının əsas çətinliyi onun atmosferdə az miqdarda olmasıdır. Bu işə yüksək seçiciliyə malik materialların hazırlanmasını tələb edir. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, düzgün seçilmiş sorbentlər (uducu maddələr) və katalitik sistemlər vasitəsilə  $\text{CO}_2$ -nin havadan ayrılması həm texniki, həm də ekoloji baxımdan mümkündür.  $\text{CO}_2$ -nin havadan tutulması üçün tətbiq olunan texnologiyalar enerji baxımından səmərəli, zərərsiz və təkrar istifadə oluna bilən maddələrə əsaslanmalıdır. Bu məqsədlə ən çox istifadə olunan üsullardan biri adsorbsiya prosesidir. Bu zaman karbon dioksid bərk maddələrin səthində tutulur.



Karbon dioksidin tutulmasında kimyəvi udma üsulları da mühüm rol oynayır. Klassik aminbirləşmələr effektiv olsa da, onların yüksək enerji sərfi və korroziya yaratması kimi çatışmazlıqları var. Buna görə də müasir tədqiqatlar bitki mənşəli aminlər, ion mayeləri və dərin evtektik həlledicilər üzərində aparılır. Bu maddələr karbon dioksiddə dönən reaksiyalara daxil olur və nisbətən aşağı temperaturda yenidən istifadə edilə bilər.

“Yaşıl kimya”nın üstünlüklərindən biri tutulmuş karbon dioksidin faydalı maddələrə çevrilməsidir. Katalitik proseslər vasitəsilə karbon dioksiddən metanol, qarışqa turşusu və sintetik yanacaqlar alınır. Bu zaman metal katalizatorlar və elektrokimyəvi sistemlər tətbiq edilir. Beləliklə, karbon dioksid karbon dövriyyəsində aktiv rol oynayan maddəyə çevrilir.

Nəticə etibarilə, havadan karbon dioksidin təmizlənməsi “yaşıl kimya”nın ən perspektivli istiqamətlərindən biridir. Atmosferdə artıq olan karbon dioksidin təbiətə zərər vermədən yenidən istifadəyə qaytarılması isə gələcəkdə davamlı texnologiyaların inkişafı üçün mühüm elmi əsas yaradır.

## Layihə

Su təbiətdə geniş yayılmış və bütün canlıların yaşaması üçün zəruri olan əsas

maddədir. Lakin müxtəlif mənbələrdən əldə olunan suların tərkibində qum, torpaq və digər mexaniki qarışıqlar ola bilər. Bu səbəbdən suyun istifadəyə yararlı hala gətirilməsi üçün təmizləmə prosesindən keçirilməsi tələb olunur. Layihənin məqsədi sadə ləvazimatlardan istifadə etməklə filtr qurğusu hazırlamaq, mexaniki çirklənmələrdən sonra suyun filtrasiya yolu ilə təmizlənməsini müşahidə etmək və təmizlənmənin effektivliyini hesablamalar vasitəsilə qiymətləndirməkdir.



## Ləvazimat:

plastik butulka, pambıq, aktiv kömür, qum, çınqıl, ölçü qabı, saat və bulanıq su nümunəsi.

## Təlimat:

1. Plastik butulkanın alt hissəsi kəsilir və tərsinə çevrilir.
2. Butulkanın içinə aşağıdan yuxarıya doğru pambıq, aktiv kömür, qum və çınqıl yerləşdirilir.
3. Filtrə 200 ml bulanıq su tökülür.
4. Suyun filtdən keçmə vaxtı ölçülür.
5. Filtrasiyadan əvvəl və sonra suyun vəziyyəti müşahidə olunur.

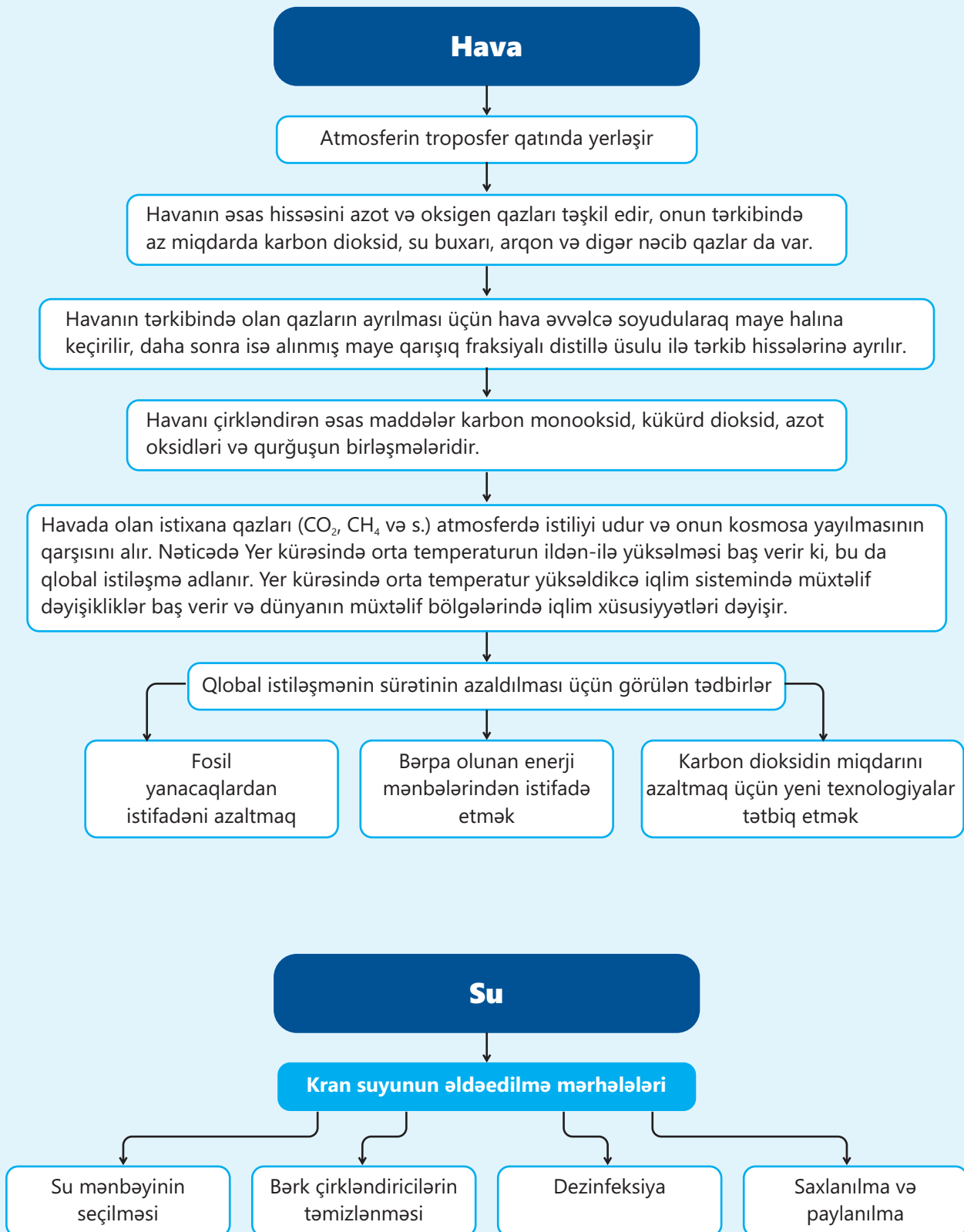
| Ölçmə                             | Əvvəl | Sonra |
|-----------------------------------|-------|-------|
| Suyun həcmi (ml)                  | 200   |       |
| Bulanıqlıq dərəcəsi (az/orta/çox) |       |       |
| Filtrasiya vaxtı (san)            |       |       |
| Qoxusu                            |       |       |

## Hesablama

- Filtrasiyanın sürəti (axın sürəti)  $\vartheta = \frac{\text{filtdən keçən suyun həcmi}}{\text{zaman (san)}}$
- Bulanıqlığın azalma faizi  $\text{azalma \%} = \frac{B_{\text{əvvəl}} - B_{\text{sonra}}}{B_{\text{əvvəl}}} \cdot 100$
- Təmiz suyun çıxımı  $\text{çıkım} = \frac{\text{filtdən keçən suyun həcmi}}{\text{çirkli suyun həcmi}} \cdot 100$

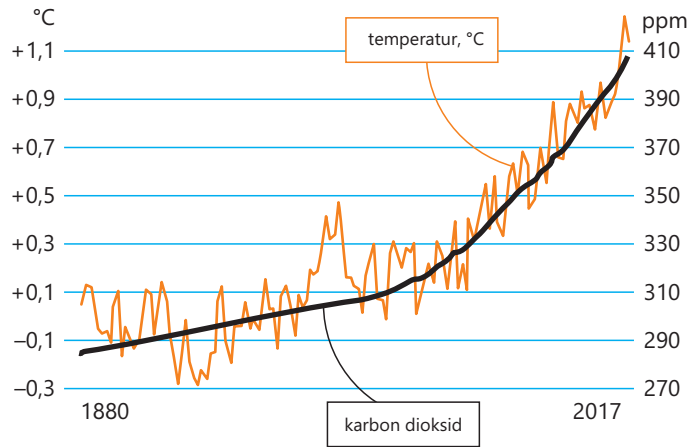
## Müzakirə sualları

1. Filtrasiya zamanı suyun görünüşü və qoxusu necə dəyişdi?
2. Bulanıqlığın azalması neçə faiz oldu? Bu nəticə nəyi göstərir?
3. Aktiv kömür hansı çirkləndiricilərin miqdarını daha yaxşı azaldır?
4. Filtrin hansı qatı daha vacibdir: qum, kömür, yoxsa pambıq? Niyə?
5. Filtdən keçən su içməyə tam yararlıdır mı? Hansısa əlavə addıma ehtiyac varmı?



# Ümumiləşdirici tapşırıqlar

## 1. Qrafikə əsasən verilənləri cavablandırın (1 ppm = milyonda bir hissə).



- Qrafikə əsasən temperatur və CO<sub>2</sub>-nin miqdarı arasında necə əlaqə müşahidə olunur?
- Temperatur xəttinin dalğalı, CO<sub>2</sub>-nin miqdarı xəttinin isə daha hamar olmasının səbəbi nə ola bilər?
- XX əsrin ikinci yarısından sonra temperatur artımının sürətlənməsini necə izah edərdiniz?
- Qrafikdə görünən dəyişmənin insan fəaliyyəti ilə əlaqəsi nə ola bilər?
- Təxminən 1880–2017-ci illər aralığında CO<sub>2</sub>-nin miqdarı neçə ppm artıb?
- Eyni dövrdə qlobal temperatur neçə dərəcə yüksəlib?
- Orta hesabla CO<sub>2</sub>-nin miqdarı hər 10 ildə neçə ppm artıb?
- Temperatur artımının ortaillik sürətini hesablayın (°C/il).
- Əgər artım belə davam edərsə, 2050-ci ildə CO<sub>2</sub>-nin miqdarı təxminən neçə ppm ola bilər?
- Temperatur artımının bəzi dövrlərdə CO<sub>2</sub> ilə paralel getməməsinin səbəbi nə ola bilər?

**2. Yanğın zamanı alovun üzərinə qalın parça (məsələn, adyal) atdıqda yanğın sönmür. Bunun səbəbini izah edin.**

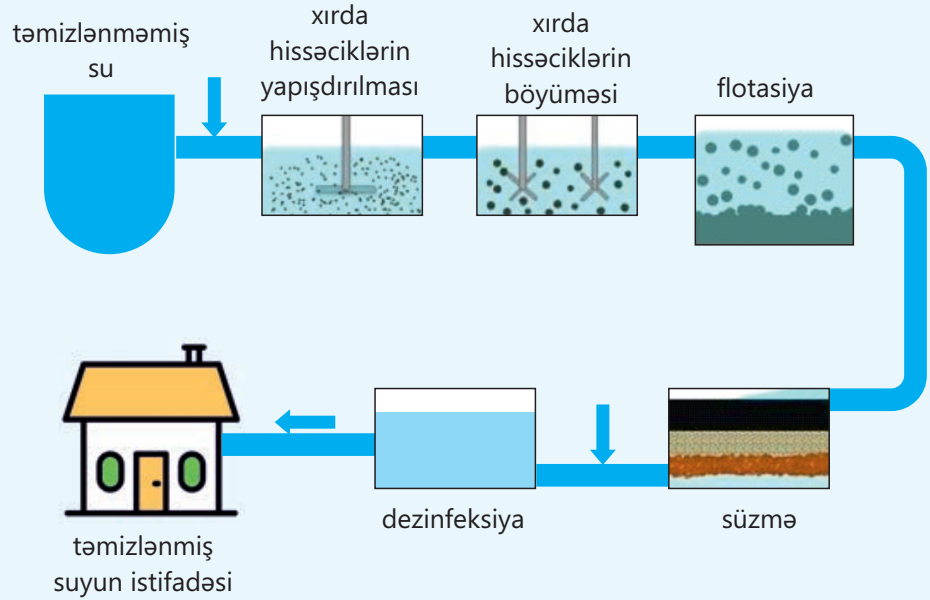
**3. Təmiz oksigen mühitində, yoxsa havada yanma daha sürətlə baş verər? Səbəbini izah edin.**

**4. Dəmirin yanması ilə onun adi havada paslanması arasındakı oxşar və fərqli cəhətləri qeyd edin.**

**5. Qapalı otaqda 50 m<sup>3</sup> (20°C və 1 atm) hava var (havanın tərkibində 78% azot, 21% oksigen, 1% karbon dioksidin olduğunu qəbul edin).**

- havada olan oksigen maksimum neçə qram hidrogenlə reaksiyaya daxil olar?
- havada olan oksigeni neçə qram hidrogen peroksidin tam parçalanmasından almaq olar?
- havada olan oksigenlə 1650 q saf kömür (C) tam yandırılır.
  - bu zaman neçə litr (20°C və 1 atm) karbon dioksit alınar?
  - yanma prosesi tam başa çatdıqdan sonra havanın tərkibindəki azot, oksigen və karbon dioksidin təqribi miqdarını faizlə hesablayın.

**6. Təhlükəsiz və təmiz kran suyunun əldə edilməsinin sxemi verilmişdir.**



- Mikroorqanizmlərin məhv edildiyi mərhələ hansıdır?  
A) süzmə  
B) flotasiya  
C) dezinfeksiya  
D) hissəciklərin yapışdırılması
- Xırda hissəciklərin əvvəl yapışdırılıb, sonra isə böyüdülməsinin əsas məqsədi hansıdır?  
A) suyun dadını yaxşılaşdırmaq  
B) dezinfeksiyanı asanlaşdırmaq  
C) süzmə və ayrılmanı effektiv etmək  
D) suyun rəngini dəyişmək
- Süzmə mərhələsindən əvvəl dezinfeksiya aparılırsa, hansı problem yarana bilər?  
A) mikroblar çoxalar  
B) dezinfeksiya təsirsiz olar  
C) su bulanıq olar  
D) su daha tez çirkənlər
- Niyə xırda hissəciklər birbaşa süzmə ilə yox, əvvəl yapışdırılaraq böyüdülməklə təmizlənir?
- Flotasiya mərhələsi necə həyata keçirilir və burada əsas məqsəd nədir?
- Bir şəhəricdə 1200 ev var. Hər evdə gündə orta hesabla 300 litr su istifadə edilir. Təmizləmə zamanı ümumi suyun 22%-i itkiyə gedərsə, gündəlik təmizlənən çirkli suyun minimum həcmi (litrlə) hesablayın.
- Hansı mərhələlərdən keçməyə də, su şəffaf görünə bilər?
- Nə üçün təmizlənmiş su birbaşa evlərə deyil, əvvəl anbara verilir?
- Bu mərhələlərdən hansı mexaniki, hansı kimyəvi təsirə əsaslanır?

# bölmə 6

## Qeyri-metallar

XIX əsrin sonu – XX əsrin əvvəllərində alimlər və iqtisadçılar bütün dünyanı ciddi bir problemlə bağlı xəbərdar edirdilər: dünyada əhali sürətlə artır, lakin kənd təsərrüfatı torpaqlarının məhsuldarlığı eyni sürətlə yüksəlmir. O dövrdə mövcud torpaq sahələrindən daha çox məhsul əldə etmək zərurəti yaranmışdı. Kənd təsərrüfatında məhsuldarlığı artırmaq üçün, əsasən, təbii gübrələrdən, məhdud miqdarda isə mineral duzlardan istifadə olunurdu. Lakin bu yolla artırılan məhsul tələbatı tam ödəyə bilmirdi.

Bu səbəbdən bir çox ölkələrdə "azot çatışmazlığı" problemi yaranmış və gələcəkdə aclıq təhlükəsinin artacağı ilə bağlı ciddi narahatlıqlar meydana çıxmışdı. XX əsrin əvvəllərində Fritz Haber, daha sonra Karl Boş tərəfindən azotlu gübrələrə dair hazırlanıb təkmilləşdirilən yeni bir sənaye üsulu bu problemi köklü şəkildə həll etdi.



● Bu üsul vasitəsilə havanın əsas tərkib hissələrindən istifadə edilərək böyük miqdarda azotlu gübrə istehsal olundu. Nəticədə kənd təsərrüfatında məhsuldarlıq xeyli artdı, milyonlarla insanın ərzaq təminatı yaxşılaşdı və kimya sənayesinin inkişafı sürətləndi. Bu tarixi hadisə göstərir ki, maddələrin xassələrinin və birləşmələrinin öyrənilməsi yalnız elmi baxımdan deyil, həm də cəmiyyətin inkişafı üçün çox əhəmiyyətlidir. Kimya elmi təbiətdə mövcud olan maddələri daha dərinədən öyrənməyə və onlardan necə səmərəli istifadə etməyin yollarını tapmağa imkan verir.

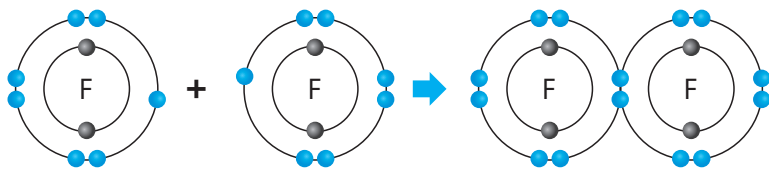
- 
1. Niyə bəzi maddələrin istehsalı kənd təsərrüfatı və sənaye üçün strateji əhəmiyyət daşıyır?
  2. Qeyri-metalların birləşmələrinə gündəlik həyatda hansı sahələrdə daha çox rast gəlinir?
  3. Bir maddə eyni zamanda həm faydalı, həm də zərərli təsir göstərə bilərmi?

### Bölmədə öyrənəcəksiniz

- 17-ci qrupa (VIIA qrupuna) daxil olan elementlərin – flüor, xlor, brom və yodun aktivlikləri qrup üzrə yuxarıdan aşağıya doğru zəifləyir
- Ammonyak laboratoriya şəraitində ammonium duzlarının qüvvətli əsaslarla (qələvilərlə) qızdırılması nəticəsində, sənayedə isə azot və hidrogendən Haber prosesi ilə alınır
- Bitkilərin normal böyüməsini təmin etmək məqsədilə torpağı qida elementləri (azot, kalium və fosfor) ilə zənginləşdirmək üçün ona müxtəlif maddələr – gübrələr əlavə edilir
- Kükürd kimya sənayesində geniş istifadə edilən mühüm xammaldır, onun əsas hissəsi sulfat turşusunun istehsalına sərf olunur
- Təbiətdə tərkibində karbon elementi olan maddələrin canlı və cansız aləm arasında daim hərəkəti – "karbon dövrəsi" baş verir
- Əhəngdaşından sönməmiş əhəng, sement və şüşə istehsalında geniş istifadə olunur



yanarır. Buna görə də halogenlər adi şəraitdə ikeatomlu molekullar şəklində mövcud olur. Bunu flüor atomlarının birləşərək flüor molekulunu əmələ gətirməsi nümunəsi üzərində nəzərdən keçirək:



| Halogenlər |        |
|------------|--------|
| Flüor      | $F_2$  |
| Xlor       | $Cl_2$ |
| Brom       | $Br_2$ |
| Yod        | $I_2$  |

### Halogenlərin xassələri və alınması

Halogenlər rəngli maddələrdir. Flüor açıq-sarı rəngli, xlor isə yaşılmıtlı rəngli qazdır. Brom adi şəraitdə uçucu maye olub qırmızımtıl-qəhvəyi buxar əmələ gətirir. Yod isə qara-bənövşəyi rəngli və asanlıqla sublimasiya edən kristal maddədir. Halogenlərin rəngləri onların elektron quruluşları və işığın udulması ilə əlaqədardır.



brom buxarları



yod buxarları



| Halogenlər | Otaq temperaturunda    |                                                                                                       | Qaynama temperaturu, °C                                                                             |      |                                                                                                                    |
|------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Flüor      | açıq-sarı qaz          | <br>rəng tündləşir | <br>sıxlıq artır | -188 | <br>qaynama temperaturu artır |
| Xlor       | yaşılımtıl qaz         |                                                                                                       |                                                                                                     | -35  |                                                                                                                    |
| Brom       | qırmızı-qəhvəyi maye   |                                                                                                       |                                                                                                     | 59   |                                                                                                                    |
| Yod        | qara-bənövşəyi kristal |                                                                                                       |                                                                                                     | 184  |                                                                                                                    |

Halogenlər zəhərli olduqlarına görə canlı orqanizmlər üçün təhlükəlidir. Onlar tənəffüs yollarına, gözlərə və dəriyə zərər verə bilər. Bu maddələrlə işləyərkən mütləq qoruyucu vasitələrdən istifadə olunmalıdır.

#### Fəaliyyət

#### Xloru necə almaq olar?

**Ləvazimat:** manqan(IV) oksid ( $MnO_2$ ), natrium xlorid ( $NaCl$ ), qatı sulfat turşusu ( $H_2SO_4$ ), reaksiya kolbası, şüşə qıf, şüşə borular, su ilə doldurulmuş yuma qabı, qatı  $H_2SO_4$  olan qurutma qabı, qaztoplama qabı, qızdırıcı (spirt lampası), ağ kağız, qoruyucu eynək və əlcək.

#### Təlimat:

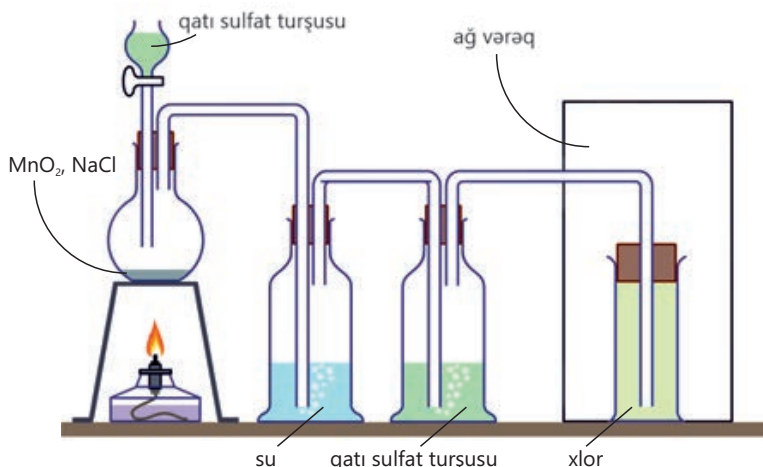
**Addım 1.** Qurğunu şəkildə göstərildiyi kimi yığın.

**Addım 2.** Kolbaya müəyyən qədər  $MnO_2$  və  $NaCl$  qarışığı daxil edin. Şüşə qıf vasitəsilə kolbaya ehtiyatla qatı  $H_2SO_4$  əlavə edin və onu zəif qızdırın. Reaksiya zamanı qazın ayrılmasını müşahidə edin.

**Addım 3.** Ayrılan qazları əvvəlcə su olan qabdan keçirin. Bu mərhələdə hidrogen xlorid ( $HCl$ ) qazı suda həll olaraq qarışıqdan kənarlaşır.

**Addım 4.** Qaz qarışığını daha sonra qatı sulfat turşusu olan qabdan keçirərək xlor qazını qurudun.

**Addım 5.** Təmiz və quru xlor qazını qaztoplama qabında yığın. Qabı ağ kağız fonunda müşahidə edərək qazın rəngini müəyyənləşdirin.



**Müzakirə edin:**

1. Qazın ayrılması zamanı hansı əlamətlər müşahidə olunur?
2. Xlor qazının rəngi necədir?
3. Niyə qaz əvvəlcə sudan, sonra isə qatı sulfat turşusundan keçirilir?

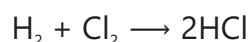
Laboratoriya şəratində natirum xloridlə sulfat turşusunun qarşılıqlı təsirindən HCl alınır. Reaksiyadan alınan HCl-un manqan(IV) oksidlə reaksiyasından xlor qazı ayrılır:



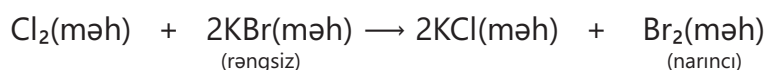
Halogenlər metallarla reaksiyaya daxil olduqda bir elektron qəbul edir və **halogenid ionları** əmələ gətirir. Bu zaman yaranan birləşmələr ion rabitəli olur. Məsələn, dəmir ilə xlor arasında gedən reaksiya nəticəsində  $\text{Fe}^{3+}$  və  $\text{Cl}^-$  ionlarından ibarət dəmir(III) xlorid birləşməsi əmələ gəlir.

| Halogenlər | Dəmir yunu ilə reaksiyası                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                      | Reaksiya məhsulu                      | Görünüşü                          |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Flüor      | Flüor qazını dəmir yununun üzərindən keçirdikdə dəmir yunu xaricdən heç bir qızdırılma olmadan alovlanır.<br>$2\text{Fe} + 3\text{F}_2 \rightarrow 2\text{FeF}_3$ | <div style="text-align: center;"> <br/>           aktivlik azalır         </div> | dəmir(III) flüorid ( $\text{FeF}_3$ ) | açıq-yaşıl rəngli bərk maddə      |
| Xlor       | Xlor qazını dəmir yununun üzərindən keçirdikdə qızdırılmış dəmir yunu parlaq alovla yanır.<br>$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$              |                                                                                                                                                                      | dəmir(III) xlorid ( $\text{FeCl}_3$ ) | qonur-qəhvəyi rəngli bərk maddə   |
| Brom       | Brom buxarını dəmir yununun üzərindən keçirdikdə qızdırılmış dəmir yunu zəif alovla parlayır.<br>$2\text{Fe} + 3\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{FeBr}_3$           |                                                                                                                                                                      | dəmir(III) bromid ( $\text{FeBr}_3$ ) | qırmızı-qəhvəyi rəngli bərk maddə |
| Yod        | Yod buxarını dəmir yununun üzərindən keçirdikdə qızdırılmış dəmir yunu zəif qırmızı işıq saçır.<br>$2\text{Fe} + 3\text{I}_2 \rightarrow 2\text{FeI}_3$           |                                                                                                                                                                      | dəmir(III) yodid ( $\text{FeI}_3$ )   | qara rəngli bərk maddə            |

Halogenlər qeyri-metallarla reaksiyaya daxil olduqda cütləşməmiş elektronları ümumi istifadə edərək kovalent rabitəli molekullar əmələ gətirir. Məsələn, hidrogen və xlor atomları cütləşməmiş elektronları ümumi istifadə edərək hidrogen xlorid (HCl) molekulunu əmələ gətirir.

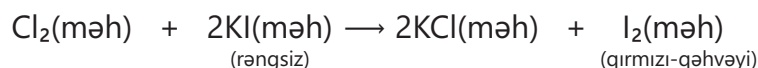


Xlorlu suyu (xlorun suda məhlulunu) rəngsiz kalium bromid məhluluna əlavə etdikdə məhlul narıncı rəng alır. Bu zaman aşağıdakı reaksiya baş verir:

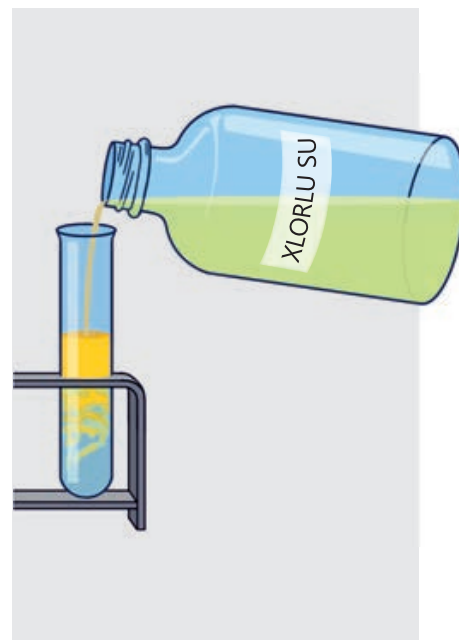


Bu reaksiyada xlor bromu kalium bromiddən sıxışdırıb çıxarır, yəni əvəzetmə reaksiyası nəticəsində KCl və brom əmələ gəlir.

Xlorlu suyu rəngsiz kalium yodid məhluluna əlavə etdikdə isə məhlul qırmızı-qəhvəyi rəngə boyanır. Bu, aşağıdakı reaksiya ilə izah olunur:

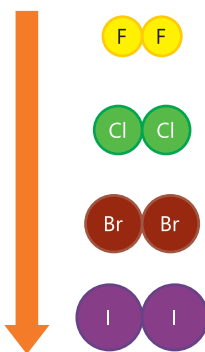


Bu dəfə isə əvəzetmə reaksiyası nəticəsində yod əmələ gəlir.



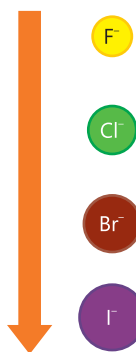
| Məhlulun tərkibində olan ion     | Xlor əlavə edildikdə        | Brom əlavə edildikdə       | Yod əlavə edildikdə   |
|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Xlorid ionları ( $\text{Cl}^-$ ) | dəyişiklik baş vermir       | dəyişiklik baş vermir      | dəyişiklik baş vermir |
| Bromid ionları ( $\text{Br}^-$ ) | brom sıxışdırılıb çıxarılır | dəyişiklik baş vermir      | dəyişiklik baş vermir |
| Yodid ionları ( $\text{I}^-$ )   | yod sıxışdırılıb çıxarılır  | yod sıxışdırılıb çıxarılır | dəyişiklik baş vermir |

Halogenlərlə halogenidlər arasında gedən əvəzetmə reaksiyalarında halogen oksidləşdirici maddə rolunu oynayır. Bu zaman halogen halogenid ionunu oksidləşdirir, özü isə ondan elektron qəbul edərək reduksiya olunur və halogenid ionuna çevrilir. Halogenlərin oksidləşdiricilik qabiliyyəti qrup üzrə yuxarıdan aşağıya doğru zəifləyir.



Oksidləşdiricilik xassəsi zəifləyir

Reaksiya zamanı elektron verən, yəni oksidləşən maddə reduksiyaedici maddə adlanır. Halogenid ionunun radiusu artdıqca onun elektron verməsi asanlaşır. Buna görə də halogenid ionlarının reduksiyaedicilik qabiliyyəti qrup üzrə yuxarıdan aşağıya doğru artır.



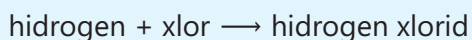
Reduksiyaedicilik xassəsi artır

## Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

Dövri cədvəlin 17-ci qrupuna aid elementlər verilmişdir.

- Bu qrupdakı elementlər necə adlanır?
- Xlor hidrogenlə partlayışla reaksiyaya daxil olur.

Bu reaksiyanın "söz tənliyi"



kimidir.

I. Reaksiyanın tənliyini tərtib edin və əmsallaşdırın.

II. Sizcə, flüor hidrogenlə reaksiyaya necə daxil olar? Bu reaksiyanın "söz tənliyi"ni yazın.

c. Brom hidrogenlə reaksiyaya necə daxil olar? Həmin reaksiyanın tənliyini yazın və əmsallaşdırın.

d. 5 qram hidrogenin xlorla tam reaksiyasından alınan hidrogen xloridin (HCl) mol sayını hesablayın.

|        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 18     |
| 1      | 2      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| H      | Li     | Be     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | He     |
| 1.01   | 6.94   | 9.01   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 4.00   |
| Li     | Be     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Ne     |
| 6.94   | 9.01   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 20.18  |
| Na     | Mg     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Ar     |
| 22.99  | 24.31  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 39.95  |
| K      | Ca     | Sc     | Ti     | V      | Cr     | Mn     | Fe     | Co     | Ni     | Cu     | Zn     | Ga     | Ge     | As     | Se     | Br     | Kr     |
| 39.10  | 40.08  | 44.96  | 47.88  | 50.94  | 51.99  | 54.94  | 55.85  | 58.93  | 58.69  | 63.55  | 65.38  | 69.72  | 72.64  | 74.92  | 78.96  | 79.90  | 83.80  |
| Rb     | Sr     | Y      | Zr     | Nb     | Mo     | Tc     | Ru     | Rh     | Pd     | Ag     | Cd     | In     | Sn     | Sb     | Te     | I      | Xe     |
| 85.47  | 87.62  | 88.91  | 91.22  | 92.91  | 95.94  | 98.91  | 101.07 | 102.91 | 106.42 | 107.87 | 112.41 | 114.82 | 118.71 | 121.76 | 127.60 | 126.90 | 131.29 |
| Cs     | Ba     | La     | Hf     | Ta     | W      | Re     | Os     | Ir     | Pt     | Au     | Hg     | Tl     | Pb     | Bi     | Po     | At     | Rn     |
| 132.91 | 137.33 | 138.91 | 178.49 | 180.95 | 183.85 | 186.21 | 190.23 | 192.22 | 195.08 | 196.97 | 200.59 | 204.38 | 207.20 | 208.98 | 209    | 210    | 222    |
| Fr     | Ra     | Ac     | Rf     | Db     | Sg     | Bh     | Hs     | Mt     | Ds     | Rg     | Cn     | Nh     | Fl     | Mc     | Lv     | Ts     | Og     |
| 223    | 226    | 227    | 261    | 262    | 263    | 264    | 265    | 266    | 267    | 268    | 269    | 270    | 271    | 272    | 273    | 274    | 285    |

## Öyrəndiklərinizi yoxlayın

- Halogenlər hansı rəngdə olur?
- Halogenlərin aktivliyinin qrup üzrə dəyişməsinə izah edin. Bu xüsusiyyətlər IA qrup elementləri üçün də eynidirmi?
- Halogenlərin dəmir yunu ilə reaksiyasından əmələ gələn məhsullarda hansı oxşarlıqlar müşahidə edilir? Bu məhsullarda hansı növ rabitə mövcuddur?
- Halogenlərin aktiv olmasını nə ilə izah edərdiniz?

## 6.2 Hidrogen, azot və ammonyak

Huşunu itirmiş şəxsə kəskin qoxulu maye iylədildikdən bir neçə saniyə sonra həmin şəxs özünə gəlir. Məlumdur ki, tərkibində suda həll edilmiş qazın mövcud olduğu bu maye apteklərdə "naşatır spirti" adı ilə satılır.

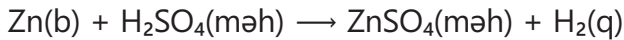


- Sizcə, naşatır spirtinin tərkibində olan qaz hansı maddədir?
- Huşunu itirmiş insanı ayılmaq üçün bu maddədən istifadə etməyin səbəbi nədir?
- Bu maddə sənayedə və ya məişətdə daha hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?

### Hidrogen

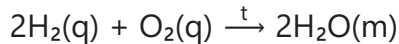
Hidrogen bütün elementlər arasında ən yüngül elementdir. Çox yüngül qaz olması hesabına Yer atmosferində, demək olar ki, mövcud deyil, çünki zamanla atmosferdən kosmosa paylanıb. Kosmosda hidrogen ən çox yayılmış elementdir. Günəşin daxilində hidrogen atomları birləşərək helium atomlarını əmələ gətirir. Bu proses zamanı böyük miqdarda enerji ayrılır, bu enerji Yerə həm istilik, həm də işıq şəklində yayılır. Günəşdən gələn həmin enerji Yer üzərində həyatın mövcudluğu üçün əsas şərtidir. Deməli, hidrogensiz həyat mümkün deyil.

Laboratoriya şəraitində hidrogen qazı, adətən, aktivlik sırasında hidrogendən əvvəl yerləşən metalların duru turşularla reaksiyasından alınır. Bu məqsədlə, adətən, sink metalı və sulfat turşusunun duru məhlulundan istifadə edilir. Reaksiya xüsusi qurğularda aparılır və aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:



Reaksiya nəticəsində hidrogen qazı ayrılır və qaztoplama üsulu ilə yığılır.

- Hidrogen havadan təxminən 14,5 dəfə yüngül olan qazdır.
- Rəngsiz və iysiz olduğu üçün duyğu orqanları ilə hiss edilmir.
- Oksigenlə reaksiyaya daxil olaraq su əmələ gətirir. Hidrogenlə oksigenin qarışığında qılgılcım və ya alovun təsiri ilə partlayış baş verir və bu reaksiya böyük enerji ayrılması ilə müşayiət olunur:



Bu xüsusiyyətinə görə hidrogendən kosmik raketlər üçün yanacaq kimi də istifadə olunur. Eyni reaksiya hidrogenin yanacaq

#### Açar sözlər

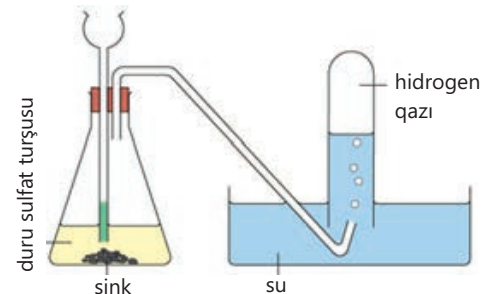
hidrogen, azot, ammonyak, dönən reaksiya, ammonyak istehsalı, Haber prosesi

Litium (Li)  
Kalium (K)  
Kalsium (Ca)  
Natrium (Na)  
Magneziyum (Mg)  
Alüminium (Al)  
Sink (Zn)  
Dəmir (Fe)  
Qurğuşun (Pb)  
**Hidrogen (H<sub>2</sub>)**  
Mis (Cu)  
Gümüş (Ag)  
Qızıl (Au)



aktivlik artır

aktivlik sırasında  
hidrogendən yuxarıda  
yerləşən metallar  
turşudan hidrogeni  
çıxarır

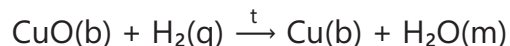


Hidrogenin laboratoriyada alınması



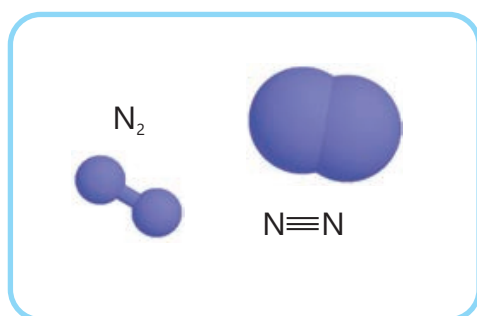
elementlərində də baş verir, lakin burada yanma bilavasitə müşahidə olunmur və ayrılan enerji elektrik enerjisi şəklində əldə edilir.

• Hidrogen misdən daha aktiv elementdir. Buna görə də o, mis(II) oksiddən oksigeni ayıraraq mis əmələ gətirir. Bu prosesdə mis(II) oksid reduksiya olunur, hidrogen isə oksidləşir:



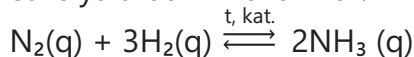
Bu reaksiya hidrogenin reduksiyaedici xassəyə malik olduğunu göstərir.

### Azot



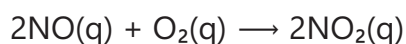
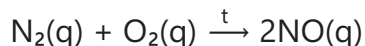
Azot rəngsiz, iysiz və suda çox az həll olan qazdır, havanın təxminən 78%-ni təşkil edir. İnsanlar nəfəs alarkən havanın tərkibində olan azotu da udur və onu kimyəvi dəyişməyə uğratmadan yenidən xaric edirlər. Bununla yanaşı, azot qida vasitəsilə də orqanizmə daxil olur. Qidamızdakı zülalların tərkibində olan azot bədənə əzələ, sümük, dəri, saç, qan və digər toxumalarının qurulmasında mühüm rol oynayır. Ümumilikdə insan orqanizminin kütləsinin təxminən 3%-i azot elementinin payına düşür.

- Oksigenlə müqayisədə azot olduqca passiv qazdır. Buna əsas səbəb azot molekulunda atomlar arasında davamlı üçqat rabitənin ( $\text{N}\equiv\text{N}$ ) olmasıdır.
- Azot xüsusi şəraitdə hidrogenlə reaksiyaya daxil olaraq ammoniyak əmələ gətirir. Bu şəraitdə ammoniyak parçalanır və reaksiya eyni zamanda həm düzünə (ammoniyak alınır), həm də əksinə (ammoniyak parçalanır) baş verir. Belə reaksiyalar dönən reaksiyalar adlanır və dönən reaksiyalarda  $\xrightarrow{\text{t, kat}}$  əvəzinə  $\rightleftharpoons$  işarəsi istifadə olunur.



Əmələ gələn maddə sənayedə böyük əhəmiyyətə malikdir. Ondan nitrat turşusunun, eləcə də müxtəlif azotlu gübrələrin istehsalında xammal kimi istifadə olunur.

- Azot yüksək temperaturda oksigenlə reaksiyaya daxil olub azot oksidləri (azot monooksid – NO və azot dioksid –  $\text{NO}_2$ ) əmələ gətirir. Bu reaksiyalar şimşək çaxan zaman təbii şəkildə, həmçinin avtomobil mühərriklərində və elektrik stansiyalarında da baş verir. Əmələ gələn NO havadakı oksigenlə reaksiyaya daxil olaraq azot dioksida çevrilir. Azot dioksid turşu oksididir, atmosferi çirkləndirir və turşu yağışlarının yağmasına səbəb olur.



### Ammoniyak

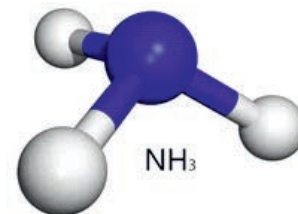
Ammoniyak ( $\text{NH}_3$ ) rəngsiz qazdır. O, sənaye və kənd təsərrüfatı üçün çox mühüm birləşmə hesab olunur. Sənayedə ammoniyak azotla hidrogenin reaksiyası nəticəsində

alınır. Yüksək temperatur və təzyiqdə aparılan bu proses kimya sənayesində geniş tətbiq edilir.

Laboratoriya şəraitində ammonyak ammonium duzlarının qüvvətli əsaslarla (qələvilərlə) qızdırılması nəticəsində əldə edilir. Bu zaman güclü əsas ammonyakı ammonium birləşməsindən qaz şəklində ayırır. Məsələn, ammonium xloridin kalsium hidroksidlə qızdırılması zamanı ammonyak qazı ayrılır:



Bu reaksiyadan ammonium birləşmələrinin təyini üçün istifadə olunur. Naməlum maddənin qüvvətli əsasla qızdırılması zamanı ammonyak qazı ayrılırsa, deməli, həmin maddənin tərkibində ammonium ionu var.



### Fəaliyyət

#### Ammonyakı necə almaq olar?

**Ləvazimat:** ammonium xlorid ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), kalsium hidroksid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), kalsium oksid, sınaq şüşəsi və ya kiçik kolba, şüşə boru, qaz çıxışı üçün rezin boru, qırmızı lakmus kağızı, hidrogen xlorid məhlulu, qızdırıcı, ştativ və sıxaclar.

#### Təlimat:

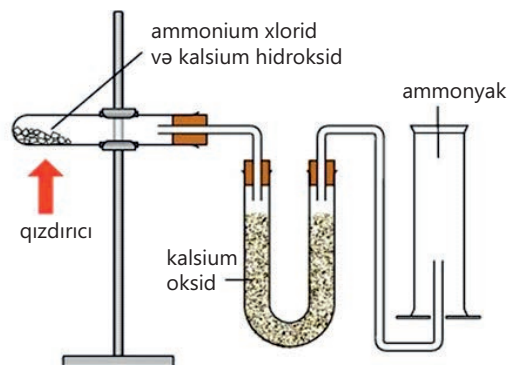
**Addım 1.** Sınaq şüşəsinə müəyyən miqdarda ammonium xlorid və kalsium hidroksid qarışığı yerləşdirib qurğunu şəkildə göstərildiyi kimi yığın.

**Addım 2.** Sınaq şüşəsinə ehtiyatla qızdırmağa başlayın və bu zaman qazın ayrıldığını müşahidə edin.

**Addım 3.** Ayrılan qazı içərisində kalsium oksid (suyun udulması üçün) olan şüşə boru vasitəsilə başqa sınaq şüşəsinə yönəldin və qazın xassələrini müəyyən edin.

**Addım 4.** Qırmızı lakmus kağızını isladın və ayrılan qazın üzərinə tutun, baş verən rəng dəyişməsinə qeydə alın.

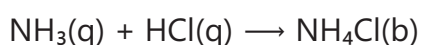
**Addım 5.** Qazı hidrogen xlorid buxarı ilə qarşılaşdıraraq ağ tüstünün əmələ gəlməsini müşahidə edin.

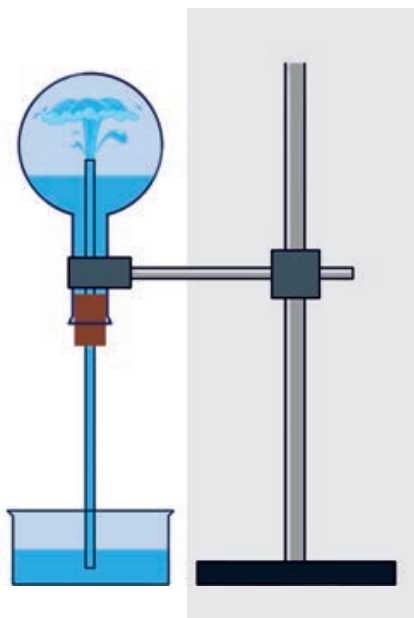


#### Müzakirə edin:

1. Sınaq şüşəsi qızdırıldığı zaman hansı qaz ayrıldı?
2. Qırmızı lakmus kağızında hansı dəyişiklik baş verdi?
3. Qaz hidrogen xloridlə qarşılaşdıqda ağ tüstünün yaranması nəyi sübut edir?

- Ammonyak rəngsiz, kəskin və boğucu iyli qazdır. Az miqdarda olduqda belə ammonyakın iyi asanlıqla hiss olunur.
- Ammonyakın hidrogen xloridlə reaksiyası zamanı ağ tüstü əmələ gəlir. Alınan tüstü bərk ammonium xloridin xırda hissəciklərindən ibarətdir:





Kolbanın daxilində ammonyak qazı var. Borunun yuxarı hissəsinə çatan suyun ilk damcılarında ammonyak sürətlə həll olur. Nəticədə kolbanın daxilində təzyiq azalır və su fəvvarə şəklində kolbanın daxilinə qalxır.



Ammonyak zavodları çox vaxt neft emalı zavodlarının yaxınlığında inşa olunur ki, istehsal prosesində alınan hidrogendən istifadə edilsin.

Bu reaksiyadan ammonyak qazının təyin edilməsi üçün keyfiyyət reaksiyası kimi istifadə edilir.

- Ammonyak suda çox yaxşı həll olduğuna görə ümumi həcm sürətlə azalır və nəticədə fəvvarə effekti müşahidə edilir.
- Ammonyakın suda məhlulu qələvi xassəlidir və qırmızı lakmus kağızını mavi rəngə boyayır. Bu hadisə məhlulda hidroksid ionlarının əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.
- Əsasi xassəli olduğuna görə ammonyak turşularla reaksiyaya daxil olub duzlar əmələ gətirir. Məsələn, ammonyakın nitrat turşusu ilə reaksiyası nəticəsində ammonium nitrat alınır:

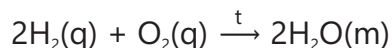


### Sənayedə ammonyakın istehsalı (Haber prosesi)

Ammonyak gübrə istehsalında əsas xammal olduğu üçün mühüm kimyəvi maddə hesab edilir və dünyada ərzaq təminatı onun istifadəsi ilə sıx bağlıdır. Ammonyakın istehsalı üçün istifadə olunan azot və hidrogen aşağıdakı proseslər nəticəsində alınır:

#### Azot

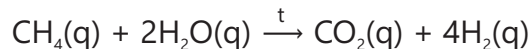
Havanın tərkibinin təxminən 78%-ni azot, 21%-ni isə oksigen təşkil edir. Azotu ayırmaq üçün havadakı oksigenin hidrogenlə reaksiyası aparılır və bu reaksiya zamanı oksigen tam sərf olunur:



Reaksiyadan sonra havada, əsasən, azot, az miqdarda isə digər qazlar qalır.

#### Hidrogen

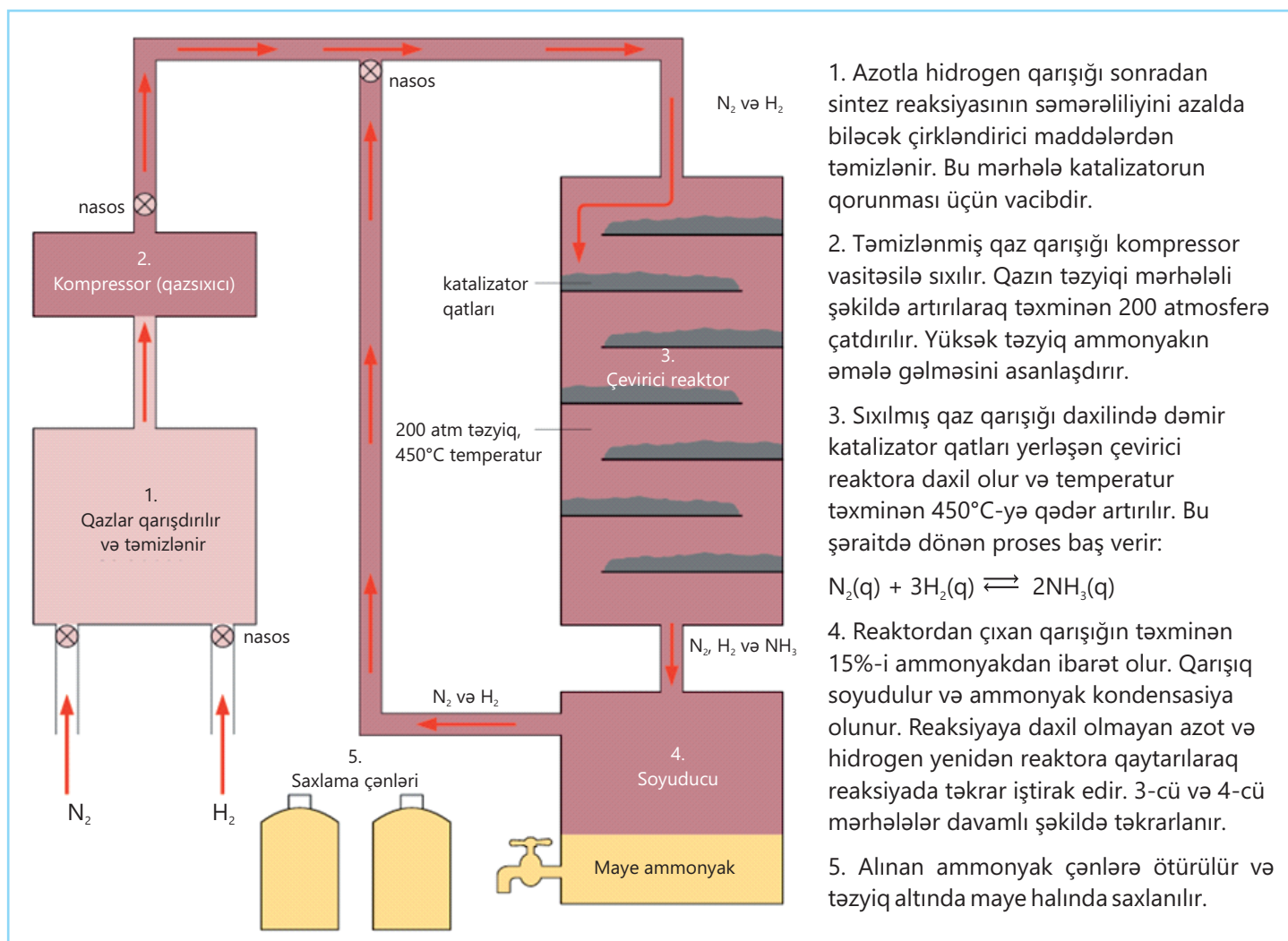
Hidrogen, adətən, təbii qazın (metanın) su buxarı ilə katalitik reaksiyası nəticəsində alınır:



Hidrogeni həmçinin neftdən alınan bəzi maddələrin (məsələn,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ) katalitik parçalanması yolu ilə də əldə etmək olur. Məsələn:

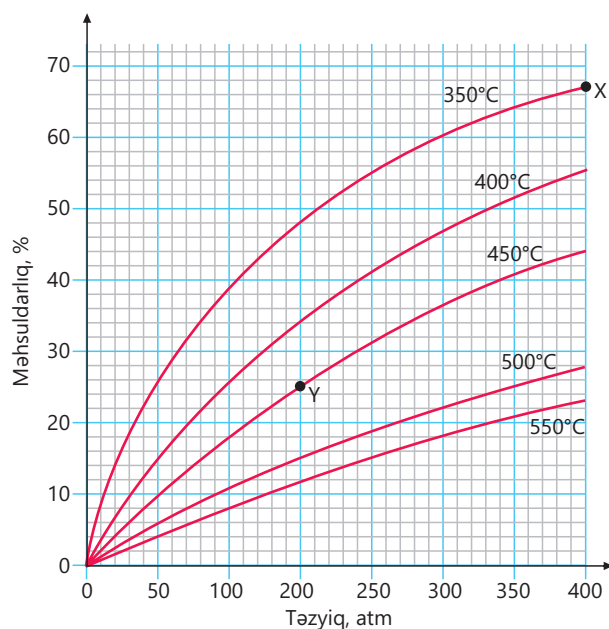


Ammonyakın istehsalı üçün azotla hidrogenin sintezi aşağıdakı sxem üzrə baş verir:



Azot və hidrogendən ammonyakın sintezi reaksiyası (düzünə reaksiya) ekzotermik, ammonyakın parçalanması reaksiyası (əksinə reaksiya) isə endotermikdir. Reaksiya dönmə olduğuna görə azotla hidrogen heç vaxt tam reaksiyaya daxil olmur və ammonyakın çıxımı az olur. Lakin reaksiyanın şəraitini dəyişməklə çıxımı artırmaq mümkündür. Qrafikdə ammonyakın çıxımının temperatur və təzyiqdən necə asılı olduğu göstərilmişdir.

Qrafikdən görüldüyü kimi, ammonyakın ən yüksək çıxımı 350°C temperatur və 400 atmosfer təzyiqində (X nöqtəsi) əldə olunur. Lakin Haber prosesində 450°C temperatur və 200 atmosfer təzyiqindən (Y nöqtəsi) istifadə edilir.



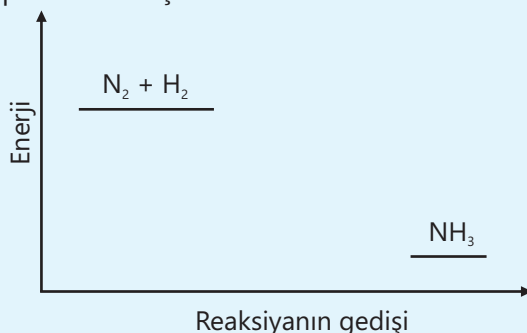
Çünki 350°C-də reaksiya çox ləng gedir, 450°C-də isə daha uyğun reaksiya sürəti təmin edilir. Digər tərəfdən 400 atmosfer təzyiqi çox güclü nasoslar, möhkəm borular və çənlər, həmçinin böyük miqdarda elektrik enerjisi tələb edir. 200 atmosfer təzyiqi isə daha təhlükəsiz və iqtisadi baxımdan sərfəlidir. Buna görə də reaktorda seçilən şəraitdə ammonyakın məhsuldarlığı çox yüksək olmasa da, fasiləsiz dövrü proses yaratmaqla məhsuldarlığı kifayət qədər yüksəltmək mümkündür.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

1. Laboratoriyada hidrogeni sink ilə duru sulfat turşusunun reaksiyasından almaq olar. Aktivlik sırasından istifadə edərək hidrogenin alınması üçün başqa bir metal və turşu təklif edin.

2. Azot və hidrogen Haber prosesində ammonyaka çevrilir:  $\text{N}_2(\text{qaz}) + 3\text{H}_2(\text{qaz}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{qaz})$

Bu reaksiyanın enerji diaqramı verilmişdir:



- Diagram nəyi xarakterizə edir?
- Ammonyak istehsalında yüksək temperaturdan niyə istifadə edilmir?
- Ammonyak istehsalında yüksək təzyiqdən niyə istifadə edilmir?
- Haber prosesində hansı katalizatordan istifadə olunur? Bu katalizator ammonyakın çıxımına necə təsir edir?
- Katalizator reaksiyaya necə təsir göstərir?

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

- Ammonyak azot və hidrogendən alınır.
  - Azot və hidrogen necə əldə edilir?
  - Ammonyakın alınması prosesi necə adlanır?
  - Reaksiya tənliyini yazın.
- Natrium hidroksidin ammonium sulfatla reaksiyasının tənliyini yazın.
- Hidrogen mis(II) oksidlə reaksiyaya daxil olur. Bunun səbəbi nədir? Bu hansı tip reaksiyaya aiddir?
- 3 mol azotun 10 mol hidrogenlə reaksiyasından 60% çıxımla neçə qram ammonyak alınar?

## 6.3 Gübrələr

İki fermer eyni iqlim şəraitində eyni bitki əkir və becərir. Fermerlərin birinin sahəsindəki bitkilər hündürboylu və tünd-yaşıl rəngdə olur, sağlam inkişaf edir. Digər fermerin sahəsindəki bitkilər isə zəif inkişaf edir, yarpaqları isə açıq rəngdə olur.



- Sizcə, bitkilərin inkişafında müşahidə edilən fərqlərin səbəbi nə ola bilər?
- Bitkilərin normal inkişafı üçün torpaqda hansı maddələr olmalıdır?
- Torpaqdakı maddələrin miqdarını necə artırmaq olar?

Bitkilərin yaşaması və inkişafı üçün karbon dioksid, işıq və suyun olması əsas şərtədir. Bununla yanaşı, bitkilər normal böyüməkdən ötrü torpaqdan müxtəlif kimyəvi elementlər də qəbul etməlidir. Bu elementlər **qida elementləri** adlanır. Qida elementlərindən ən vacib olanlar **azot**, **kalium** və **fosfordur**.

Açar  
sözlər

gübrə, təbii gübrə, sintetik gübrə, azotlu gübrə, fosforlu gübrə, kaliumlu gübrə, gübrənin qida dəyəri



Bitkilər xlorofil və zülalların sintezi üçün daim azota ehtiyac duyur. Azotla kifayət qədər təmin olunan bitkilər daha sürətlə böyüyür, yarpaqları isə intensiv olaraq yaşıl rəng alır.



Kalium bitkilərdə zülal mübadiləsini tənzimləyir. Kaliumla təmin olunan bitkilər xəstəliklərə, zərərvericilərə və əlverişsiz mühit amillərinə qarşı daha davamlı olur, məhsulun keyfiyyəti isə yüksəlir.



Fosfor bitkilərdə kök sisteminin formalaşmasını sürətləndirir. Fosforun kifayət qədər olması bitkilərin ümumi inkişaf səviyyəsini yüksəldir, məhsulun vaxtında yetişməsinə təmin edir.

### Gübrələr

Kənd təsərrüfatında bitkilər yetişdirilərkən onlar torpaqdan müxtəlif qida maddələri mənimsəyir. Bitkilərin inkişafı zamanı torpaqda olan azot, fosfor, kalium və digər mineral elementlərin bir hissəsi sərf olunur. Bu maddələrin müəyyən qismi təbii proseslər nəticəsində bərpa olunsada, uzun müddət eyni sahədə ardıcıl məhsul yetişdirildikdə torpaqda qida elementlərinin miqdarı tədricən azalır. Nəticədə bitkilər zəif inkişaf etdiyinə görə məhsuldarlıq da az olur. Bu səbəbdən torpağın münbitliyini qorumaq və artırmaq üçün sahələrə **gübrə** verilir.

## Təbii gübrələr

peyin  
torf

## Sintetik gübrələr

ammonium nitrat –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$   
 ammonium sulfat –  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$   
 ammonium ortofosfat –  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$   
 kalium nitrat –  $\text{KNO}_3$



**Gübrə** torpağın qida maddələri ilə zənginləşdirilməsi və bitkilərin normal böyüməsinin təmin olunması üçün torpağa əlavə edilən maddədir.

Gübrələr iki əsas qrupa bölünür: **təbii (üzvi) gübrələr** və **sintetik (mineral) gübrələr**. Heyvan peyini və torf təbii gübrədir. Belə gübrələr torpağın quruluşunu yaxşılaşdırır və tərkibini qida maddələri ilə zənginləşdirir. Sintetik gübrələr isə zavodlarda istehsal olunur və onların tərkiblərində azot, fosfor, kalium və digər elementlər olur.

Sintetik gübrə kimi müxtəlif maddələrdən istifadə olunur. Hansı maddədən gübrə kimi istifadə olunması bitkilərin torpaqdan bu elementi necə qəbul etməsindən asılıdır. Məsələn, torpaqda azot, əsasən, müxtəlif azotlu birləşmələr şəklində olur, lakin bitkilər azotu birbaşa bu birləşmələrdən deyil, çox vaxt nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) və ammonium ionları ( $\text{NH}_4^+$ ) şəklində qəbul edir. Ona görə də azotlu gübrələr kimi, əsasən, bəzi ammonium duzları və nitrat turşusunun duzlarından istifadə olunur.

Sənayedə ammonium nitrat ammonyakın nitrat turşusu ilə, ammonium sulfat isə ammonyakın sulfat turşusu ilə reaksiyasından alınır:



Gübrələrdə azot, fosfor  
və kaliumun faizlə miqdarının hesablanması

Gübrələrin tərkibində azot, fosfor və kaliumun miqdarını ifadə etmək üçün qida elementlərinin bu maddələrdə faizlə miqdarından istifadə olunur. Bu kəmiyyətə **gübrələrdə qida elementinin kütlə payı** və ya **gübrənin qida dəyəri** deyilir. Kənd təsərrüfatında qəbul olunmuş qaydaya əsasən gübrədə:

- ✓ Azotun miqdarı **azot (N) elementinə görə**,
- ✓ Fosforun miqdarı **difosfor pentaoksida ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) görə**,
- ✓ Kaliumun miqdarı isə **kalium oksidə ( $\text{K}_2\text{O}$ ) görə** hesablanır.

| Azotlu gübrə                                              | Kaliumlu gübrə                                      | Fosforlu gübrə                                                    |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> -ün qida dəyəri:          | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -ün qida dəyəri:     | Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> -nin qida dəyəri: |
| $\omega = \frac{A_r(N) \cdot n}{M_r(NH_4NO_3)} \cdot 100$ | $\omega = \frac{M_r(K_2O)}{M_r(K_2SO_4)} \cdot 100$ | $\omega = \frac{M_r(P_2O_5)}{M_r(Ca_3(PO_4)_2)} \cdot 100$        |
| $\omega = \frac{14 \cdot 2}{80} \cdot 100 = 35\%$         | $\omega = \frac{94}{174} \cdot 100 \approx 54\%$    | $\omega = \frac{142}{310} \cdot 100 \approx 46\%$                 |

### Gübrələrin çatışmayan cəhətləri

Gübrələr dünya əhalisinin qidalanma prosesində əhəmiyyətli rol oynayır. Gübrələrdən istifadə olunmaqla daha çox məhsul yetişdirmək mümkündür. Əgər gübrələrdən istifadə edilməsə, dünyada mövcud olan əhali üçün kifayət qədər ərzaq istehsal etmək çətin olar. Lakin gübrələrin faydaları ilə yanaşı, müəyyən mənfi təsirləri də var. Məsələn, gübrələr sahələrdən yağış suları ilə yuyularaq çay və göllərə axa bilər. Bu, suda yosunların sürətlə çoxalmasına səbəb olur. Həmin yosunlar öldükdə isə bakteriyalar onları parçalamaq üçün suda həll olmuş oksigenədən istifadə edir. Nəticədə suda oksigenin miqdarı azalır və balıqlar boğularaq ölür. Həmçinin gübrələrin tərkibindəki nitrat ionları içməli sulara qarışa bilər. İnsanlar belə sulardan istifadə etdikdə orqanizmdə nitratlar nitritlərə çevrilərək qanda hemoqlobinlə birləşərək oksigenin daşınmasını azaldır. Bu hal xüsusilə uşaqlar üçün təhlükəlidir. Buna görə də fermerlər gübrələrdən düzgün və ehtiyatla istifadə etməlidirlər. Gübrələr çay və göl kənarlarına səpilməməli, həmçinin yağışlı havada tətbiq olunmamalıdır.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

1. Satışda NPK adlı gübrə markaları olur. Sizcə, NPK nə deməkdir?
2. Ammonium sulfatda azotun qida dəyərini hesablayın.
3. Ammonium nitrat, yoxsa ammonium sulfat azotla daha zəngindir? Fikrinizi izah edin.
4. Gübrələrdən yağışlı havada niyə istifadə etmək olmaz?

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

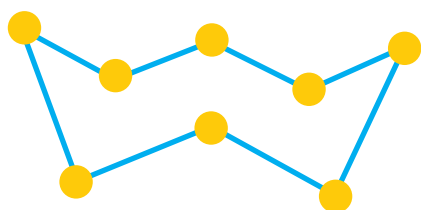
1. Azot, fosfor və kaliumun bitki üçün əhəmiyyəti nədir?
2. Azotlu, fosforlu və kaliumlu gübrələrə nümunələr göstərin.
3. Gübrələrin çaylara axıdılmasının hansı zərəri olur?

## 6.4 Kükürd və birləşmələri

- Kükürdün hansı xassələrini bilirsiniz?
- Kükürd hansı birləşmələri əmələ gətirir? Bu birləşmələr harada tətbiq olunur?
- Kükürd oksidlərinin ətraf mühitə hansı təsirləri var?

### Açar sözlər

kükürd, kükürd dioksid, sulfat turşusunun kontakt üsulu ilə alınması, sulfat turşusu, oleum



Kükürd molekulu 8 atomdan ibarət olduğuna görə kükürdün molekulyar formulu  $S_8$ -dir. Lakin kimyəvi reaksiyalarda kükürd, sadəcə, S kimi yazılır.



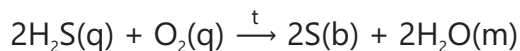
Qalena

Kükürd Yer qabığına kifayət qədər geniş yayılmış qeyri-metallardan biridir. Ona təbiətdə həm sərbəst (element) halda, həm də birləşmələr şəklində rast gəlinir. Kükürd element halında, əsasən, yerin dərin qatlarında yerləşən yataqlarda tapılır. Bu cür yataqlara dünyanın müxtəlif ölkələrində, o cümlədən Meksika, Polşa və ABŞ ərazisində rast gəlinir. Bundan əlavə, kükürd vulkanik mənşəli bölgələrdə, xüsusilə aktiv və sönmüş vulkanların ətrafında da müşahidə olunur.

Kükürd təbiətdə birləşmə halında daha geniş yayılmışdır. O bir çox metal filizlərinin tərkibində olur. Məsələn, qurğuşun filizi olan qalena kükürdün qurğuşunla əmələ gətirdiyi birləşmədir və kimyəvi tərkibi qurğuşun(II) sulfidə (PbS) ibarətdir. Bundan başqa, kükürdə mis, sink və dəmir kimi metal filizlərinin tərkibində də sulfidlər şəklində rast gəlinir. Kükürd birləşmələri həmçinin fosil yanacaqların tərkibində mövcuddur. Kömür, neft və təbii qazda olan müxtəlif kükürlü birləşmələr yanma zamanı havaya zərərli qazlar buraxdığı üçün bu yanacaqlar istifadədən əvvəl mümkün qədər kükürddən təmizlənir.

### Kükürdün alınması

Hazırda sənayedə istifadə olunan kükürdün böyük hissəsi neft və təbii qazın tərkibindəki kükürlü birləşmələrdən əldə edilir. Bu birləşmələri yanacaq istifadə olunmazdan əvvəl ayırırlar. Beləliklə, kükürdün neft və təbii qazın tərkibindən çıxarılması həm xammal əldə edilməsinə, həm də ətraf mühitin qorunmasına xidmət edir. Təbii qaz, əsasən, metandan ibarət olsa da, onun tərkibində müəyyən miqdarda kükürlü birləşmələr, xüsusilə hidrogen sulfid ( $H_2S$ ) olur. Bəzi yataqlarda hidrogen sulfidin miqdarı 30%-ə qədər çatır. Hidrogen sulfid kəskin iyli və zəhərli qaz olduğuna görə öncədən metandan ayrılır. Daha sonra katalizatorun iştirakı ilə oksidləşdirilərək sərbəst kükürd əldə edilir.



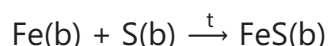
Bu proses nəticəsində həm təhlükəli qaz zərərsizləşdirilir, həm də sənaye üçün mühüm əhəmiyyətli kükürd elementi alınır.

İstifadə olunan kükürdün təxminən 5%-i yeraltı kükürd yataqlarından əldə edilir. Bu üsul, əsasən, kükürdün təbiətdə elementar halda toplandığı ərazilərdə tətbiq olunur. Proses zamanı qızdırılmış su yerin dərin qatlarına vurulur. Kükürdün ərimə temperaturu  $115^\circ C$  olduğundan isti suyun təsiri ilə

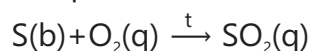
kükürd əridilir və xüsusi borular vasitəsilə səthə çıxarılır. Bu üsuldən nisbətən az istifadə olunsa da, kükürd yataqlarının birbaşa istismarı üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır.

### Kükürdün xassələri

- Kristallik kükürd sarı rəngli, kövrək olan bərk maddədir.
- Kristallik kükürdün iki forması var: rombik və monoklinik.
- Digər qeyri-metallar kimi elektrik cərəyanını keçirmir.
- Əksər qeyri-metallar kimi suda həll olmur.
- Metallar ilə reaksiyaya daxil olduqda sulfidlər əmələ gətirir. Məsələn, dəmir ilə reaksiyasından dəmir(II) sulfid alınır:



- Oksigendə yanaraq kükürd dioksid əmələ gətirir:



### Kükürdün istifadə sahələri

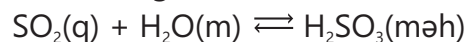
Kükürd kimya sənayesində geniş istifadə olunan mühüm xammaldır.

- Əsas hissəsi sulfat turşusunun istehsalına sərf olunur.
- Rezin sənayesində çox istifadə edilir. Xüsusilə avtomobil şinlərinə möhkəmlik və elastiklik vermək məqsədilə kauçuka əlavə edilir. Bu proses kauçukun vulkanlaşdırılması adlanır və rezinin istiyə, sürtünməyə və mexaniki təsirlərə davamlılığını artırır.
- Dərmanlar, pestisidlər, boyaq maddələri, kibrit və kağız istehsalında istifadə olunur.
- Kosmetik vasitələr, şampunlar və bədən losyonlarının hazırlanmasında tətbiq edilir. Bu məhsullarda kükürdün antiseptik və müalicəvi xüsusiyyətlərindən istifadə olunur.
- Sementə əlavə olunduqda kükürdlü beton əldə edilir. Bu beton turşuların təsirinə qarşı olduqca davamlı olur.

### Kükürd dioksid

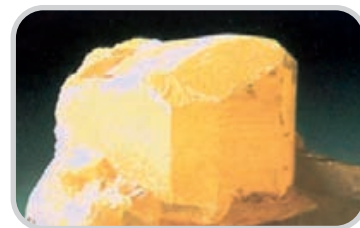
Kükürd dioksid ( $\text{SO}_2$ ) kükürdün havada yanması zamanı qaz halında əmələ gələn maddədir.

- Rəngsiz, havadan ağır, kəskin iyli və boğucu qazdır.
- Əksər qeyri-metal oksidləri kimi turşu oksididir. Suda həll olaraq sulfid turşusu ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) əmələ gətirir:



Sulfid turşusu davamsızdır, asanlıqla yenidən kükürd dioksid və suya parçalanır.

- Nəm mühitdə və ya məhlul halında olduqda ağardıcı təsir göstərir. Bunun səbəbi rəngli maddələrdəki rəngi reduksiya etməklə aradan qaldırmasıdır.
- Bakteriyaları məhv edə bilər.



Kükürdün otaq temperaturunda stabil olan forması rombik kükürddür.



Rombik kükürd  $96^\circ\text{C}$ -dən yuxarı temperaturda tədricən qızdırıldıqda onun kristal quruluşu dəyişir. Nəticədə molekullar fərqli şəkildə düzülərək iynə formalı monoklinik kükürd kristalları əmələ gətirir.

### Kükürdün tətbiq sahələri



Sulfat turşusunun istehsalı



Dərmanlar və kosmetik vasitələr



Kibrit, boyalar, pestisidlər

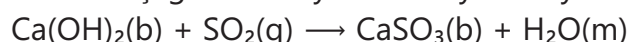


Sement (kükürdlü beton)

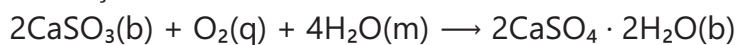


Kauçukun vulkanlaşdırılması

Kömür və neftin tərkibində müxtəlif kükürlü birləşmələr var. Neft emal zamanı bu birləşmələrdən qismən təmizlənsə də, yanacaq kimi tərkibində müəyyən miqdarda kükürd qalır. Bəzi kömür növlərində isə kükürdün miqdarı xüsusilə yüksək olur. Bu yanacaqlar elektrik stansiyalarında və sənaye müəssisələrinin sobalarında yandırıldıqda onların tərkibindəki kükürd birləşmələri oksigenlə reaksiyaya daxil olaraq kükürd dioksid ( $\text{SO}_2$ ) əmələ gətirir. Kükürd dioksid zərərli qaz olduğuna görə atmosfərə yayıldıqda ciddi ekoloji problemlərə səbəb olur. Kükürd dioksid insan sağlamlığı üçün təhlükəli qazdır. O, tənəffüs yollarına və ağciyərlərə təsir edərək tənəffüs prosesində çətinlik yaradır. Bundan əlavə, kükürd dioksid yağış sularında həll olaraq turşu yağışlarının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Turşu yağışları binaların səthini, metal konstruksiyaları aşındırır, su hövzələrində yaşayan balıqlara və torpaq üzərindəki bitkilərə ciddi zərər vurur. Tüstü qazları atmosfərə buraxılmazdan əvvəl onların kükürdsüzləşdirilməsi prosesi həyata keçirilir. Kükürdsüzləşdirilmə prosesi, adətən, toz halında olan əhəngdaşı və ya sönmüş əhəngdən istifadə edilməklə həyata keçirilir. Bu qarışıqlar tullantı qazlarının üzərinə püskürdülür və ya qazlar bu qarışığın içindən keçirilməklə təmizlənir. Sönmüş əhəng tətbiq edildikdə kükürd dioksidin tutulması aşağıdakı kimyəvi reaksiya tənliyi üzrə baş verir:



Əmələ gələn kalsium sulfit sonradan oksigen və suyun təsiri ilə hidratlaşmış kalsium sulfata (gipsə) çevrilir və müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunur.

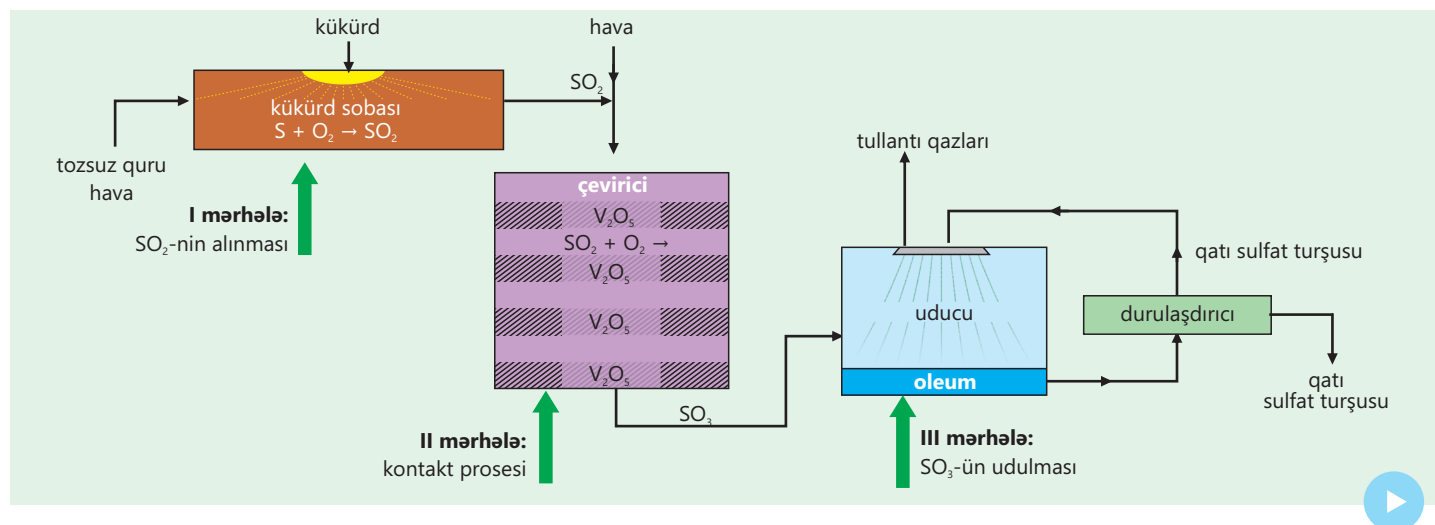


Kükürd dioksid aşağıdakı məqsədlər üçün tətbiq olunur:

- ✓ Sulfat turşusunun alınması;
- ✓ Yun, ipək və kağız istehsalı zamanı sellülozanın ağardılması;
- ✓ Sərinləşdirici içkilərin və mürəbbələrin hazırlanmasında, həmçinin meyvələrin qurudulmasında sterilizəedici maddə kimi;
- ✓ Bakteriya və kif göbələklərinin inkişafının qarşısını almaq üçün.

### Sulfat turşusu istehsalı və tətbiqi

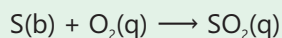
Sənayedə kükürddən sulfat turşusu üç mərhələdə aşağıdakı sxem üzrə alınır. Bu, **kontakt üsulu** adlanır.





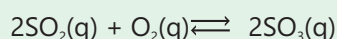
### I mərhələ: Kükürd dioksidin ( $\text{SO}_2$ ) alınması

Bu mərhələdə kükürd xüsusi sobada tozsuz və quru hava ilə yandırılır. Bu zaman kükürd oksigenlə reaksiyaya daxil olaraq kükürd dioksidə ( $\text{SO}_2$ ) çevrilir.



### II mərhələ: Kontakt prosesi (katalitik oksidləşmə)

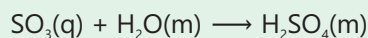
Bu mərhələdə kükürd dioksid daha çox hava ilə qarışdırılır və  $450^\circ\text{C}$  temperaturda vanadium(V) oksid ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) katalizatoru olan çeviricidən keçirilir. Çevirici bir neçə (adətən, dörd) katalizator layından ibarətdir. Bu şəraitdə kükürd dioksid oksidləşir və kükürd trioksid ( $\text{SO}_3$ ) alınır.



Bu reaksiya dönən və ekzotermik prosesdir. Buna görə temperatur  $450^\circ\text{C}$ -də saxlanılır ki, həm reaksiya sürətli getsin, həm də məhsulun çıxımı yüksək olsun.

### III mərhələ: Kükürd trioksidin udulması və sulfat turşusunun alınması

Əmələ gələn kükürd trioksid birbaşa su ilə qarışdırılmaz, çünki bu zaman qızma nəticəsində təhlükəli turşu dumanı yaranır. Ona görə də əmələ gələn kükürd trioksid ( $\text{SO}_3$ ) birbaşa suda deyil, qatı sulfat turşusunda həll edilir. Bu zaman kükürd trioksid məhlulda olan su ilə reaksiyaya daxil olur.



Su tamamilə reaksiyaya daxil olduqdan sonra kükürd trioksid sulfat turşusunda həll olaraq **oleum** adlanan tüstülənən maye əmələ gətirir ( $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{SO}_3$ ). Daha sonra oleum asta-asta suya tökülərək qarışdırılır və nəticədə qatı sulfat turşusu əldə edilir.

Bilir-siniz-mi?

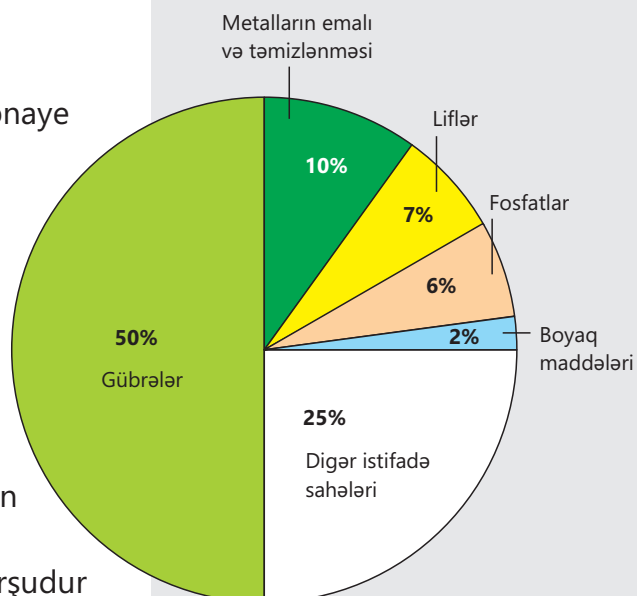


İndoneziyada vulkan nəticəsində yaranan qazların tərkibindəki kükürd dioksidin hesabına sulfat turşusu gölü əmələ gəlib. Bu göl vulkan qazlarının yağış və göl suyu ilə reaksiyaya daxil olması nəticəsində yaranıb.

### Sulfat turşusunun tətbiqi

Sulfat turşusu ən mühüm kimyəvi maddələrdən biridir və sənayedə çox geniş tətbiq sahəsinə malikdir. O, bir çox sənaye sahələri üçün əsas xammal hesab olunur və müxtəlif məhsulların istehsalında istifadə edilir.

- ✓ Gübrələrin, xüsusilə ammonium sulfatın istehsalında tətbiq olunur.
- ✓ Boyaq maddələrinin, piqmentlərin və rəngləyici maddələrin hazırlanmasında istifadə edilir.
- ✓ Liflərin və plastik maddələrin istehsalında istifadə olunduğundan bu materialların keyfiyyətinin artırılmasına kömək edir. Sulfat turşusu sabunların və yuyucu vasitələrin hazırlanmasında da geniş tətbiq olunur.
- ✓ Avtomobil akkumulyatorlarında istifadə olunan əsas turşudur və elektrik enerjisinin saxlanması prosesində rolu böyükdür.



## Duru və qatı sulfat turşusu

## Fəaliyyət

**Qatı sulfat turşusu şəkərə necə təsir edir?**

**Ləvazimat:** şəkər tozu ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), qatı sulfat turşusu ( $H_2SO_4$ ), kimyəvi stəkan, şüşə çubuq, pipet, ağ kağız (fon üçün), qoruyucu eynək və əlcək.

**Təlimat:**

**Addım 1.** Kimyəvi stəkanın təxminən 1/3 hissəsini şəkər tozu ilə doldurun. Şəkərin üzərinə bir neçə damcı su əlavə edərək şüşə çubuqla bir az nəmləndirin (bu, reaksiyanı sürətləndirir).

**Addım 2.** Stəkana ehtiyatla 10–15 ml qatı sulfat turşusu əlavə edin və sürətlə qarışdırın.

**Addım 3.** Stəkana ağ kağızın önünə qoyun və bir neçə saniyə gözləyin.

**Addım 4.** Şəkərin qaralmasını və köpüklənərək stəkandan yuxarıya doğru qara bir sütun şəklində qalxmasını müşahidə edin.

**Müzakirə edin:**

1. Şəkərin rənginin qaralması nəyin göstəricisidir?
2. Qara kütlə niyə stəkandan yuxarıya doğru qalxır?
3. Bu prosesin kimyəvi mahiyyəti nədən ibarətdir?

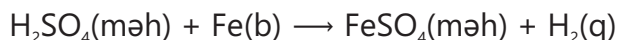


İçərisində sulfat turşusu olan çənlərin üzərindəki bu işarə təhlükə barədə xəbərdarlıq edir.

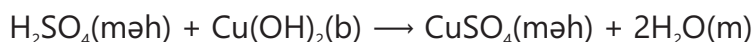
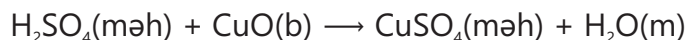
- ✓ Qatı sulfat turşusu çox təhlükəli maddədir və onunla işləyərkən xüsusi ehtiyat tədbirləri görülməlidir.
- ✓ Bu turşu güclü hiqroskopik (suuducu) təsirə malikdir. Qatı sulfat turşusu suuducu olduğu üçün digər maddələrin tərkibindən hidrogen və oksigen atomlarını ayıraraq su əmələ gətirir. Məsələn, şəkərin (saxaroza,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) üzərinə qatı sulfat turşusu əlavə edildikdə turşu onu kömürləşdirir.

Laboratoriyada duru sulfat turşusu qatı sulfat turşusunun suya əlavə edilməsi ilə hazırlanır. Əksinə etmək olmaz, çünki proses zamanı çoxlu istilik ayrıldığına görə turşu qaynayan suyun hesabına sıçrayaraq ətrafa yayıla və yanıq əmələ gətirə bilər. Duru sulfat turşusu turşular üçün səciyyəvi olan reaksiyalara daxil olur:

1. Turşu + metal → duz + hidrogen



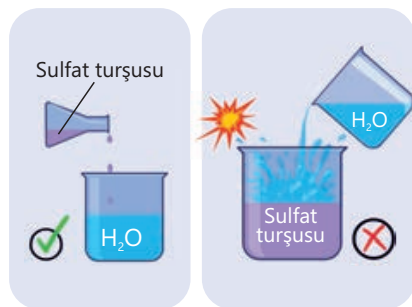
2. Turşu + metal oksidi və ya hidroksid → duz + su



3. Turşu + karbonat → duz + su + karbon dioksid



Sulfat turşusunun duzları **sulfatlar** adlanır.



Duru sulfat turşusunun alınması

**Öyrəndiklərinizi tətbiq edin**

1. Duru sulfat turşusu içərisində toz halında maddələrin olduğu aşağıdakı sınaq şüşələrinə əlavə olunur:  

|                                     |                                                                        |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| I sınaq şüşəsi: mis(II) oksid       | a. Hansı sınaq şüşələrində köpüklənmə (qaz ayrılması) müşahidə olunur? |
| II sınaq şüşəsi: maqnezium          | b. Hansı sınaq şüşəsində rəngli məhlul əmələ gəlir?                    |
| III sınaq şüşəsi: kalsium hidroksid | c. Hansı sınaq şüşələrində neytrallaşma reaksiyası baş verir?          |
| IV sınaq şüşəsi: natrium karbonat   | d. Hər bir reaksiyanın tənliyini yazın və əmsallaşdırın.               |
|                                     | e. Reaksiyalar nəticəsində alınan duzların adlarını yazın.             |
2. Kükürd dioksidlə oksigen arasındakı reaksiya dönəndir.
  - a. Bu nə deməkdir?
  - b. Reaksiyada katalizatorun istifadə edilməsinin səbəbini izah edin.
  - c. 500°C temperaturda katalizator kükürd trioksidin daha sürətlə əmələ gəlməsini təmin edir. Bəs sənayedə bu reaksiya 500°C temperaturda niyə həyata keçirilmir?

**Öyrəndiklərinizi yoxlayın**

1. Yer qabığında kükürdün tapılmasının əsas üç mənbəyini göstərin.
2. Kükürdün ərimə temperaturu nisbətən aşağıdır. Bunun səbəbi nədir?
3. Kükürdün hansı allotropik şəkildəyişmələri var?
4. Kükürd dioksidin havaya yayılması hansı problemlərə səbəb olur?
5. Sulfat turşusunun alınması üçün müəyyən edin:
  - a. prosesin adını
  - b. xammalları
  - c. katalizatoru

## 6.5 Karbon və birləşmələri

Qış mövsümündə soba ilə qızdırılan evlərdə bəzən insanlar özlərini pis hiss edirlər. Soba uzun müddət yandıqda otaqdakı şəxslərdə baş ağrısı, başgicəllənmə və halsızlıq yaranır. Bunun səbəbi yanma nəticəsində əmələ gəlmiş rəngsiz, ıysız və zəhərli qazın havaya qarışmasıdır. Bu qazla zəhərlənmə halları bəzən ölümə nəticələnir.



Açar  
sözlər

karbon dövrəni,  
əhəngdəşi, sönmüş  
əhəng

- Zəhərlənməyə səbəb olan qazın adı nədir?
- Belə qaz sobada hansı şəraitdə yaranır?
- Soba ilə qızdırılan evlərdə bu cür halların qarşısını almaq üçün hansı tədbirlər görülməlidir?



Karbon Yer qabığında həm sərbəst, həm də müxtəlif birləşmələr şəklində rast gəlinən mühüm kimyəvi elementdir. Sərbəst halda karbon iki əsas allotropik şəkildəyişmə – **almaz** və **qrafit** formasında mövcuddur. Almaz və qrafitin fiziki xassələri bir-birindən kəskin şəkildə fərqlənir.

✓ Almaz sərtliyi və şəffaflığı ilə seçilən bərk maddədir. Təbii mineralların ən sərtidir. Bu xüsusiyyətlərinə görə həm sənayenin müxtəlif sahələrində, həm də zinət əşyalarının hazırlanmasında geniş istifadə olunur.

✓ Qrafit tündrəngli, yumşaq və toxunduqda yağlı hiss edilən bərk maddədir.

Tərkibi, əsasən, karbondan ibarət olan maddələrdən biri də kömürdür. Kömür odunun və ya digər üzvi maddələrin az miqdarda hava şəraitində qızdırılması (piroliz) nəticəsində alınır. Proses zamanı üzvi maddələr parçalanır və əsas tərkib hissəsi karbon olan kömür əmələ gətirir ki, bu maddədən də yanacaq kimi geniş istifadə olunur.

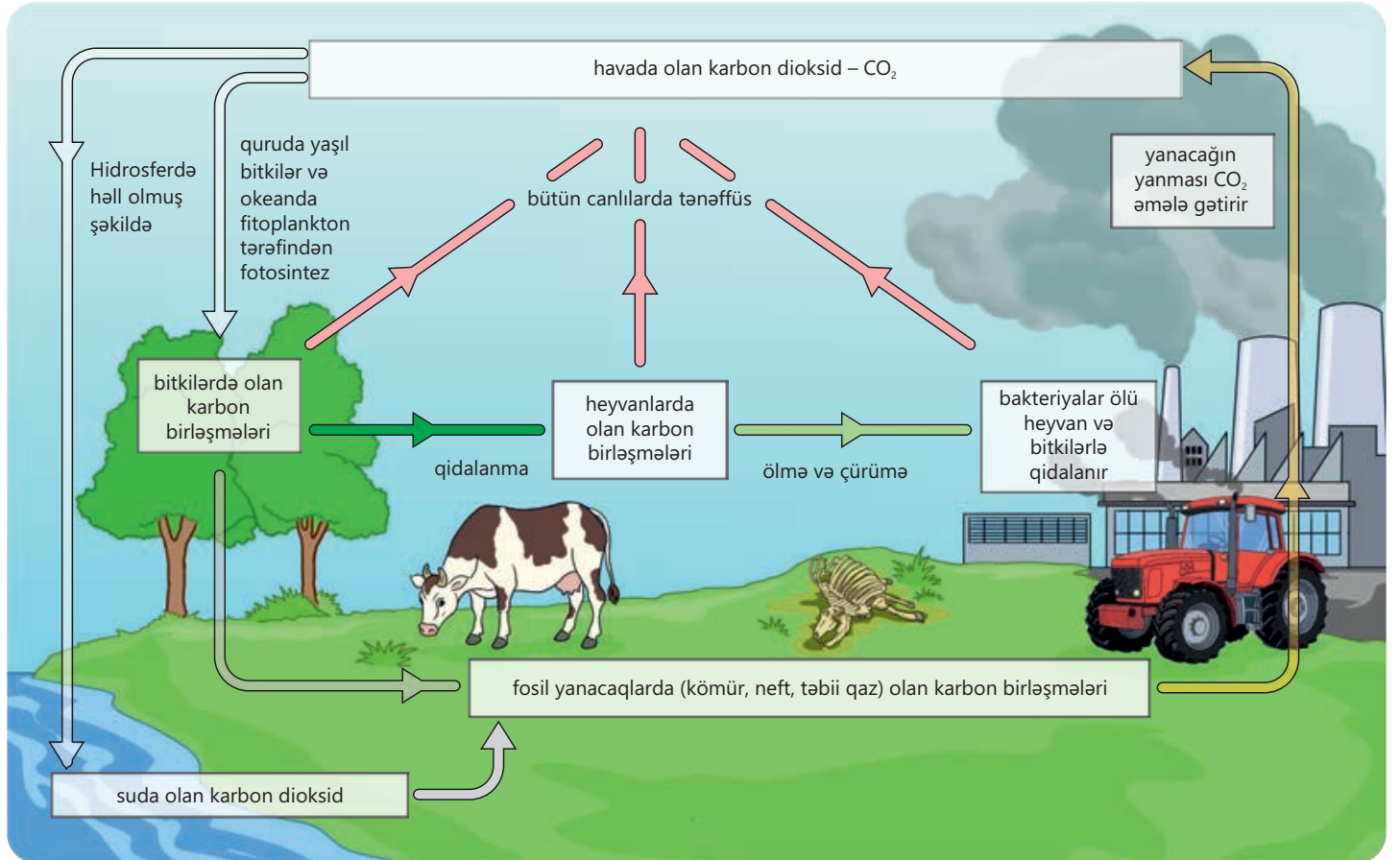
Təbiətdə karbonun birləşmələri çox geniş yayılmışdır. Bu birləşmələr canlı orqanizmlərin tərkibində, torpaqda, okeanlarda və atmosferdə mövcuddur. Atmosferdə karbona, əsasən, karbon dioksid şəklində rast gəlinir və bu maddə canlı aləm üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır. İnsan orqanizminin tərkibi də karbonun birləşmələri ilə zəngindir. İnsan bədəninin kütləcə təxminən 20%-i karbondan ibarətdir.

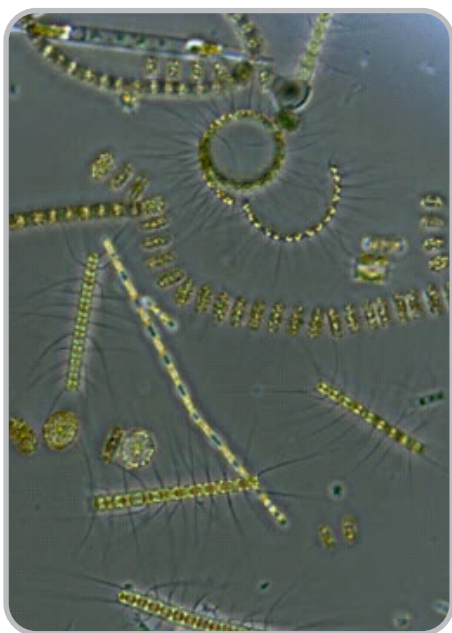
Karbon zülalların, yağların, karbohidratların və digər üzvi maddələrin əsas elementidir.

### Karbon dövranı

Karbon dövranı təbiətdə tərkibində karbon elementi olan maddələrin canlı və cansız aləm arasında daim hərəkətdə olması deməkdir.

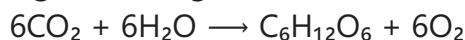
- ✓ Atmosferdə karbon, əsasən, karbon dioksidi ( $\text{CO}_2$ ) şəklində mövcuddur. Quruda yaşıl bitkilər, okeanlarda isə fitoplanktonlar fotosintez prosesi zamanı  $\text{CO}_2$ -ni mənimsəyərək onu üzvi maddələrə çevirir.
- ✓ Bitkilərdə toplanan karbon qidalanma yolu vasitəsilə heyvanlara ötürülür və canlıların bədənində müxtəlif karbon birləşmələrinin tərkibinə daxil olur. Bütün canlılar tənəffüs zamanı karbon dioksidi yenidən atmosfərə qaytarır. Canlıların ölməsi, yaxud çürüməsi nəticəsində karbonun bir hissəsi torpağa və suya keçir, bir hissəsi isə mikroorqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində  $\text{CO}_2$  şəklində yenidən havaya buraxılır.
- ✓ Uzun zaman ərzində bəzi üzvi maddələr torpaq qatlarında toplanaraq fosil yanacaqlara (kömür, neft, təbii qaz) çevrilir. Bu yanacaqlar yandırıldıqda karbon yenidən karbon dioksidi şəklində atmosfərə daxil olur. Beləliklə, karbon dövranı Yer üzündə maddələr mübadiləsinin və həyatın davamlılığının təmin olunmasında mühüm rol oynayır.





Fitoplanktonlar

Karbon dioksid atmosferdən, əsasən, iki yolla kənarlaşır: fotosintez və okean sularında həllolunma yolu ilə. Fotosintez zamanı bitkilərin yaşıl hüceyrələrində xlorofilin iştirakı ilə Günəş işığının enerjisi hesabına karbon dioksid ilə su reaksiyaya daxil olaraq qlükoza və oksigen əmələ gətirir:



Bitkilər qlükozadan digər karbon birləşmələrinin sintezi üçün istifadə edir. Heyvanlar bitkilərlə qidalandıqda karbon birləşmələri qida zənciri boyunca ötürülür və nəticədə insan qidasının tərkibinə daxil olur. Fotosintez okeanlarda yaşayan fitoplanktonlarda da baş verir və karbon su ekosistemlərində də dövr edir.

Karbon dioksidin atmosferdən kənarlaşmasının digər əsas yolu onun okean sularında həll olunmasıdır. Havada olan karbon dioksidin bir hissəsi okeanlarda həll olur və bunun nəticəsində karbonat ionları əmələ gəlir. Bu ionlardan molyusklar kalsium ionları ilə birlikdə qabıqlarını, balıqlar isə skeletlərini qurmaq üçün istifadə edir. Lakin karbon dioksidin hamısı suda həll olmur, yalnız müəyyən bir hissəsi həll ola bilər. Buna görə də atmosferdə və okeanda olan karbon dioksid miqdarı arasında tarazlıq yaranır.

Karbon dioksid atmosferə, əsasən, tənəffüs və yanacaqların yanması nəticəsində daxil olur. Bu proseslər karbon dövrəsinin vacib mərhələlərini təşkil edir. Tənəffüs prosesi bitkilərin, heyvanların və insanların hüceyrələrində enerji əldə etmək məqsədilə baş verir. Bu zaman qlükozanın oksigenlə reaksiyası nəticəsində karbon dioksid, su və enerji əmələ gəlir:

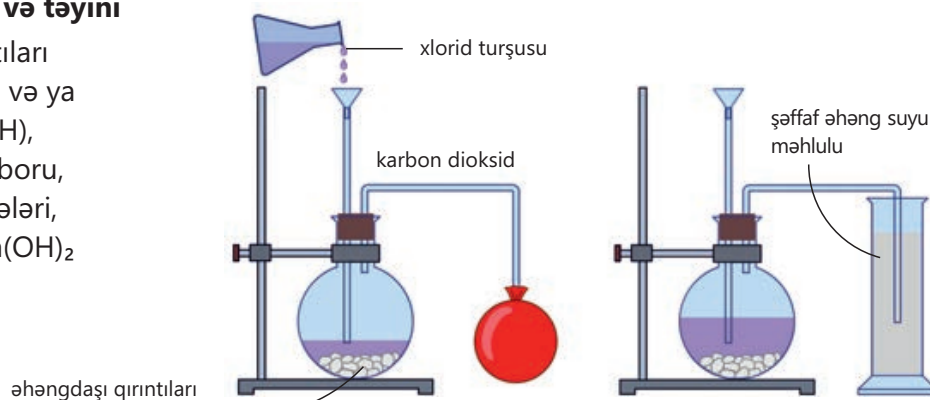


Karbon dioksidin atmosferə daxil olmasının digər mühüm yolu yanacaqların yanmasıdır. Yanacaqlar yandıqda karbon dioksid əmələ gəlir ki, o da atmosferdə karbon dioksidin miqdarını artırır.

## Fəaliyyət

**Karbon dioksidin alınması və təyini**

**Ləvazimat:** əhəngdaşı qırıntıları ( $\text{CaCO}_3$ ), xlorid turşusu ( $\text{HCl}$ ) və ya duru sirkə turşusu ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), kolba, ayırıcı qıf, qazaparan boru, tıxac, stəkan və ya sınaq şüşələri, distillə suyu, əhəng suyu ( $\text{Ca(OH)}_2$  məhlulu), ştativ və sıxac, şar, metiloranj məhlulu, pipet.



**Təlimat:**

**Addım 1.** Reaksiya kolbasına əhəngdaşı qırıntıları yerləşdirin və qurğunu şəkildə göstərildiyi kimi qurun.

**Addım 2.** Ayrı bir stəkanda əhəng suyunu hazırlayın. Bunun üçün az miqdarda  $\text{Ca(OH)}_2$ -ni suya əlavə edib çalxalayın. Bir müddət sonra üstdəki şəffaf hissədən götürüb stəkana və ya sınaq şüşəsinə yerləşdirin.

**Addım 3.** Kolbaya xlorid turşusunu ehtiyatla az-az əlavə edin. Reaksiya başladıqda qazın ayrılmasını müşahidə edin.

**Addım 4.** Şarın ağız hissəsini qazaparan borunun uc hissəsinə taxıb ayrılan qaz hesabına şarı şişirdin, sonra ağzını bağlayaraq yuxarıya doğru atın və hərəkətini izləyin.

**Addım 5.** Qazaparan borunun ucunu içərisində distillə suyu olan stəkana (və ya sınaq şüşəsinə) daxil edin. Suyu bir neçə damcı metiloranj məhlulu əlavə edin və baş verən dəyişikliyi izləyin.

**Addım 6.** Qazaparan borunun ucunu içərisində əhəng suyu olan stəkana (və ya sınaq şüşəsinə) daxil edin. Ayrılan qaz əhəng suyundan keçərkən baş verən dəyişikliyi izləyin.

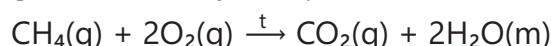
**Addım 7.** Sonra yenidən qazın məhluldan keçməsinə təmin edin və baş verən dəyişikliyi izləyin.

**Müzakirə edin:**

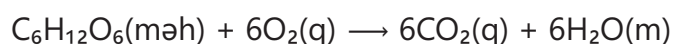
1. Əhəngdaşı ilə xlorid turşusu arasında baş verən reaksiyanın tənliyi necə olar?
2. Karbon dioksidin rəngi və iyi necədir?
3. Karbon dioksidlə doldurulmuş şarı havaya atdıqda nə baş verdi? Bunun səbəbi nədir?
4. Karbon dioksidin suda həll edilməsindən alınan məhlul indikatora necə təsir etdi? Bunun səbəbi nədir?
5. Karbon dioksidin əhəng suyundan keçirilməsi zamanı hansı dəyişiklik baş verdi? Bu hansı maddənin əmələ gəlməsini göstərir?
6. Karbon dioksidin bir müddət sonra məhluldan keçməsinə təmin etdikdə daha hansı dəyişiklik baş verdi? Bunun səbəbini necə izah edərdiniz?

Karbon dioksid ( $\text{CO}_2$ ) havada təbii şəkildə mövcud olan qazdır. O həmçinin aşağıdakı reaksiyalar nəticəsində də əmələ gəlir:

1. *Karbon tərkibli maddələr tam yandıqda.* Məsələn, təbii qazın əsas tərkib hissəsi olan metan kifayət qədər oksigenli mühitdə yandıqda karbon dioksid və su alınır:



2. *İnsan orqanizminin hüceyrələrində qlükoza ilə oksigen arasında gedən reaksiya zamanı.* Bu proses tənəffüs adlanır və əmələ gələn karbon dioksid nəfəsvermə zamanı bədənə xaric edilir.



3. Duru turşularla karbonatlar arasında baş verən reaksiyalar zamanı. Məsələn, xlorid turşusu ilə mərmər qırıntıları (kalsium karbonat) arasında gedən reaksiya nəticəsində karbon dioksid ayrılır:





Yanğınsöndürən qurğular karbon dioksid qazı buraxaraq alovu söndürür, çünki karbon dioksid olan mühitdə yanma baş vermir.



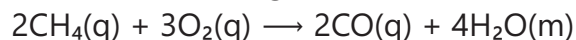
Qazlı içkilərin hazırlanmasında karbon dioksiddən istifadə edilir. Karbon dioksidin mayedən ayrılması nəticəsində qazlı içkidə köpüklənmə baş verir.

Karbon dioksid:

- ✓ rəngsiz və iysiz qazdır;
- ✓ havadan xeyli ağırdır;
- ✓ yanıcı deyil və yanğınsöndürmədə istifadə olunur;
- ✓ suda az həll olur və suda həll olduqda karbonat turşusu ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) əmələ gətirir.

### Karbon monooksid

Karbon monooksid ( $\text{CO}$ ) tərkibində karbon olan maddələrin kifayət qədər oksigen olmayan şəraitdə yanmasından əmələ gəlir. Məsələn, metan az miqdarda oksigen olan şəraitdə yandıqda karbon monooksid və su əmələ gəlir:



Karbon monooksid çox zəhərli qazdır. O, qırmızı qan hüceyrələrində olan hemoglobinlə möhkəm birləşərək oksigenin orqanizmin toxumalarına daşınmasına mane olur. Nəticədə hüceyrələrdə oksigen çatışmazlığı yaranır və ağır zəhərlənmə baş verir. Karbon monooksid rəngsiz və iysiz qaz olduğuna görə onu vaxtında hiss etmək çətindir. Buna görə də qazla işləyən qızdırıcıların və qazanxanaların müntəzəm olaraq yoxlanılması təhlükəsizlik baxımından çox vacibdir.

### Karbonatlar

Karbonatlar tərkibində karbonat ionu ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) olan birləşmələrdir. Onlara misal olaraq kalsium karbonatı ( $\text{CaCO}_3$ ) göstərmək olar. Kalsium karbonata təbiətdə əhəngdaşı, təbaşir və mərmər şəklində rast gəlinir.

Karbonatların əsas xüsusiyyətləri aşağıdakılardır:

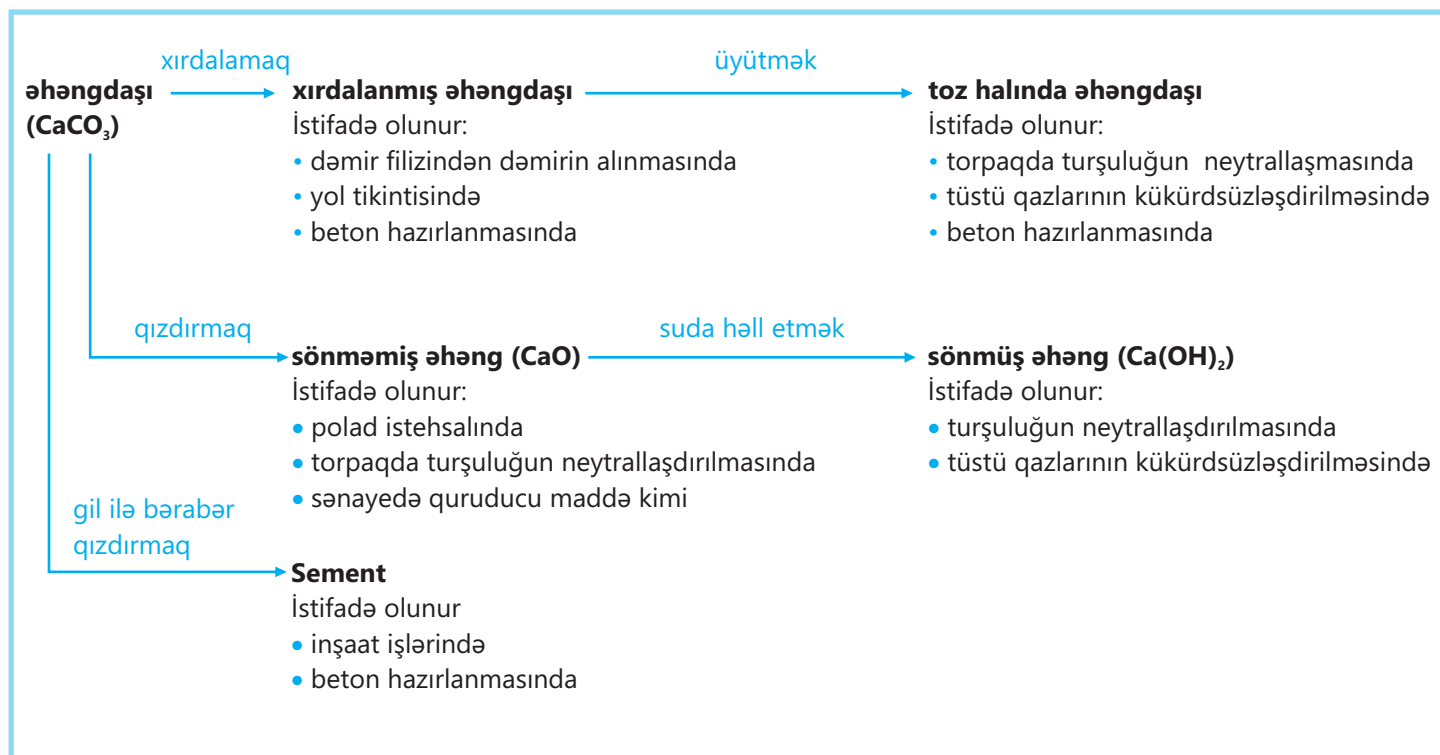
- ✓ Əksəriyyəti suda həll olmur (yalnız natrium, kalium və ammonium karbonatlar suda həll olur).
- ✓ Turşularla reaksiyaya daxil olaraq duz, su və karbon dioksid əmələ gətirir.
- ✓ Əksəriyyəti qızdırıldıqda metal oksidinə və karbon dioksida parçalanır (natrium və kalium karbonatlar qızdırıldıqda parçalanmır):



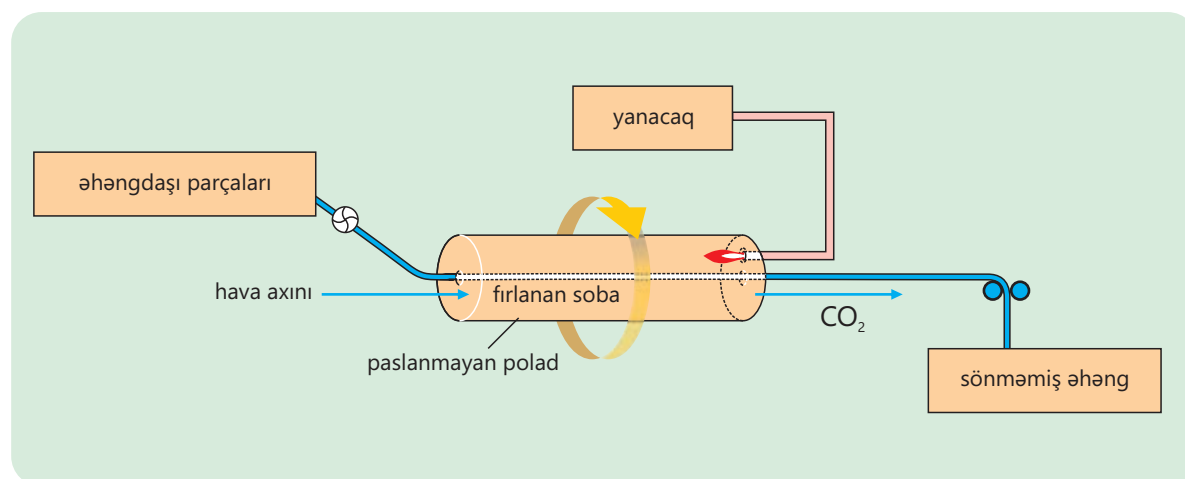
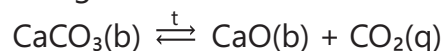
### Əhəngdaşı

Dənizdə yaşayan canlıların çoxunun qabıqları və skeletləri kalsium karbonatdan ibarətdir. Bu canlılar öldükdən sonra qalıqları dənizin dibinə çökür. Zaman keçdikcə, milyon illər ərzində üst-üstə yığılaraq sıxlaşan bu qabıq və skelet qalıqlarından əhəngdaşı süxuru əmələ gəlir. Dəniz orqanizmlərinin yumşaq hissələri isə uzun müddətdən sonra neft və təbii qaza çevrilir. Baş verən geoloji dəyişikliklər dənizin dibinin tədricən yüksəlməsinə və quru sahələrin formalaşmasına səbəb olur.

Bu gün dənizlərdən uzaq olan quru ərazilərdə də əhəngdaşı süxurlarına rast gəlinir. Hər il Yer qabığından təxminən 5 milyard tona yaxın əhəngdaşı çıxarılır ki, bundan aşağıdakı məqsədlər üçün istifadə edilir:



Əhəngdaşı qızdırıldıqda parçalanıb sönməmiş əhəng (CaO) və karbon dioksid əmələ gətirir:

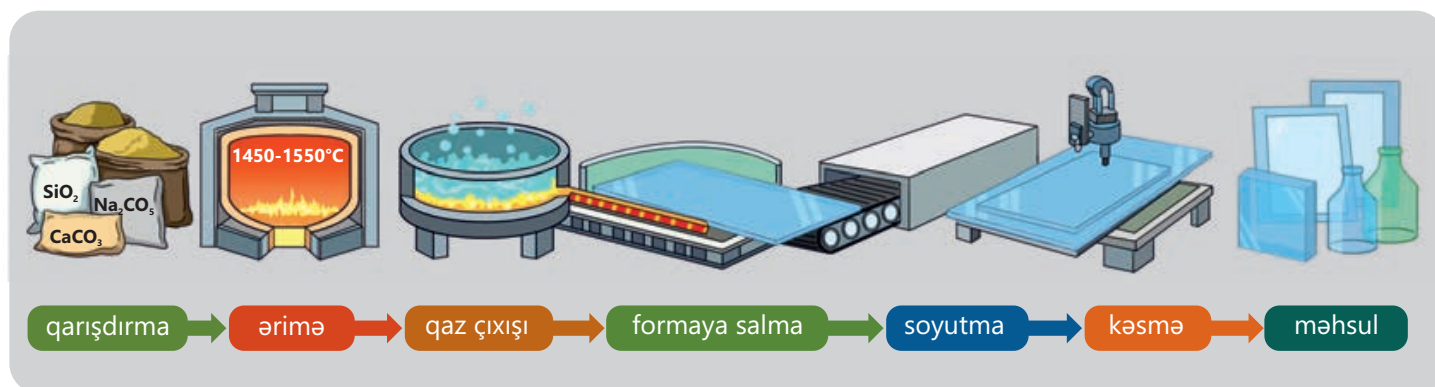


Bu reaksiya sənayedə xüsusi əhəng sobalarında həyata keçirilir. Soba qızdırılır və onun bir ucundan əhəngdaşı daxil edilir. Qızdırma nəticəsində əmələ gələn əhəng sobanın digər ucundan çıxarılır. Reaksiya dönmən proses olduğu üçün kalsium oksid və karbon dioksid müəyyən şəraitdə yenidən birləşə bilər. Buna görə də sobadan davamlı olaraq hava axını verilir ki, karbon dioksid mühitdən uzaqlaşdırılsın və reaksiya təkrar geri dönməsin.

Əhəngdaşının mühüm tətbiq sahələrindən biri şüşə istehsalıdır. Adi şüşə istehsalında  $\text{CaCO}_3$ -ün istifadə olunması onun möhkəmliyini və kimyəvi dayanıqlılığını artırır. Bu zaman əvvəlcə əsas xammallar olan qum ( $\text{SiO}_2$ ), soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) və əhəngdaşı ( $\text{CaCO}_3$ ) müəyyən nisbətlərdə qarışdırılır. Alınan qarışıq böyük sənaye sobalarına verilir və təxminən  $1450\text{--}1550^\circ\text{C}$  temperaturda əridilir. Yüksək temperaturda soda və əhəngdaşı silisium dioksidlə reaksiyaya daxil olduqda karbon qazı ayrılır və şüşə əmələ gətirən maddələr alınır.



Ərimə prosesi zamanı qaz qabarcıqları kütlədən çıxır və alınan qarışıq homogen, şəffaf olan maye şüşə kütləsinə çevrilir. Daha sonra ərimiş şüşə maye qalayın üzərinə axıdılır və səthə yayılaraq hamar, bərabər qalınlıqlı təbəqə halına salınır. Formaya salınmış şüşə soyutma tunelindən keçirilərək tədricən soyudulur ki, onun daxilində gərginlik yaranmasın və çatlamalar baş verməsin. Sonda şüşə lazımi ölçülərdə kəsilir və emal olunur, nəticədə müxtəlif növ hazır şüşə məmulatları əldə edilir.



Əhəngdaşından sement istehsalında da istifadə olunur. Sement əhəngdaşının gil ilə qarışdırılması, alınan qarışıqın sobada yüksək temperaturda qızdırılması və sonradan ona gipsin (hidratlaşmış kalsium sulfatın) əlavə edilməsi yolu ilə hazırlanır. Alınan bərk maddənin üyüdülərək toz halına salınması nəticəsində sement əldə edilir.

**Öyrəndiklərinizi tətbiq edin**

Kalsium karbonat sənaye əhəmiyyətli mühüm xammaldır.

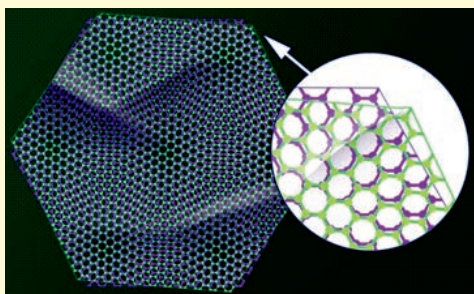
- a. Tərkibi kalsium karbonatdan ibarət olan bir süxur adı deyin.
- b. Kalsium karbonat güclü qızdırıldıqda parçalanır:
  - I. Bu parçalanma reaksiyasının tənliyini yazın.
  - II.  $\text{CaCO}_3$ -ün nisbi formul kütləsini hesablayın.
  - III. Tam parçalanma nəticəsində 2,5 mol karbon dioksid alınmışsa, parçalanan  $\text{CaCO}_3$ -ün kütləsini hesablayın.
  - IV. 500 q  $\text{CaCO}_3$ -ün qızdırılması nəticəsində 224 q  $\text{CaO}$  alınmışsa, məhsulun çıxımını (%) hesablayın.
- c. Həm suda həll olmayan kalsium karbonat, həm də suda az həll olan kalsium oksid torpağın pH-nı artırmaq üçün istifadə olunur. Kalsium karbonatdan istifadə etməyin üstünlüyü nədir?
- d. Kalsium karbonatın kalsium oksid hazırlanmasından və torpağın pH-nın tənzimlənməsindən başqa daha hansı tətbiq sahələri var?

**Öyrəndiklərinizi yoxlayın**

1. Karbon dövrəni nədir?
2. Tənəffüs prosesi ilə metanın yanmasını müqayisə edin.
  - a. Bu iki reaksiya arasında hansı oxşarlıqlar var?
  - b. Tənəffüs zamanı alınan enerjiden nə üçün istifadə edirik?
  - c. Metanın yandırılmasından alınan enerjiden nə üçün istifadə edirik?
3. Təbiətdə əhəngdaşı necə əmələ gəlir?
4. Əhəngdaşının istifadə sahələrindən biri də sönməmiş əhəngin alınmasıdır.
  - a. Əhəngdaşından sönməmiş əhəng necə hazırlanır?
  - b. Bu proses zamanı karbon dioksidi uzaqlaşdırmaq nə üçün vacibdir?
  - c. Əhəng sobasında karbon dioksid necə uzaqlaşdırılır?
5. Tüstü qazları atmosfərə buraxılmazdan əvvəl kükürdsüzləşdirilir.
  - a. Bu prosesdə istifadə olunan maddələrdən birinin adını yazın.
  - b. Prosesdə alınan kalsium sulfid çox vaxt gipsə çevrilir. Gips nədir və harada istifadə olunur?
  - c. Proses zamanı baş verən reaksiya tənliklərini yazın.

# Elm, texnologiya, həyat

Alimlər son onilliklərdə kimya və materialşünaslığın inkişafı səbəbindən maddələri təkcə tərkibinə görə deyil, həm də ölçüsünə görə yeni səviyyədə öyrənir, bir-birindən əhəmiyyətli kəşflərə imza atırlar. Atom və molekul səviyyəsində yaradılan materialların ənənəvi maddələrlə müqayisədə tamamilə fərqli xassələrə malik olmasının mövcudluğu belə kəşflərdəndir. Xüsusilə karbon əsasında alınan yeni nəsil materiallar müasir texnologiyanın inkişafında mühüm rol oynayır. Bu materiallar arasında **qrafen** xüsusi yer tutur.



Qrafen karbon atomlarının bir atom qalınlığında, ikiölçülü kristal quruluşda düzülmüş təbəqəyə malik maddədir. Qrafendə karbon atomları altıbucaqlı quruluşda düzülür və məhz bu quruluş ona qeyri-adi xassələr qazandırır. Qrafen çox möhkəmdir, eyni zamanda elektrik və istiliyi yaxşı keçirir. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, qrafen poladdan təxminən 200 dəfə möhkəm, misdən isə elektriki daha yaxşı keçirən materialdır. Bundan başqa, qrafen şəffafdır və asanlıqla əyilə bilər. Qrafenin alınması və xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi materialşünaslıqda mühüm elmi nailiyyət hesab olunur. 2004-cü ildə Andre Geim və

Konstantin Novoselov qrafiti çox nazik təbəqələrə ayıraraq qrafen əldə etmiş və bu kəşfə görə 2010-cu ildə Nobel mükafatına layiq görülmüşlər.

Müasir texnologiyanın inkişafı elektron qurğular qarşısında yeni tələblər qoyur. Bu qurğular daha kiçikölçülü, daha sürətli və enerjiyə qənaətcil olmalıdır. Uzun müddət bu sahədə əsas material kimi istifadə olunan silisium artıq öz fiziki imkanlarının sərhədlərinə yaxınlaşıb. Bu səbəbdən alimlər daha yüksək keçiriciliyə və daha əlverişli elektron xassələrinə malik yeni materialların axtarışına başlayıblar. Qrafen belə materiallardan biridir, çünki onun quruluşu elektronların çox sürətlə hərəkət etməsinə imkan verir. Məhz bu xüsusiyyətinə görə qrafen gələcək nəsil elektron qurğuların hazırlanması üçün perspektivli material hesab olunur.

Qrafenin tətbiq sahələri sürətlə genişlənir. Elektronikada qrafendən çevik və şəffaf ekranların, yüksəksürətli tranzistorların və həssas sensorların hazırlanmasında istifadə olunur. Energetika sahəsində də qrafen əsaslı

batareyalar və superkondensatorlar daha uzunömürlü və daha sürətli doldurulan enerji mənbələrini yaratmağa imkan verir. Tibb sahəsində qrafen biosensorların hazırlanmasında, dərmanların məqsədli daşınmasında və süni toxumaların yaradılmasında tətbiq olunur. Materialşünaslıqda isə qrafenlə möhkəmləndirilmiş materiallar yüngül və möhkəm konstruksiya istehsalına şərait yaradır. Bundan əlavə, alimlər qrafenin suyun təmizlənməsi, bakteriyaların məhv edilməsi və karbon qazının tutulması kimi imkanlarını da araşdırırlar. Bu tədqiqatlar qrafenin yalnız texnologiyada deyil, həm də ətraf mühitin qorunmasında mühüm rolu ola biləcəyini göstərir.



Qrafenin tətbiq sahələri

## Layihə

Ammonyak ( $\text{NH}_3$ ) sənaye və kənd təsərrüfatı üçün strateji əhəmiyyətli maddələrdən biridir. Dünyada istehsal olunan ammonyakın böyük hissəsi azotlu gübrələrin alınmasında istifadə edilir. Ammonyak sənayedə azot və hidrogen qazlarının yüksək temperatur və təzyiqdə reaksiyası nəticəsində alınır. Bu proses Haber prosesi adlanır.

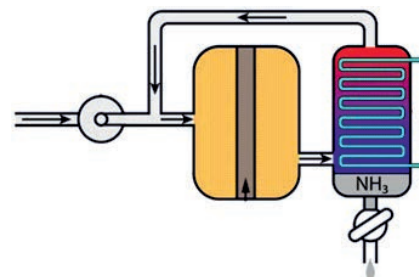
### Məqsəd

Layihənin məqsədi Haber prosesində ammonyakın alınmasını mərhələli şəkildə hesablamaq, ilkin dövr üzrə çıxım və təkrar dövriyyənin məhsul çıxımına təsirini riyazi hesablamalarla müəyyən etmək, həmçinin prosesin səmərəliliyini qiymətləndirməkdir.

### Təlimat

1. Haber prosesinin kimyəvi tənliyini yazın.
2. Aşağıdakı cədvəli dəftərinizə köçürün.
3. Azot və hidrogenin verilmiş kütlələri əsasında mol miqdarlarını hesablayın.
4. Limitləyici maddəni müəyyən edin.
5. Nəzəri olaraq alınacaq ammonyakın maksimum kütləsini (kq ilə) hesablayın.
6. Hər dövrdə ammonyakın çıxımının 15% olduğunu nəzərə alaraq ilk üç dövrdə alınan ammonyakın kütlələrini (kq ilə) hesablayın.
7. Üçüncü dövrdən sonra ammonyakın ümumi çıxımını (%) hesablayın.

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| Azotun başlanğıc kütləsi (kq)                           | 1000 |
| Hidrogenin başlanğıc kütləsi (kq)                       | 250  |
| Limitləyici maddə                                       |      |
| Nəzəri olaraq alınacaq ammonyakın maksimum kütləsi (kq) |      |
| Hər dövrə üzrə məhsulun çıxımı (%)                      | 15   |
| Birinci dövrdə alınan ammonyakın kütləsi (kq)           |      |
| İkinci dövrdə alınan ammonyakın kütləsi (kq)            |      |
| Üçüncü dövrdə alınan ammonyakın kütləsi (kq)            |      |
| Üçüncü dövrdən sonra ammonyakın ümumi çıxımı (%)        |      |



### Müzakirə sualları

1. Niyə Haber prosesində alınan ammonyakın miqdarı ilk dövrdə az olur?
2. Təkrar dövrə məhsuldarlığı necə təsir edir?
3. Təzyiq və temperatur artdıqca iqtisadi səmərəlilik necə dəyişir?
4. Proses zamanı neçənci dövrdən sonra məhsulun ümumi çıxımı təqribən 90%-ə çatır?

## QEYRİ-METALLAR

### Halogenlər

17-ci qrup (VIIA qrup) elementləridir (flüor, xlor, brom, yod və astat). Bu elementlərin aktivlikləri qrup üzrə yuxarıdan aşağıya doğru zəifləyir. Halogenlər metallarla reaksiyaya daxil olduqda ion rabitəli, qeyri-metallarla reaksiyaya daxil olduqda isə kovalent rabitəli birləşmələr əmələ gəlir. Halogenlərlə halogenidlər arasında əvəzetmə reaksiyası baş verir və halogenlərin oksidləşdiricilik qabiliyyəti qrup üzrə yuxarıdan aşağıya doğru zəifləyir.

### Azot

Azot rəngsiz, iysiz və az aktiv olan qazdır. Yüksək temperaturda oksigenlə reaksiyaya daxil olub azot oksidləri (azot monooksid – NO və azot dioksid – NO<sub>2</sub>) əmələ gətirir.

#### Azot dioksid

Azot dioksid turşu oksididir, atmosferi çirkləndirir və turşu yağışların yağmasına səbəb olur.

### Hidrogen

Hidrogen bütün elementlər arasında ən yüngül elementdir. Hidrogen qazı rəngsiz və iysizdir, oksigenlə reaksiyaya daxil olaraq su, mis(II) oksiddən oksigeni ayıraraq mis əmələ gətirir. Laboratoriya şəraitində hidrogen qazı, adətən, hidrogendən aktiv olan metalların duru turşularla reaksiyasından, sənayedə isə təbii qazın (metanın) su buxarı ilə katalitik reaksiyasından alınır.

#### Ammonyak

Ammonyak rəngsiz qazdır. O, sənaye və kənd təsərrüfatı üçün çox mühüm birləşmə hesab olunur. Sənayedə azotla hidrogenin reaksiyası nəticəsində (Haber prosesi) alınır.

### Kükürd

Kükürd sarı rəngli, kövrək olan bərk maddədir. Yanmasından kükürd dioksid əmələ gəlir.

#### Kükürd dioksid

Sulfat turşusu istehsalında istifadə olunur.

#### Sulfat turşusu

Kontakt üsulu ilə alınır, gübrələrin istehsalında tətbiq olunur.

#### Gübrələr

Ammonyakdan sənayedə ammonium nitrat və ammonium sulfat alınır və bu maddələrdən gübrə kimi istifadə olunur.

### Karbon

Yer qabığında karbon həm sərbəst (almaz və qrafit), həm də müxtəlif birləşmələr (əhəngdaşı və s.) şəklində rast gəlinir. Tam yanmasından karbon dioksid, natamam yanmasından karbon monooksid alınır. Təbiətdə tərkibində karbon elementi olan maddələrin canlı və cansız aləm arasında daim hərəkəti – "karbon dövrəni" baş verir.

#### Karbon monooksid

Çox zəhərli qazdır.

#### Karbon dioksid

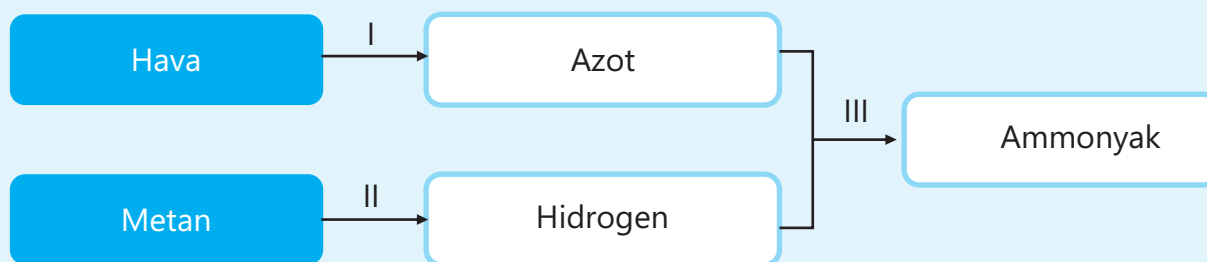
Rəngsiz, iysiz qazdır, yanıcı deyil və yanğınsöndürmədə istifadə olunur.

#### Əhəngdaşı

Əhəngdaşından sönməmiş əhəng, sement və şüşə istehsalında geniş istifadə olunur.

# Ümumiləşdirici tapşırıqlar

1. Halogenlərin oksidləşdiricilik qabiliyyəti qrup üzrə necə dəyişir? Nə üçün?
2. Halogenlərin metallar və qeyri-metallarla reaksiyasından alınan maddələrdə rabitələr eyni, yoxsa fərqli olur? Cavabınızı əsaslandırın.
3. Hansı hallarda maddələr arasında reaksiya baş verir? Cavabınızı əsaslandırın.
  - a.  $\text{Cl}_2$  və  $\text{KBr}$
  - b.  $\text{I}_2$  və  $\text{KCl}$
  - c.  $\text{Br}_2$  və  $\text{KI}$
4. Hovuz suyu niyə bəzən kəskin qoxulu olur? Suya kəskin qoxulu maddənin əlavə edilməsinin hansı müsbət və mənfi cəhətləri var?
5. 1,3 qram sinkin artıq miqdarda duru sulfat turşusu ilə reaksiyasından alınan hidrogenin  $20^\circ\text{C}$  və 1 atm təzyiqində həcmi (litrlə) hesablayın.
6. I, II və III mərhələlərdə baş verən prosesləri təsvir edin. Baş verən reaksiyaların tənliklərini yazın.



7.  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , yoxsa  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  fosforla daha zəngindir? Cavabınızı əsaslandırın.
8. Kükürd element halında, əsasən, yerin dərin qatlarında yerləşən böyük yeraltı yataqlarda tapılır. Onu bu yataqlardan qazıb çıxarmaq kifayət qədər böyük maliyyə vəsaiti tələb edir. Kükürdü daha az maliyyə vəsaiti hesabına yerin dərin qatlarından necə çıxarmaq olar?

**9. Neft məhsullarının tərkibindəki müxtəlif kükürlü birləşmələr bu məhsullardan istifadə zamanı hava, torpaq və su hövzələrinin çirklənməsinə səbəb olur.**

- I. Bu birləşmələr ətraf mühiti necə çirkləndirir? Bu zaman hansı reaksiyalar baş verir?
- II. Sönmüş əhənglə bu problemi necə həll etmək olar?

**10. Kontakt prosesi ilə sulfat turşusunun alınması prosesində**

- a. I mərhələdə hansı proseslər baş verir?
- b. II mərhələdə hansı proseslər baş verir?
- c. III mərhələdə hansı proseslər baş verir?

**11. Almaz və qrafitin hansı oxşar və fərqli xassələri var?**

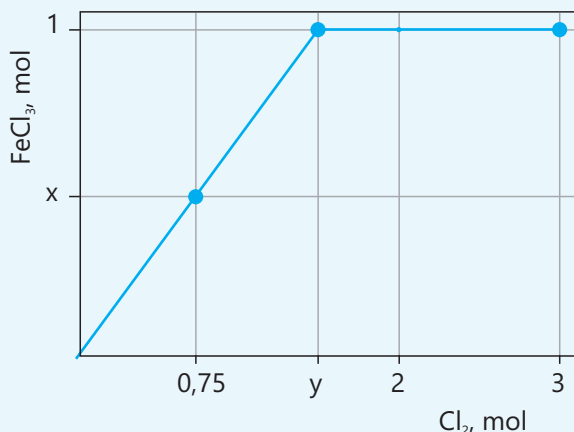
**12. Təbiətdə karbon dövrəni zamanı tərkibində karbon elementi olan maddələrin canlı və cansız aləm arasında daim hərəkətdə olması baş verir.**

- I. Hansı proseslər zamanı tərkibində karbon olan birləşmələr canlı mühitdən cansız mühitə keçir?
- II. Hansı proseslər zamanı tərkibində karbon olan birləşmələr cansız mühitdən canlı mühitə keçir?

**13. Bitki qapalı şüşə qabın altında bir müddət saxlanılır. Zaman keçdikcə həmin qabda təzyiq dəyişirmi? Cavabınızı baş verən reaksiya tənliyi üzərində izah edin.**

**14. Dəmirin xlorla reaksiyasından əmələ gələn  $\text{FeCl}_3$ -ün mol sayının xlorun sərf olunan mol sayından asılılıq qrafiki verilmişdir.**

- a. x-i müəyyən edin.
- b. y-i müəyyən edin.
- c. Neçə mol  $\text{FeCl}_3$  alınmışdır?



# bölmə 7

## Üzvi birləşmələr

Səhər oyandıqda içdiyimiz çay, yediymiz çörək, istifadə etdiyimiz sabun və geyindiyimiz paltarlar üzvi maddələrlə əlaqəlidir. Gündəlik istifadə etdiyimiz plastik qablar, qida məhsulları, dərmanlar, ətilər, boyalar və yuyucu vasitələr üzvi birləşmələr əsasında hazırlanır. Avtomobillərin hərəkəti, evlərin qızdırılması və elektrik enerjisinin istehsalı zamanı istifadə olunan maddələrin böyük hissəsi də üzvi maddələrdir.



- İnsan orqanizmi də sudan başqa, əsasən, üzvi maddələrdən təşkil olunmuş mürəkkəb bir sistemdir. Zülallar, yağlar və karbohidratlar bədənimizin formalaşmasında və fəaliyyətində əsas rol oynayan üzvi maddələrdir. Hüceyrələrdə gedən proseslərin iştirakçısı olan üzvi maddələr enerji mübadiləsini və orqanizmin normal inkişafını təmin edir.
- 1. Üzvi maddələrdən başqa hansı sahələrdə istifadə olunur?  
2. İnsan orqanizmində üzvi maddələr hansı funksiyaları yerinə yetirir?  
3. Evinizdə olan hansı əşyaların üzvi maddələrdən hazırlandığını düşünürsünüz?  
4. Sizcə, üzvi maddələrdən bu qədər geniş istifadə olunmasının səbəbi nədir?  
5. Üzvi maddələr olmasaydı, gündəlik həyatımızda nə dəyişərdi?

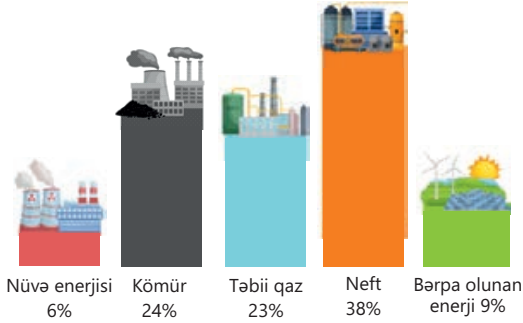
### Bölmədə öyrənəcəksiniz

- Karbon və hidrogen elementlərindən təşkil olunmuş üzvi birləşmələr karbohidrogenlər adlanır
- Neftin fraksiyalı distilləsindən müxtəlif məhsullar (rafinə qazı, benzin, nafta, kerosin, dizel yanacağı, mazut, sürtkü yağları, bitum) alınır
- Neft fraksiyasının tərkibindəki maddələrin molekullarında karbon atomlarının sayı artdıqca qaynama temperaturu artır, axıcılıq, uçuculuq və yanma qabiliyyəti azalır
- Neftin təkrar emalı zamanı neft məhsullarında olan karbohidrogen molekullarının daha kiçik molekullara parçalanması – krekinq prosesi ilə benzinin çıxımı artırılır
- Etilen və propilen molekullarının bir-biri ilə birləşərək makromolekullar əmələ gətirməsi – polimerləşmə reaksiyası nəticəsində polimerlər əmələ gəlir
- Karbohidrogen molekulunda olan hidrogen atomlarının funksional qruplar ilə əvəz olunmasından alınan üzvi maddələr funksional qruplu üzvi maddələr adlanır (məsələn, spirtlər, karbon turşuları)

## 7.1 Fosil yanacaqlar

Milyon illər əvvəl yaşamış bitki və digər canlıların qalıqları bu gün insan həyatına enerji verir. Yer qatlarının dərinliyində formalaşan fosil yanacaqlar əsrlər boyu təbiətdən topladığı enerjini özündə saxlayır. İnsanlar bu

enerjidən istifadə edərək evlərini qızdırır, nəqliyyatı hərəkətə gətirir və sənayeni inkişaf etdirirlər. Bu gün fosil yanacaqların verdiyi enerji digər mənbələrin verdiyi enerjiden dəfələrlə böyükdür.



- Fosil yanacaqlar hansılardır?
- Onlar necə əmələ gəlir?
- Bu yanacaqlar başqa hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?
- Neftin emalı ilə əlaqəli nə bilirsiniz?

### Açar sözlər

fosil yanacaqlar, neft, təbii qaz, daş kömür, bərpa olunmayan resurs, neftin fraksiyalı distilləsi, fraksiya kolonu, neft məhsulları

6-cı sinif "Təbiət" dərsliyindən öyrənmişsiniz ki, **fosil yanacaqlara təbii qaz, neft və daş kömür** aiddir.



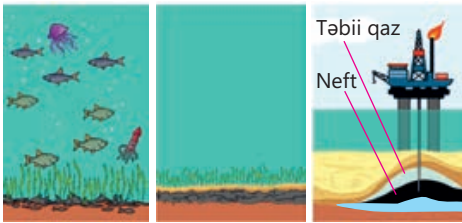
təbii qaz



neft



daş kömür



### Bilirsinizmi?

Dünyada hər gün 13 milyard litrdən çox neft istifadə olunur. Hazırkı sürətlə istifadə edilərsə, ekspertlər mövcud neftin təxminən 40 il kifayət edəcəyini hesablamışlar.

Fosil yanacaqlar milyonlarla il əvvəl yaşamış bitki və heyvanların qalıqlarıdır. Məsələn, neft məhv olmuş bitki və heyvanların qalıqlarından əmələ gəlir. Okean dibinə çökmüş, vaxt keçdikcə qum və lil qatları ilə örtülmüş bu qalıqlar milyon illər ərzində tədricən neftə çevrilmişdir. Təbii qaz da, əsasən, neftlə birlikdə tapılır. Onun əmələ gəlməsi də neft kimi baş verir. Yüksək temperaturda və təzyiqdə neftin tərkibindəki birləşmələr parçalanaraq təbii qazı əmələ gətirmişdir.

Kömür qədim bataqlıqlarda bitən bitkilərin qalıqlarıdır. Bu qalıqlar təzyiq və temperaturun təsiri ilə milyon illər ərzində çöküntülərin altında kömürə çevrilmişdir.

Neftin əmələ gəlməsi çox ləng prosesdir. Amma insanlar neftdən onun əmələgəlmə prosesindən daha sürətlə istifadə edirlər. İstifadə olunan neftin təqribən yarısı nəqliyyatın payına düşür. Avtomobillər, yük maşınları, təyyarələr, gəmilər, əsasən, neftdən alınan yanacağın

hesabına hərəkət edir. Neft məhsullarının bir hissəsi zavodlarda və evlərdə istilik mənbəyi rolunu oynayır. İstilik-elektrik stansiyalarında neft məhsullarının yandırılmasından alınan istilik suyu buxara çevirmək üçün istifadə olunur.

Neftin bir hissəsi isə müxtəlif məhsulların – plastik, şampun, boya, parça, yuyucu vasitələr, dərman vasitələri və s. istehsalında istifadə olunur. Hər gün istifadə etdiyimiz əşyaların çoxu neftdən alınan məhsullardan hazırlanmışdır. Neftin sürətlə istifadəsinin nəticəsi olaraq o, bir gün tükənəcəkdir. Ona görə də neft **bərpa olunmayan resurslara** aiddir. Neft yüzlərcə müxtəlif birləşmənin qarışığıdır. Bu birləşmələrin tərkibində karbon və hidrogen var və onlar **üzvi birləşmələr** adlanır. Bizim artıq tanış olduğumuz maddələrdən metan ( $\text{CH}_4$ ), etil spirti ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), aseton ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ), qlükoza ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), karbohidratlar, zülallar, yağlar və s. üzvi birləşmələrdir. Üzvi birləşmələri öyrənən elm sahəsi **üzvi kimya** adlanır. Karbon və hidrogen elementlərindən təşkil olunmuş üzvi birləşmələr **karbohidrogenlər** adlanır. Neftdə müxtəlif tərkibli (molekulunda 1-dən 70-ə qədər karbon atomu olan) və quruluşlu karbohidrogenlər mövcuddur.

### Fəaliyyət

#### Neftdən alınan məhsulların hansı xüsusiyyətləri olur?

**Ləvazimat:** distillə qurğusu (yumrudibli kolba, fraksiyalı distillə kolonu, termometr, soyuducu, qəbuledici), spirt lampası, ştativlər, kimyəvi stəkanlar, menzurka, saat şüşələri, neft.

#### Təlimat:

**Addım 1.** Şəkildə gördüyünüz qurğunu qurun.

**Addım 2.** Qəbuledicinin altına 100 ml-lik kimyəvi stəkan yerləşdirin. Yumrudibli kolbaya 200 ml neft əlavə edin və qızdırın. Temperatur  $100^\circ\text{C}$  olduqda kimyəvi stəkanı dəyişin.

**Addım 3.** Ardıcıl olaraq  $150^\circ\text{C}$  və  $200^\circ\text{C}$ -də kimyəvi stəkanı dəyişin.

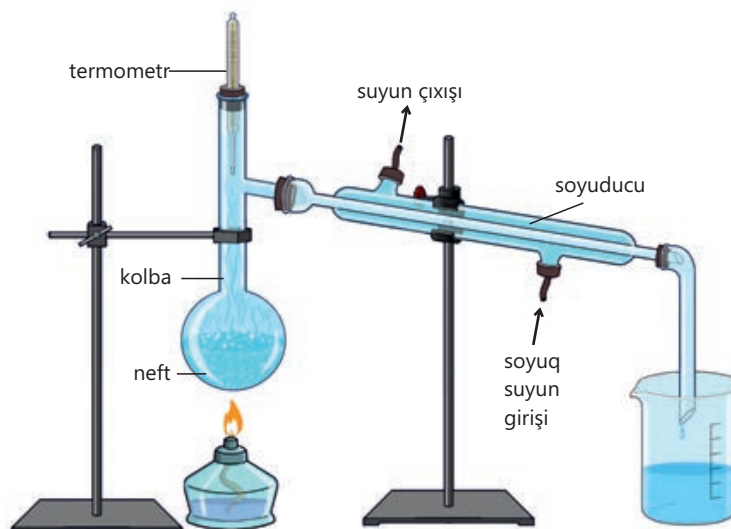
**Addım 4.**  $300^\circ\text{C}$ -də qızdırılmanı dayandırın.

**Addım 5.** Hər dörd kimyəvi stəkanda olan mayenin həcmi menzurka ilə ölçün. Bu zaman onların axıcılığına da diqqət edin.

**Addım 6.** Hər məhsuldan eyni qədər götürüb ehtiyatla yandırın.

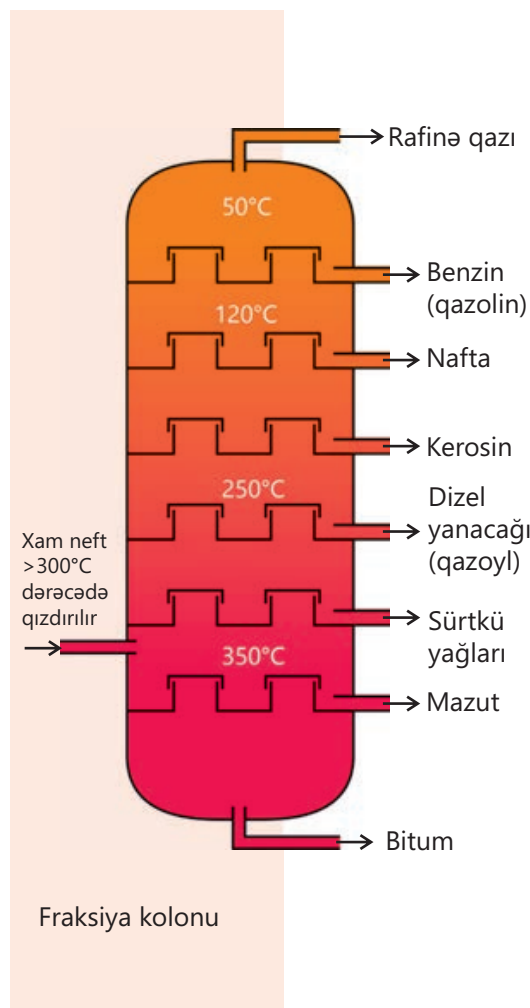
#### Müzakirə edin:

1. Neft sabit temperaturda qaynadımı? Nə üçün?
2. Hansı temperatur aralığında alınan məhsulun həcmi digərlərindən çoxdur?
3. Məhsulların axıcılığının müqayisəsi zamanı nə müşahidə etdiniz?
4. Hansı məhsul daha uçucudur?
5. Məhsulların yanma qabiliyyətlərinin müqayisəsi hansı nəticəyə gəlməyə əsas verdi?



Neftin tərkibində olan üzvi maddələrin bəziləri tərkibləri, quruluşları və xassələrinə görə bir-birindən fərqlənir. Ona görə də neftdən istifadəni səmərəliləşdirmək üçün onu neft emalı zavodlarında molekullarının ölçüləri yaxın olan maddələr qarışığına (fraksiyalara) ayrırırlar. Bu məqsədlə fraksiyalı distillə prosesindən istifadə olunur. Neft emalı zavodunda fraksiyalı distillə aşağı hissəsi çox isti olan, yuxarıya doğru isə getdikcə soyuyan qüllədə – fraksiya kolonunda aparılır. Kolonun içərisində boşqablar olur. Bu boşqablar buxarların kondensasiya olunmasına səbəb olur. Sudan və qarışıqlardan (qum, gil, mineral duzlar) ayrılmış neft qüllənin alt hissəsindən verilir. Neft qarışıq olduğu üçün müəyyən temperatur intervalında qaynayır. Əvvəlcə ən kiçikmolekullu maddələr buxarlanır və onların buxarları qüllənin yuxarı hissəsinə qədər qalxır. Burada isə onlar boşqablarla toqquşaraq kondensasiya olunur və qüllədən ayrılır. Molekulların ölçüləri böyük olduqda bu maddələr qüllənin aşağısında yerləşən boşqablarda kondensasiya olunur. Beləliklə, kolonun müxtəlif çıxışlarından fərqli tərkibli məhsullar ayrılır. Bu məhsullar **neft fraksiyaları** adlanır.

Aşağıdakı cədvəldə neft fraksiyaları, bu fraksiyaların əsasını təşkil edən karbohidrogenlərin molekulunda olan karbon atomlarının sayı və tətbiq sahələri göstərilmişdir.



| Neft fraksiyası         | Karbon atomlarının sayı | Tətbiq sahəsi                                                                 |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Rafinə qazı             | $C_1 - C_4$             | Məişətdə istifadə olunan maye qazlar                                          |
| Benzin (qazolin)        | $C_5 - C_6$             | Avtomobillər üçün yanacaq                                                     |
| Nafta                   | $C_6 - C_{10}$          | Bir çox kimyəvi maddələr və plastik materiallar üçün xammal                   |
| Kerosin                 | $C_{10} - C_{15}$       | Təyyarələr üçün yanacaq, neft sobalarında və lampalarda istifadə üçün yanacaq |
| Dizel yanacağı (qazoyl) | $C_{15} - C_{20}$       | Dizel mühərrikləri üçün yanacaq                                               |
| Mazut                   | $C_{20} - C_{30}$       | Elektrik stansiyaları, gəmilər və evlərin istilik sistemləri üçün yanacaq     |
| Sürtkü yağları          | $C_{30} - C_{50}$       | Avtomobil mühərrikləri və mexanizmlər üçün yağlar, mumlar və cilalar          |
| Bitum                   | $C_{50}$ və yuxarı      | Yol örtüklərinin (asfaltın) hazırlanması və damlar üçün örtük                 |

Neft fraksiyasının tərkibindəki maddələrin molekullarında karbon atomlarının sayı artdıqca qaynama temperaturu artır, axıcılıq və uçuculuq azalır, həmçinin fraksiyalar daha az yanıcı olur. Bu səbəbdən sürtkü yağları və mazut yanacaq kimi istifadə edilmir.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

1. Əgər neft bir gün tükənərsə, həyatımızda nə dəyişər?
2. Eyni kütləli benzinin, yoxsa kerosinin həcmi çoxdur? Cavabınızı əsaslandırın.
3. Fraksiya kolonunun hündürlüyü azaldılarsa, sizcə, bu, prosesin keyfiyyətinə necə təsir edər? Nə üçün?

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Fosil yanacaqlar hansı yanacaqlara deyilir? Bu yanacaqlar hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?
2. Nə üçün neftə "bərpa olunmayan resurs" deyilir?
3. Karbohidrogenlər nəyə deyilir? Tanıdığınız hansı maddələr karbohidrogenlərə aiddir?
4. Neftin fraksiyalı distilləsi necə baş verir? Bu zaman hansı məhsullar alınır?

## 7.2 Karbohidrogenlər. Kreking

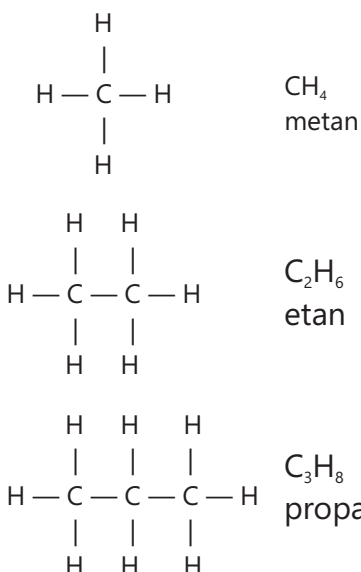
Dünyada hər gün milyonlarca ton benzin istifadə olunur. Orta hesabla 1 litr benzin bir avtomobilin 10–15 kilometr məsafə qət etməsinə kifayət edir. Şəhərlərdə minlərcə avtomobilin hərəkəti, yüzlərcə təyyarənin havaya qalxması da böyük miqdarda yanacaq tələb edir. Avtomobillərin və təyyarələrin sayı artdıqca benzinə olan tələbat da sürətlə yüksəlir. Nəticədə nəqliyyatın fasiləsiz işləməsinə təmin etmək üçün benzin istehsalının artırılması zəruri olur.



- Əgər benzin istehsalı kifayət qədər olmazsa, nə baş verər?
- Sizcə, neftin fraksiyalı distilləsindən alınan benzin bu qədər nəqliyyatın hərəkəti üçün kifayətdirmi?
- İstehsal olunan benzinin miqdarını artırmaq üçün nə təklif edərdiniz?

### Açar sözlər

alkanlar, alkenlər, doymuş karbohidrogenlər, doymamış karbohidrogenlər, kreking, polimer, monomer, polimerləşmə reaksiyası, elementar halqa, polimerləşmə dərəcəsi



Neftin distilləsindən alınan məhsulların həcmcə təqribən 20%-ni benzin təşkil edir. Benzinə olan tələbatın yüksək olması nəzərə alınaraq onun çıxımını artırmaq üçün (~70%-ə qədər) digər neft məhsulları təkrar emal edilir. Bu zaman neft məhsullarının tərkibindəki maddələrin müxtəlif kimyəvi çevrilmələrindən benzinin tərkibində olan maddələr alınır.

Neftin tərkibində olan ən mühüm maddələrdən biri **alkanlardır**. Alkanların ən sadə nümayəndəsi metandır.

Metan molekulundan fikrən bir hidrogen atomunu qoparıb əvəzinə karbon atomu, ona isə üç hidrogen atomu birləşdirsək, alkanların ikinci nümayəndəsini – etanı alırıq. Etan molekulundan eyni qayda ilə bir hidrogen atomunu qoparıb karbon atomu, ona da, öz növbəsində, üç hidrogen atomu (yəni CH<sub>3</sub> qrupu) birləşdirsək, alkanların üçüncü nümayəndəsi – propan alınır.

Eyni qayda ilə – karbon sayını artırmaqla alkanların digər nümayəndələrinin də formullarını tərtib etmək olar. Alkanların tərkibi  $C_nH_{2n+2}$  ümumi formuluna uyğun gəlir. Aşağıda alkanların bəzi nümayəndələrinin formulu və adı verilmişdir.

|             |        |             |        |
|-------------|--------|-------------|--------|
| $C_4H_{10}$ | Butan  | $C_6H_{14}$ | Heksan |
| $C_5H_{12}$ | Pentan | $C_7H_{16}$ | Heptan |

Alkanların quruluşundan görünür ki, onların molekulunda iki və daha çox karbon atomu olduqda bu atomlar bir-biri ilə yalnız birqat rabitə (C – C) ilə birləşir. Bu səbəbdən alkanlar **doymuş karbohidrogenlər** adlandırılır.

Etan molekulunda olan hər bir karbon atomundan bir hidrogen atomunu qoparıb karbon atomları arasına ikiqat rabitə yazsaq, bu zaman  $C_2H_4$  formullu karbohidrogen əmələ gəlir. Bu karbohidrogen etilen (eten) adlanır.

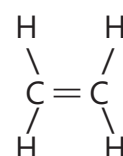
Etilen **alkenlər** sinfinin ilk nümayəndəsidir. Alkenlərin növbəti nümayəndəsinin quruluşunu yazmaq üçün onun molekulunda olan bir hidrogen atomunun əvəzinə  $-CH_3$  qrupu birləşdiririk. Bu alken propilen (propen) adlanır.

Alkenlərin quruluşundan görünür ki, onların molekulunda karbon atomları arasında bir ikiqat rabitə (C = C) var. Bu səbəbdən alkenlər **doymamış karbohidrogenlərə** aid edilir. Eyni qayda ilə karbon atomunun sayını artırmaqla alkenlərin digər nümayəndələrinin formulları da tərtib edilə bilər. Alkenlərin tərkibi  $C_nH_{2n}$  ümumi formuluna uyğun gəlir. Alkenlərin bəzi nümayəndələrinin formulu və adı aşağıda verilmişdir:

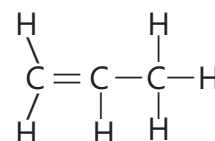
|             |        |             |        |
|-------------|--------|-------------|--------|
| $C_4H_8$    | Buten  | $C_6H_{12}$ | Heksen |
| $C_5H_{10}$ | Penten | $C_7H_{14}$ | Hepten |

Alkanlar ("an") – C — C

Alkenlər ("en") – C = C



$C_2H_4$   
Etilen (eten)



$C_3H_6$   
Propilen (propen)

Karbohidrogenlər suda həll olmayan və ya çox pis həll olan maddələrdir. Onların nisbi molekul kütlələri artdıqca ərimə və qaynama temperaturuları, həmçinin sıxlıqları artır. Aşağı nisbi molekul kütləli karbohidrogenlər adi şəraitdə, əsasən, qaz halında olur (məsələn, metan ( $CH_4$ ), etan ( $C_2H_6$ ), propan ( $C_3H_8$ ), butan ( $C_4H_{10}$ ), etilen ( $C_2H_4$ ), propilen ( $C_3H_6$ ) və s.). Nisbi molekul kütlələri artdıqca isə karbohidrogenlərin sonrakı nümayəndələri adi şəraitdə maye və ya bərk halda olur (məsələn, pentan ( $C_5H_{12}$ ), heksan ( $C_6H_{14}$ ), penten ( $C_5H_{10}$ ) və s. adi şəraitdə maye haldadır).

Bilir-siniz-mi?

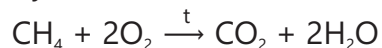


Şamların hazırlanmasında istifadə edilən parafin bərk halda olan alkanların qarışığıdır.



Neft Emalı Zavodunda katalitik krekinq qurğusu

Əksər üzvi birləşmələr kimi, karbohidrogenlər də yanıcıdır. Bütün karbohidrogenlərin tam yanması zamanı karbon qazı və su alınır.



Neft məhsullarının emalı zamanı onların tərkibində olan alkanlar müxtəlif çevrilmələrə məruz qalır. Bu proseslərdən biri də **krekinq**dir.

**Krekinq** – neftin təkrar emalı zamanı neft məhsullarında olan karbohidrogen molekullarının daha kiçik molekullara parçalanmasıdır.

### Fəaliyyət

#### Laboratoriyada krekinq necə aparıla bilər?

**Ləvazimat:** 3–4 sm qalınlığında mineral yun, alüminium oksid, sınaq şüşələri, tıxac, qazaparan boru, şüşə qab, su, ştativlər, spirt lampası, sürtkü yağı.

**Addım 1.** Aşağıdakı cədvəli dəftərinizə köçürün.

| Xüsusiyyəti       | Sürtkü yağı | Məhsul |
|-------------------|-------------|--------|
| Görünüşü          |             |        |
| İyi               |             |        |
| Alovlanması       |             |        |
| Kimyəvi aktivliyi |             |        |

**Addım 2.** Sürtkü yağının görünüşünü və iyini müəyyənləşdirib cədvələ qeyd edin.

**Addım 3.** Bu yağdan bir qədər götürərək saat şüşəsində yandırın. Yanma sürətini və həmin sürətə əsasən aktivliyini cədvələ qeyd edin.

**Addım 4.** Mineral yunu sürtkü yağının içərisinə salıb bir müddət saxladıqdan sonra çıxarın. Bu yunu sınaq şüşəsinin dibinə yerləşdirib onu üfüqi vəziyyətdə ştativə bərkidin.

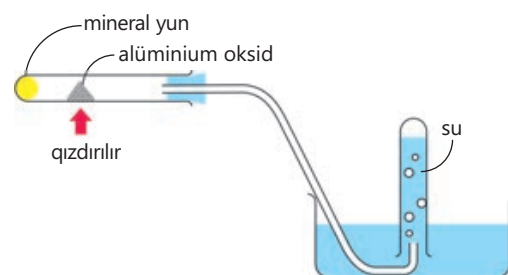
**Addım 5.** Sınaq şüşəsinin orta hissəsinə bir qədər alüminium oksid yerləşdirin. Sınaq şüşəsinin ağzını qazaparan boru ilə təchiz edilmiş tıxacı bağlayın.

**Addım 6.** Sınaq şüşəsindən ayrılacaq qazın suyun üzərində yığılmasını təmin etmək üçün şəkildə gördüyünüz qurğunu qurun.

**Addım 7.** Sınaq şüşəsinin alüminium oksid olan hissəsini bir müddət spirt lampası ilə qızdırın.

**Addım 8.** Qazaparan borunun suda olan ucunu sudan çıxarın və qızdırılmanı dayandırın. Suyun üzərində toplanmış məhsulun görünüşünü və iyini müəyyənləşdirib cədvələ qeyd edin.

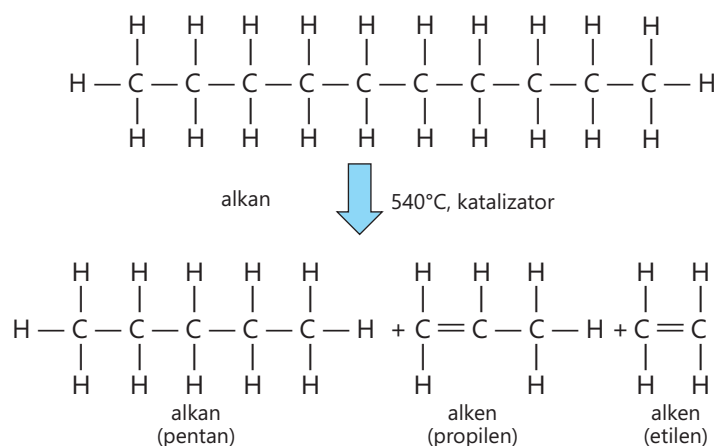
**Addım 9.** Məhsulu ehtiyatla yandırın, yanma sürətini və həmin sürətə əsasən aktivliyini cədvələ qeyd edin.



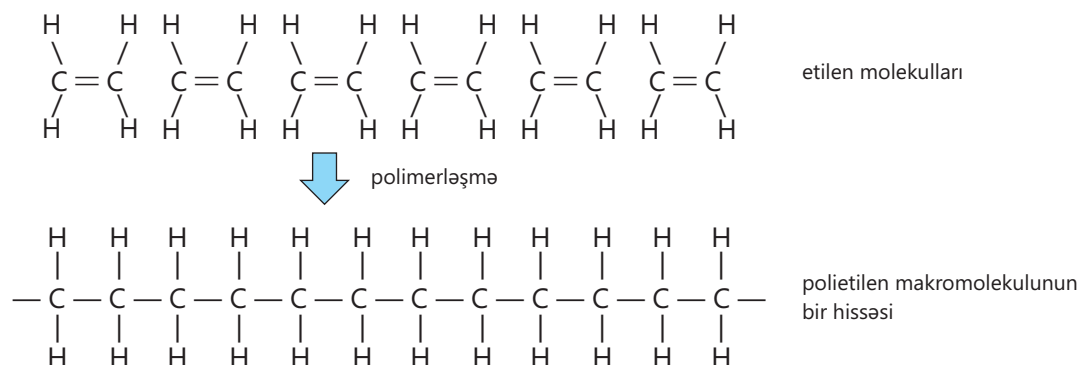
#### Müzakirə edin:

1. Qızdırılma zamanı nə müşahidə etdiniz?
2. Başlanğıc maddə və məhsulun hansı fərqli xüsusiyyətləri var?
3. Bu xüsusiyyətlərin fərqli olması nə ilə izah oluna bilər?

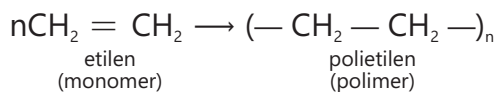
Krekinq zamanı neft məhsulu buxarlandırılır və alınan isti buxar katalizatorun üzərindən keçirilir. Bu zaman neft məhsulunun tərkibində olan alkanlar parçalanır, alkanlar və alkenlər qarışığı alınır. Məsələn, neft məhsulunun tərkibindəki molekulunda 10 karbon atomu olan alkanın parçalanması sxemdəki kimi baş verə bilər:



Bu reaksiyadan alınan pentan ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ) benzinin tərkibinə daxil olan əsas maddələrdən biridir. Proses zamanı neft məhsulu benzinə çevrilir və nəticədə benzinin sənaye miqyasında çıxımı artırılır. Alınan etilen ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) və propilen ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ) isə plastik materialların alınmasında istifadə edilir. Belə ki, molekullarındakı ikiqat rabitələrin qırılması nəticəsində etilen və propilen molekulları bir-biri ilə birləşərək makromolekullar əmələ gətirir. Bu zaman əmələ gələn maddələr **polimerlər**, polimeri əmələ gətirən maddələr **monomerlər**, reaksiya isə **polimerləşmə reaksiyası** adlanır. Məsələn, etilenin polimerləşməsindən polietilen alınır. Bu reaksiyanı sxemdəki kimi göstərmək olar.



Göründüyü kimi, polimer makromolekulu eyni hissələrin – **elementar halqaların** dəfələrlə təkrarlanmasından ibarətdir. Ona görə polietilenin kimyəvi formulunu  $(-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)_n$  şəklində yazmaq olar. Burada  $n$  **polimerləşmə dərəcəsi** adlanır. Reaksiya tənliyini aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:



Polimerlərdən müxtəlif əşyaların hazırlanmasında geniş istifadə edilir. Məsələn, plastik butulkaların, paketlərin, örtüklərin, boruların və s. hazırlanmasında polietilendən istifadə olunur.

### Öyrəndiklərinizi tətbiq edin

1. Heksanın su ilə qarışığı homogen qarışıqdır, yoxsa heterogen qarışıq? Cavabınızı əsaslandırın.
2. Tərkibində 12 karbon atomu olan alkan molekulunun parçalanmasından bir etilen, iki propilen və bir X molekulu alınır. X-in formulunu müəyyən edin.
3. Alkanlar polimerləşmə reaksiyasına daxil olurmu? Cavabınızı əsaslandırın.

### Öyrəndiklərinizi yoxlayın

1. Alkanlar hansı maddələrdir? Alkanlar sinfinin dördüncü nümayəndəsinin formulu necədir? Bunu necə müəyyən etdiniz?
2. Nə üçün alkenlər doymamış karbohidrogenlər adlanır? Propen nümunəsində cavabınızı əsaslandırın.
3. Krekinq nədir? Bu prosesdən hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?
4. Etilenin polimerləşmə reaksiyasının tənliyini tərtib edin. Bu reaksiyanın məhsulu necə adlanır və hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?

## 7.3 Spirtlər və karbon turşuları



Ərəb mənşəli "alkoqol" sözü elmə əlkimyacılar tərəfindən gətirilmişdir. Əlkimyacılar spirtli içkiləri buxarlandırmaqla onların toz şəklində əsas tərkibinin alınması fikrində idilər.

Bu ifadə isə alına biləcək tozşəkilli maddənin adını əks etdirirdi. Sonralar bu söz Avropaya da yayıldı və hazırda böyük bir üzvi birləşmələr sinfinin adını ifadə edir.

- Sizcə, bu maddə üzvi birləşmələrin hansı sinfinə aiddir?
- Həmin maddə hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?
- Bu sinfə aid daha hansı maddələri tanıyırsınız?

Karbohidrogen molekulunda olan hidrogen atomlarının müəyyən atom və atom qrupları – **funksional qruplar** ilə əvəz olunmasından alınan üzvi maddələr **funksional qruplu üzvi maddələr** adlanırlar.

Açar  
sözlər

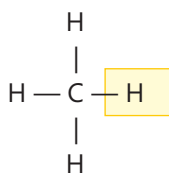
funksional qruplar, funksional qruplu üzvi maddələr, spirtlər, karbon turşuları, hidroksil qrupu, karboksil qrupu, metil spirti, etil spirti, sirkə turşusu

| Karbohidrogen   | Hidrogen atomunu əvəz edən funksional qrup | Funksional qruplu üzvi maddənin |                    |
|-----------------|--------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
|                 |                                            | formulu                         | daxil olduğu sinif |
| CH <sub>4</sub> | -OH (hidroksil qrupu)                      | CH <sub>3</sub> OH              | spirtlər           |
|                 | -COOH (karboksil qrupu)                    | CH <sub>3</sub> COOH            | karbon turşuları   |
|                 | -NH <sub>2</sub> (amin qrupu)              | CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> | aminlər            |

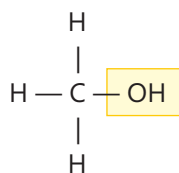
Göründüyü kimi, bu maddələrin tərkibinə karbon və hidrogendən başqa digər elementlər də (məsələn, oksigen, azot və s.) daxil olur.

### Spirtlər

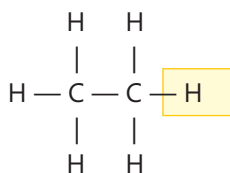
Karbohidrogen molekulunda hidrogen atomunu **hidroksil qrupu** (-OH) ilə əvəz etdikdə alınan birləşmələr **spirtlər** adlanırlar.



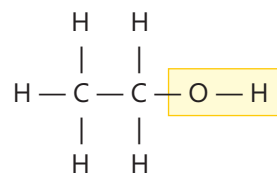
metan  
CH<sub>4</sub>



metil spirti (metanol)  
CH<sub>3</sub>OH



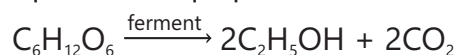
etan  
C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>



etil spirti (etanol)  
C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

Metil spirti və etil spirti adi şəraitdə maye halında, rəngsiz, suda yaxşı həll olan maddələrdir. Metil spirtinin az miqdarı (təxminən 10 ml) insanı kor edir, müəyyən miqdarı isə (təxminən 80–150 ml) ölümlə nəticələnir. Etil spirti isə canlı orqanizmlərə toksik təsir göstərən maddədir. Bu səbəbdən spirtli içkilərdən istifadə edən insanlarda qaraciyər sirrozu, qastrit, mədə yarası, mədə və qida borusu xərçəngi və s. xəstəliklər müşahidə olunur, sinir sistemi pozğunluqları baş verir, spirtli içkilərdən asılılıq əmələ gəlir.

Etil spirti meyvələrin tərkibində olan qlükozanın qıcqırmasından alınır:



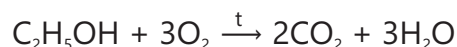
Bilir-siniz-mi?



Etil spirtindən bəzən avtomobil yanacağı kimi istifadə olunur. Braziliyada avtomobillərin çoxu şəkər qamışından alınan **etanol** ilə işləyir.



Əksər üzvi birləşmələr kimi, spirtlər də yanıcıdır. Bütün spirtlər tam yandıqda karbon qazı və su alınır.

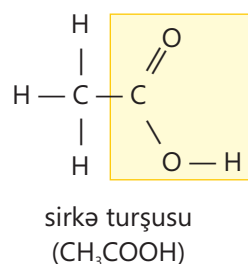
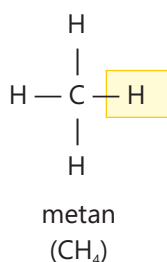


Bu reaksiya spirt lampasının yanması zamanı da baş verir. Etanoldan spirtli içkilərin hazırlanmasında, tibdə isə dezinfeksiyaedici kimi istifadə olunur. Etil spirti uçucu olduğu üçün asanlıqla buxarlanır. Buna görə də yapışqanlarda, çap mürəkkəblərində, ətirlərdə və losyonlarda istifadə olunur.



### Karbon turşuları

Karbohidrogen molekulunda hidrogen atomunu **karboksil qrupu (-COOH)** ilə əvəz etdikdə alınan birləşmələr **karbon turşuları** adlanır.



Bilir-siniz-mi?

Qəbul etdiyimiz qidaların bəzilərinin tərkibində bir sıra üzvi turşular var ki, onlar qidaya xarakterik dad verir. Məsələn, kefirin tərkibində süd turşusu, almada alma turşusu, limonda limon turşusu, turşəngdə oksalat turşusu (turşəng turşusu) var.

## Fəaliyyət

**Karbon turşularının hansı xassələri var?**

**Ləvazimat:** sirkə turşusu, natrium hidroksid məhlulu, fenolftalein, şüşə stəkan, pipet və ya damcı şüşəsi, qarışdırıcı çubuq.

**Təlimat:**

**Addım 1.** Şüşə stəkana bir qədər su tökün. Suyun üzərinə isə müəyyən qədər sirkə turşusu əlavə edin.

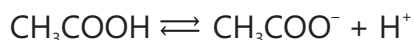
**Addım 2.** Alınan məhlula 2–3 damcı fenolftalein əlavə edin.

**Addım 3.** Natrium hidroksid məhlulunu pipetlə yavaş-yavaş həmin məhlulun üzərinə əlavə edin və qarışdırın.

**Müzakirə edin:**

1. Nə müşahidə etdiniz? Bu dəyişikliyin səbəbi nədir?
2. Baş verən reaksiyanın tənliyini necə təklif edərdiniz?

Sirkə turşusu suda yaxşı həll olan rəngsiz mayedir. O, suda həll olduqda dissosiasiya edərək  $H^+$  ionları əmələ gətirir. Ona görə də onun suda məhlulunda lakmus qızarır.



Sirkə turşusu qələvilər ilə neytrallaşma reaksiyasına daxil olur.



Sirkə turşusundan qida məhsullarının konservləşdirilməsi üçün istifadə olunur. Onun suda 3–5%-li məhlulu süfrə sirkəsi, 70–80%-li məhlulu isə sirkə essensiyası kimi məlumdur.

**Öyrəndiklərinizi tətbiq edin**

1. Etil spirtinin və sirkə turşusunun suda məhlullarına bir neçə damcı metiloranj əlavə edildikdə nə müşahidə olunar? Səbəbini izah edin.
2. Sirkə turşusu molekulunda karbon atomuna birləşən bir hidrogen atomunu fikrən qoparıb əvəzinə karbon atomu, ona isə üç hidrogen atomu birləşdirsək, alınan maddənin formulu necə olar?

**Öyrəndiklərinizi yoxlayın**

1. Metil spirti və sirkə turşusu hansı karbohidrogenlərdə hidrogen atomlarının hansı funksional qruplar ilə əvəz olunmasından əmələ gəlir?
2. Etil spirti necə alınır və hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?
3. Sirkə turşusunun suda məhlulu elektrik cərəyanını keçirəmi? Cavabınızı əsaslandırın.

# Elm, texnologiya, həyat

Müasir həyatın ayrılmaz hissəsi olan polimerlər gündəlik istifadə etdiyimiz çoxsaylı əşyaların hazırlanmasında mühüm rol oynayır. Yüngül, möhkəm, elastik və davamlı olmaları polimerləri sənayedə, tibdə, məişətdə, texnologiyada və s. sahələrdə geniş istifadə edilən materiallara çevirib. Müasir dövrdə polimerlər olmadan nə qablaşdırma və geyimi, nə də bir çox texniki qurğuları təsəvvür etmək mümkündür.

Su və digər içkilərin qablaşdırılması üçün istifadə olunan plastik butulkaların çoxu **polimerlərdən** hazırlanır. Çünki polimerlər yüngüldür, qırılmaz, mayeni keçirir.



Geyindiyimiz paltarların çoxu polimer materiallardan hazırlanır. Onlar çətin cırılır, tez quruyur, əsasən, ütüləmək tələb etmir. Bu səbəbdən idman geyimlərinin hazırlanmasında geniş polimer materiallar istifadə olunur.



Tibdə istifadə edilən bəzi ləvazimatlar – şpris, sistem boruları, əlcəklər, süni damarlar, hətta bəzi süni ürək qapaqları da **polimerlərdən** hazırlanır. Onlar steril və elastik olur.



Avtomobil şinləri polimerlərdən – kauçuklardan hazırlanır. Kauçuklar elastik olur, zərbəni azaldır, sürüşmənin qarşısını alır.



Mobil telefonların qoruyucu örtükləri, düymələri, naqıl izolyasiyası polimer materiallardan hazırlanır.



Polimerlər gündəlik həyatımızı asanlaşdırsa da, onlardan kütləvi istifadə edildikdə ətraf mühit çirklənir. Polimerlər təbiətdə çox gec parçalanır. Buna görə də onların düzgün istifadəsi və təkrar emalı ətraf mühitin qorunması üçün vacibdir. Müasir dövrdə alimlər təbii şəraitdə öz-özünə parçalanan polimerlər almaq üçün tədqiqatlar aparır, bu prosesdə uğurlu nəticələr əldə edərək ətraf mühiti qorumağa çalışırlar.

## Layihə

Karbohidrogenlərin doymuş və doymamış olmaqla iki əsas qrupa bölündüyünü bilirsiniz. Bu maddələr arasında əsas fərq molekullarında təkqat və ya ikiqat rabitələrin olmasıdır.

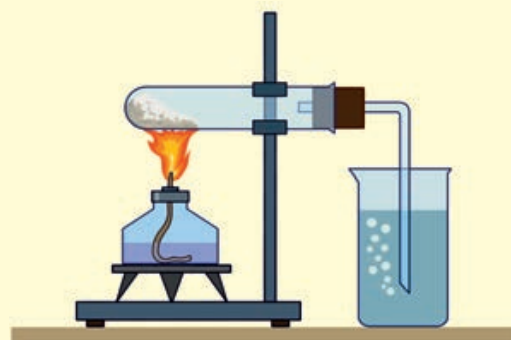
Quruluşlarındakı bu fərq onların kimyəvi xassələrinə və reaksiyalara daxilolma qabiliyyətlərinə birbaşa təsir göstərir. Doymuş karbohidrogenlər kimyəvi cəhətdən passiv olduqları üçün müxtəlif maddələrlə reaksiyalara nisbətən çətin, doymamış karbohidrogenlər isə ikiqat rabitəyə malik olduqları üçün asanlıqla daxil olur.

Doymamış karbohidrogenlərin doymuş karbohidrogenlərdən fərqli olaraq bromlu suyu və kalium permanqanat məhlulunu rəngsizləşdirməsi bu maddələri bir-birindən fərqləndirir.

### Təcrübə 1.

**Ləvazimat:** natrium asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), natrium hidroksid, kalsium oksid, bromlu su, kalium permanqanat ( $\text{KMnO}_4$ ) məhlulu, sınaq şüşələri, tıxacla təchiz olunmuş qazaparan boru, spirt lampası, ştativ.

• Natrium asetat, natrium hidroksid və kalsium oksiddən ibarət qarışıq hazırlayın. Qarışığı sınaq şüşəsinə tökün və sınaq şüşəsinə ştativə bərkidin. Sınaq şüşəsinə tıxacla bağlayın. İki müxtəlif sınaq şüşəsinin birinə bromlu su, digərinə kalium permanqanat məhlulu tökün. Qazaparan borunun digər ucunu bromlu suya daxil edin. Sınaq şüşəsinin qarışıq tökülən hissəsini tədricən qızdırın. Bromlu sudan qazın keçdiyinə əmin olduqdan sonra qazaparan borunun ucunu bromlu sudan çıxararaq kalium permanqanat məhluluna daxil edin.



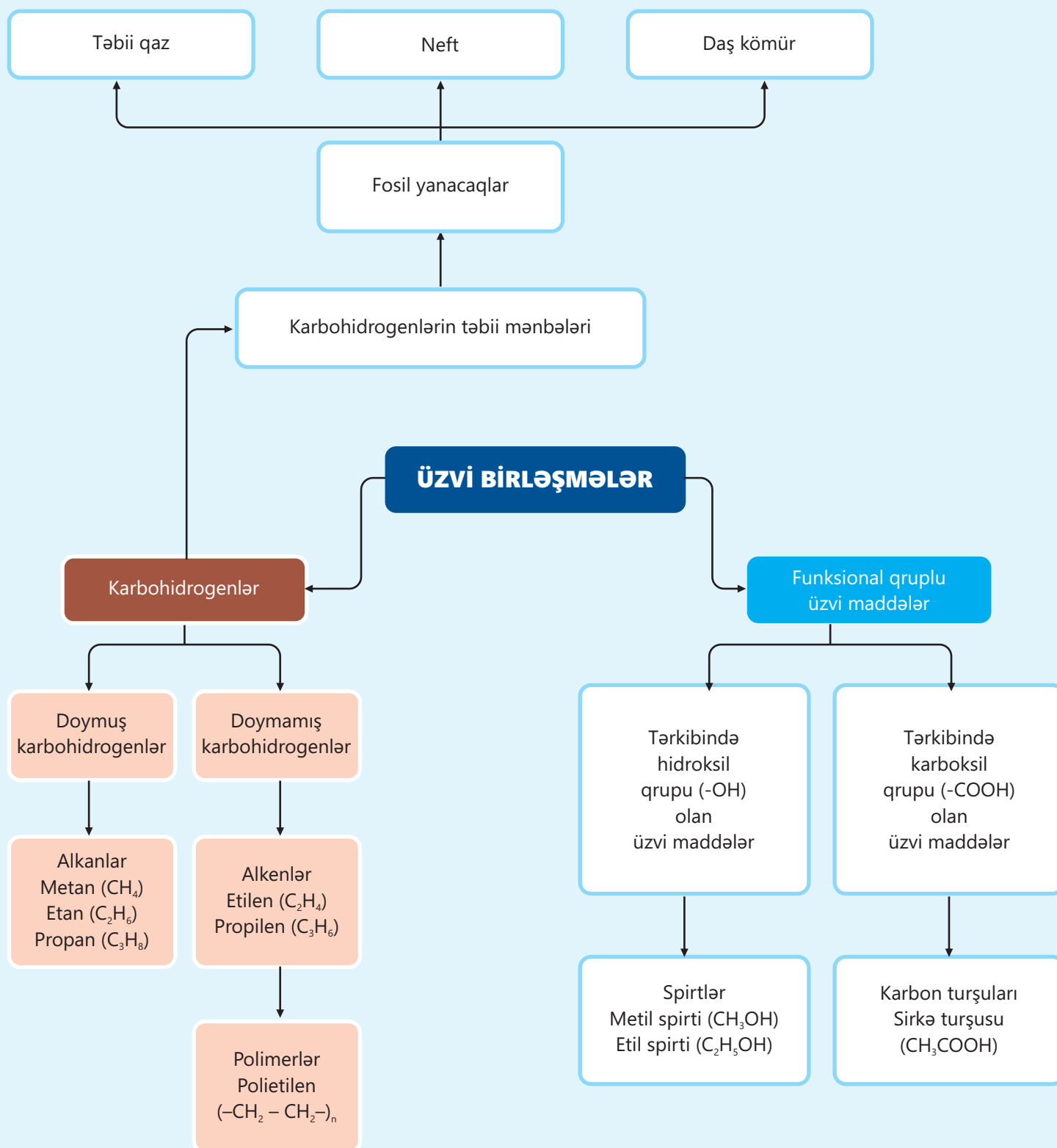
### Təcrübə 2.

**Ləvazimat:** etil spirti, qatı sulfat turşusu, bromlu su, kalium permanqanat ( $\text{KMnO}_4$ ) məhlulu, sınaq şüşələri, tıxacla təchiz olunmuş qazaparan boru, spirt lampası, pipet, ştativ.

• Sınaq şüşəsinə müəyyən miqdarda etil spirti tökün. Üzərinə pipet vasitəsilə qatı sulfat turşusunu ehtiyatla, damcı-damcı əlavə edin. Sınaq şüşəsinə ştativə bərkidin və tıxacla bağlayın. İki müxtəlif sınaq şüşəsinin birinə bromlu su, digərinə kalium permanqanat məhlulu tökün. Qazaparan borunun digər ucunu bromlu suya daxil edin. Qarışığı təqribən  $160\text{--}170^\circ\text{C}$  temperatura qədər tədricən qızdırın. Bromlu sudan qazın keçdiyinə əmin olduqdan sonra qazaparan borunun ucunu bromlu sudan çıxararaq kalium permanqanat məhluluna daxil edin.



• Hansı təcrübədən alınan maddə doymuş karbohidrogendir?  
Cavabınızı əsaslandırın.



# Ümumiləşdirici tapşırıqlar

1. Fosil yanacaqlar bərpa olunan, yoxsa bərpa olunmayan resurslara aiddir? Cavabınızı əsaslandırın.

2. Üzvi birləşmələrə bir neçə nümunə göstərin. Bu birləşmələrdən hansılar karbohidrogendir? Nə üçün belə düşünürsünüz?

3. Benzin fraksiyasının tərkibinin kerosin fraksiyasının tərkibinə nisbətən daha kiçikölçülü karbohidrogen molekullarından təşkil olunmasının səbəbi nədir?

4. Temperatur fraksiya kolonunun aşağı, yoxsa yuxarı hissəsində daha yüksək olur? Cavabınızı əsaslandırın.

5. Alkanları seçin. Cavabınızı əsaslandırın.

a.  $\text{CH}_4$

b.  $\text{C}_2\text{H}_4$

c.  $\text{C}_3\text{H}_8$

d.  $\text{C}_4\text{H}_8$

6.  $\text{C}_2\text{H}_6$  doymuş,  $\text{C}_3\text{H}_6$  isə doymamış karbohidrogendir. Nə üçün?

7. 2 mol propanın tam yanmasından alınan qazın  $20^\circ\text{C}$  temperaturda və 1 atm təzyiqində həcmi (litrlə) və suyun kütləsini (qramla) hesablayın.

8. 0,5 molunda 6 qram hidrogen olan alkanın formulunu müəyyən edin. Bu alkanda  $m(\text{C}):m(\text{H})$  nisbətini hesablayın.

**9. Krekinq zamanı hansı çevrilməni aparmaq olar?**

**a. benzin → kerosin**

**b. mazut → benzin**

**Cavabınızı əsaslandırın.**

**10. Neftdən polimer almaq mümkündürmü? Fikrinizi əsaslandırın.**

**11. Karbohidrogen molekulunda olan hidrogen atomlarının müəyyən atom və atom qrupları – funksional qruplar ilə əvəz olunmasından alınan üzvi maddələr funksional qruplu üzvi maddələr adlanır.**

**a. Etil spirti hansı karbohidrogendən əmələ gəlir?**

**b. Etil spirti molekulunda hansı funksional qrup var?**

**c. Həmin funksional qrupu -COOH qrupu ilə əvəz etsək, hansı maddə alınar?**

**d. Bu maddə hansı sinfin nümayəndəsidir?**

**12. Etil spirtinin tam yanma reaksiyasının tənliyini yazın və əmsallaşdırın.**

**13. 36 q qlükozanın etil spirtinə tam qıcqırmasından neçə mol karbon qazı alındığını hesablayın.**

**14. Sirkə turşusu məhluluna metiloranj əlavə etdikdə məhlul hansı rəngdə olar? Nə üçün?**

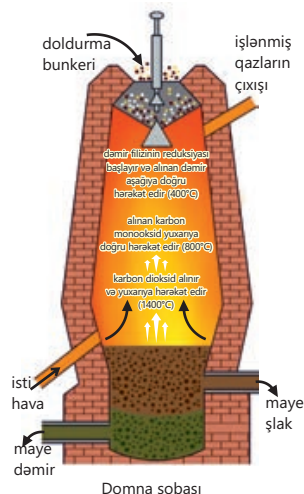
**Akviferlər** – yeraltı suların toplandığı və saxlandığı böyük qayalar, süxur laylarıdır.

**Alkanlar** –  $C_nH_{2n+2}$  ümumi formullu, molekulunda yalnız birqat rabitələr olan karbohidrogenlərdir.

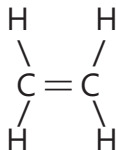
**Alkenlər** –  $C_nH_{2n}$  ümumi formullu, molekulunda ikiqat rabitə olan karbohidrogenlərdir.

**Çuqun** – domna sobasında dəmir filizindən alınan ərintidir.

**Domna sobası** – çuqun almaq üçün istiliyədavamlı materialdan hazırlanmış qurğudur.



**Etilen ( $C_2H_4$ )** – alkenlərin ən sadə nümayəndəsidir.



**Filiz** – metalların alınmasında istifadə olunan süxurlardır.

**Fosil yanacaqlar** – milyonlarla il əvvəl yaşamış bitki və heyvan qalıqlarının çevrilməsindən əmələ gəlmiş yanacaqlardır.



təbii qaz



neft



daş kömür

**Gübrə** – torpağın qida maddələri ilə zənginləşdirilməsinin və bitkilərin normal böyüməsinin təmin olunması üçün torpağa əlavə edilən maddələrdir.

ammonium nitrat –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$   
ammonium sulfat –  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$   
ammonium ortofosfat –  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$   
kalium nitrat –  $\text{KNO}_3$



**Gübrənin qida dəyəri** – gübrələrdə qida elementinin kütlə payıdır.

**Haber prosesi** – sənayedə ammonyakın alınmasıdır.

**Halogenlər** – 17-ci (VIIA) qrup elementləridir.

**Hava** – azot, oksigen, həmçinin az miqdarda karbon dioksid, su buxarı, arqon və digər nəcib qazların qarışığıdır.

**İstixana qazları** – insan fəaliyyəti nəticəsində atmosferdə toplanan və qlobal istiləşməyə səbəb olan qazlardır (karbon dioksit, metan və s.).

**Karbohidrogenlər** – karbon və hidrogen elementlərindən təşkil olunmuş üzvi birləşmələrdir.

**Karbon turşuları** – karbohidrogen molekulunda hidrogen atomunun karboksil qrupu ( $-\text{COOH}$ ) ilə əvəz olunmasından alınan birləşmələrdir.

**Karbonatlar** – tərkibində karbonat ionu ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) olan birləşmələrdir.

**Keçid metalları** – 3–12-ci qrup elementləridir.

**Korroziya** – ətraf mühitin təsiri nəticəsində metalların və ərintilərin dağılmasıdır.

**Kreking** – neftin təkrar emalı zamanı neft məhsullarında olan karbohidrogen molekullarının daha kiçik molekulara parçalanmasıdır.

**Qələvi metallar** – 1-ci (IA) qrup elementləridir.

**Qələvi-torpaq metalları** – 2-ci (IIA) qrup elementləridir.

**Qida elementləri** – bitkilərin normal böyüməsi üçün lazım olan elementlərdir.

**Metalloidlər (yarımmetallar)** – metallar və qeyri-metallar arasında aralıq xassələrə malik olan kimyəvi elementlərdir.

**Metan (CH<sub>4</sub>)** – alkanların ən sadə nümayəndəsidir.

**Monomer** – polimeri əmələ gətirən maddədir.

**Naşatır spirti** – ammoniyakın suda məhluludur.

**Oleum** –  $\text{SO}_3$ -ün qatı sulfat turşusunda həllolma məhsuludur.

**Paslanma** – dəmirin korroziyasıdır.

**Piroliz** – odunun və ya digər üzvi maddələrin az miqdarda hava şəraitində parçalanmasıdır.

**Polad** – çuqundan alınan dəmir ərintisidir.

**Polimerlər** – çoxlu sayda monomer molekullarının bir-biri ilə birləşərək əmələ gətirdiyi makromolekullardır.

**Polimerləşmə reaksiyası** – monomerlərdən polimerlərin alınma reaksiyasıdır.

**Sönməmiş əhəng** – kalsium oksiddir (CaO).

**Sönmüş əhəng** – kalsium hidroksiddir ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

**Spiirtlər** – karbohidrogen molekulunda hidrogen atomunun hidroksil qrupu (-OH) ilə əvəz olunmasından alınan birləşmələrdir.

**Sulfatlar** – sulfat turşusunun duzlarıdır.

**Suyun codluğu** – suyun tərkibində kalsium və maqnezium ionlarının ( $\text{Ca}^{2+}$  və  $\text{Mg}^{2+}$ ) miqdarca normadan çox olmasıdır.

**Üzvi kimya** – üzvi birləşmələri öyrənən elm sahəsidir.

## Elementlərin dövri cədvəli

|                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 18                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1<br>H<br>Hydrogen<br>1.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2<br>He<br>Helium<br>4.00       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>Rn<br>Radon<br>222        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 87<br>Fr<br>Francium<br>[223] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 118<br>Og<br>Oganesson<br>[294] |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3<br>Li<br>Lithium<br>6.94    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4<br>Be<br>Beryllium<br>9.01    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11<br>Na<br>Sodium<br>22.99   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 12<br>Mg<br>Magnesium<br>24.31  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19<br>K<br>Potassium<br>39.10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20<br>Ca<br>Calcium<br>40.08    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37<br>Rb<br>Rubidium<br>85.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54<br>Xe<br>Xenon<br>131.29     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55<br>Cs<br>Cesium<br>132.91  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 86<br>R                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## BURAXILIŞ MƏLUMATI

Ümumi təhsil müəssisələrinin 9-cu sinifləri üçün  
kimya fənni üzrə dərslik (2-ci hissə)

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər Elşad Abdullayev  
Elmar İmanov  
Fətəli Hüseynov

Elmi redaktorlar

İltifat Lətifov – kimya elmləri doktoru, professor  
Vəli Əliyev – kimya üzrə fəlsəfə doktoru, əməkdar müəllim

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| Dil redaktorları | Əsgər Quliyev, Aida Quliyeva |
| Bədii redaktor   | Taleh Məlikov                |
| Texniki redaktor | Zeynal İsayev                |
| Dizayner         | Taleh Məlikov                |
| Rəssam           | Fərid Quliyev                |
| Korrektor        | Aqşin Məsimov                |

Məsləhətçi Sahil Həmidov

Rəyçilər Aidə Məmmədova  
İradə Təhməzova  
Ülkər Abdurzəyeva  
Nazlıxanım Rzayeva  
Ramin Hüseynov  
Sevinc Ziyəddinova  
Aynurə Zeynalova

© Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin qrif nömrəsi: 2026-050

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı bir hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

ISBN 978-9952-550-10-8

Hesab-nəşriyyat həcmi: 11,8. Fiziki çap vərəqi: 13,0. Səhifə sayı: 104.  
Kəsimdən sonra: 220 × 275. Kağız formatı: 57 × 90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Şrift və ölçüsü: Segoe, 12pt.  
Ofset çapı. Sifariş\_\_\_\_. Tiraj: \_\_\_\_ . Pulsuz. Bakı – 2026

Əlyazmanın yığma verildiyi və çapa imzalandığı tarix: 22.06.2026

Çap məhsulunu hazırlayan:  
Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutu (Bakı ş. A.Cəlilov küç., 86).

Çap məhsulunu istehsal edən:

# Pulsuz



## Əziz məktəbli !

Bu dərslik sizə Azərbaycan dövləti tərəfindən bir dərs ilində istifadə üçün verilir. O, dərs ili müddətində nəzərdə tutulmuş bilikləri qazanmaq üçün sizə etibarlı dost və yardımçı olacaq.

İnanırıq ki, siz də bu dərsliyə məhəbbətlə yanaşacaq, onu zədələnmələrdən qoruyacaq, təmiz və səliqəli saxlayacaqsınız ki, növbəti dərs ilində digər məktəbli yoldaşınız ondan sizin kimi rahat istifadə edə bilsin. Sizə təhsildə uğurlar arzulayırıq!

