

# 6.

## Promjene tvari

### 6.1. Fizikalne i kemijske promjene

Promjene mogu biti povratne i nepovratne.

Zagrijavanjem joda dolazi do sublimacije, izravnog prijelaza iz čvrstog u plinovito agregacijsko stanje. Prestankom zagrijavanja dolazi do hlađenja jodnih para pa dolazi do desublimacije, prijelaza iz plinovitog u čvrsto agregacijsko stanje. To je primjer **POVRATNE PROMJENE**.

Kada zagrijavamo šećer, on će prijeći iz čvrstog u tekuće agregacijsko stanje – karamelu. To je primjer **NEPOVRATNE PROMJENE** (karamelu ne možemo vratiti u šećer, nema povratka u prvotno stanje).

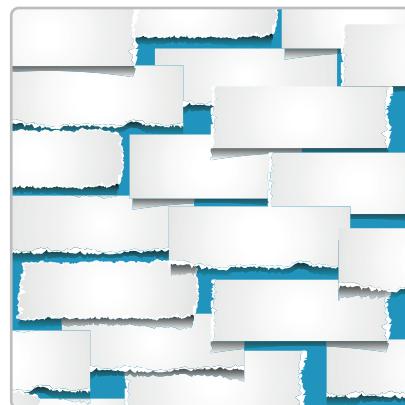


Slika 12. Karamela

Promatraljući mijenjaju li se tvari koje ulaze u reakciju, razlikujemo fizikalne i kemijske promjene:

- **Fizikalne promjene** – mijenjaju se fizikalna svojstva tvari (agregacijska stanja, oblik i veličina), ali tim promjenama ne nastaju nove tvari (npr. rezanje papira, savijanje bakrene žice, otapanje šećera u vodi)

- ◆ ne mijenja se sastav tvari



Slika 13. Trganje papira

- **Kemijske promjene** – ovim promjenama nastaju nove tvari (npr. fotosinteza, hrđanje željeza, zagrijavanje šećera)

- ◆ mijenja se sastav tvari



Slika 14. Hrđanje željeza

### Primjer 72.

Navedene promjene razvrstajmo na fizikalne i kemijske promjene: rezanje jabuke, otapanje kuhinjske soli, stanično disanje, truljenje lišća, brijanje brade, kiseljenje kupusa.

Fizikalne promjene: rezanje jabuke, otapanje kuhinjske soli, brijanje brade

Kemijske promjene: stanično disanje, truljenje lišća, kiseljenje kupusa

### ZADATCI 6.1.

1. Navedene promjene tvari razvrstaj na fizikalne i kemijske: usitnjavanje krede, kiseljenje kupusa, taljenje leda, gorjenje papira.
2. Zašto je usitnjavanje krede primjer fizikalne promjene?
3. Navedene promjene razvrstaj na fizikalne i kemijske: nastanak aluminijeva sulfata, gužvanje aluminijске folije, zagrijavanje joda, rezbarenje drveta

4. Zašto je nastanak aluminijeva sulfata primjer kemijske promjene?

5. Je li kuhanje jaja povratna ili nepovratna promjena?



## 6.2. Jednadžba kemijske reakcije

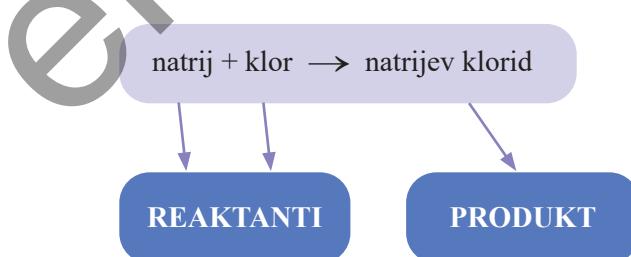
**Kemijskom reakcijom** prikazujemo povratne i nepovratne promjene, odnosno fizikalne i kemijske promjene različitih tvari.

Svaka kemijska reakcija sadrži dva faktora: **REAKTANTE** i **PRODUKTE**.

**Reaktanti** su tvari koje ulaze u kemijsku reakciju (lijevo od strelice), a **produkti** izlaze iz kemijske reakcije (novonastale tvari, desno od strelice).



→ (strelica) – označava smjer napredovanja neke kemijske reakcije



Ovaj način prikazivanja navedene promjene nije potpun jer prikazuje sastav, ali ne prikazuje točan broj reaktanata i produkata koji se nalaze u reakciji. Stoga je uveden jedinstven simbolički prikaz kemijske promjene – **jednadžba kemijske reakcije**.

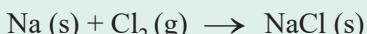
**Primjer 73.**

Kemijskim simbolima zapišimo kemijsku reakciju nastanka natrijeva klorida, reakcijom natrija i klora.

- a) Navedenu kemijsku reakciju zapišimo riječima:



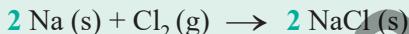
- b) Navedenu kemijsku reakciju zapišimo kemijskom simbolikom (ne zaboraviti agregacijska stanja):



- c) Prebrojimo atome koji se nalaze s lijeve strane strelice (reaktante) i atome koji se nalaze s desne strane strelice (prodotkt):

lijevo	desno
$N(\text{Na}) = 1$	$N(\text{Na}) = 1$
$N(\text{Cl}_2) = 2$	$N(\text{Cl}_2) = 1$

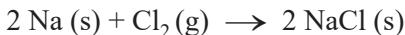
- d) Izjednačimo broj reaktanata i produkata kako bi broj istovrsnih atoma s lijeve i desne strane strelice bio ISTI:



lijevo	desno
$N(\text{Na}) = 2$	$N(\text{Na}) = 2$
$N(\text{Cl}_2) = 2$	$N(\text{Cl}_2) = 2$

Nakon izjednačavanja kemijske reakcije broj atoma natrija i atoma klora s lijeve strane strelice jednak je broju atoma natrija i atoma klora s desne strane strelice.

Svaka jednadžba kemijske reakcije ima svoje kvalitativno i kvantitativno značenje. U jednadžbi kemijske reakcije:



**Kvalitativno značenje:** reakcijom natrija i klora nastaje natrijev klorid.

**Kvantitativno značenje:** dva atoma natrija reagiraju s jednom molekulom klora pri čemu nastaju dvije formulske jedinice natrijeva klorida.

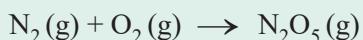
**Primjer 74.**

Kemijskom reakcijom dušika i kisika nastaje dušikov(V) oksid. Navedenu reakciju prikažimo jednadžbom kemijske reakcije. Napišimo njezino kvalitativno i kvantitativno značenje.

- a) Navedenu kemijsku reakciju zapišimo riječima:



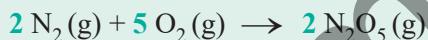
- b) Navedenu kemijsku reakciju zapišimo kemijskom simbolikom (na zaboravite agregacijska stanja):



- c) Prebrojimo atome koji se nalaze s lijeve strane strelice (reaktante) i atome koji se nalaze s desne strane strelice (prosukt):

lijevo	desno
$N(\text{N}) = 2$	$N(\text{N}) = 2$
$N(\text{O}) = 2$	$N(\text{O}) = 5$

- d) Izjednačimo broj reaktanata i produkata kako bi broj istovrsnih atoma s lijeve i desne strane strelice bio ISTI:



lijevo	desno
$N(\text{N}) = 4$	$N(\text{N}) = 4$
$N(\text{O}) = 10$	$N(\text{O}) = 10$

Nakon izjednačavanja kemijske reakcije broj atoma dušika i atoma kisika s lijeve strane strelice jednak je broju atoma dušika i atoma kisika s desne strane strelice.

**Kvalitativno značenje:** reakcijom dušika i kisika nastaje dušikov(V) oksid.

**Kvantitativno značenje:** dvije molekule dušika reagiraju s pet molekula kisika pri čemu nastaju dvije molekule dušikova(V) oksida.



## Zakon o očuvanju mase

Kako bismo ispravno napisali jednadžbu kemiske reakcije, moramo poštovati **zakon o očuvanju mase**. To je temeljni prirodni i kemski zakon koji su u 18. stoljeću, neovisno jedan o drugome, otkrili kemičari **Mihail Vasiljevič Lomonosov** i **Antoine-Laurent de Lavoisier**.

### Zapamti

Zakon o očuvanju mase: ukupna masa reaktanata koji ulaze u kemiju reakciju mora biti jednak ukupnoj masi produkata koja izlazi iz kemije reakcije.

$$m(\text{reaktanti}) = m(\text{produkti})$$

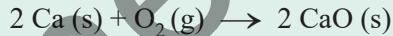
### Primjer 75.

Reakcijom 7,2 grama kalcija i 2,87 grama kisika nastaje kalcijev oksid. Koliko kalcijeva oksida nastaje u toj kemijskoj reakciji? Navedenu kemiju promjenu napišimo jednadžbom kemiske reakcije.

$$m(\text{Ca}) = 7,2 \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = 2,87 \text{ g}$$

$$m(\text{CaO}) = ?$$



$$m(\text{CaO}) = m(\text{Ca}) + m(\text{O}_2)$$

$$m(\text{CaO}) = 7,2 \text{ g} + 2,87 \text{ g}$$

$$m(\text{CaO}) = 10,07 \text{ g}$$

### Primjer 76.

Reakcijom 10,5 grama dušika s kisikom nastaje 58,46 grama dušikova (IV) oksida. Koliko je kisika potrebno kako bi nastala zadana količina dušikova(IV) oksida?

$$m(\text{N}_2) = 10,5 \text{ g}$$

$$m(\text{NO}_2) = 58,46 \text{ g}$$

$$m(\text{O}_2) = ?$$



$$m(\text{dušikov(IV) oksid}) = m(\text{dušik}) + m(\text{kisik})$$

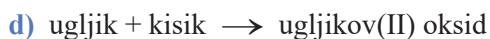
$$m(\text{kisik}) = m(\text{dušikov(IV) oksid}) - m(\text{dušik})$$

$$m(\text{kisik}) = 58,46 \text{ g} - 10,5 \text{ g}$$

$$m(\text{kisik}) = 47,96 \text{ g}$$

## ZADATCI 6.2.

1. Kemijskom simbolikom napiši sljedeće jednadžbe kemijske reakcije:



2. Reakcijom 3,5 grama natrija i 1,2 grama kisika nastaje natrijev oksid. Koliko će točno nastati natrijeva oksida u navedenoj reakciji?

3. Reakcijom 13,2 grama kalcijeva oksida i ugljikova(IV) oksida nastaje 23,54 grama kalcijeva karbonata. Koliko je ugljikova(IV) oksida utrošeno u ovoj kemijskoj reakciji?

4. Kemijskom simbolikom napiši jednadžbu kemijske reakcije fotosinteze i navedi koji su reaktanti, a koji produkti te reakcije.

5. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži gorenje magnezija.

### 6.3. Vrste i brzina kemijske reakcije

#### Vrste kemijskih reakcija

- **kemijska analiza ili reakcija rastavljanja** – od jedne tvari nastaju dvije ili više novih tvari



- ◆ elektroliza – djelovanjem električne struje nastaju dvije ili više novih tvari
- ◆ piroliza (termoliza) – zagrijavanjem nastaju dvije ili više novih tvari
- ◆ fotoliza – djelovanjem svjetlosti nastaju dvije ili više novih tvari



Slika 15. Elektroliza vode

- **kemijska sinteza ili reakcija spajanja** – od dviju ili više tvari nastaju nove tvari



#### Primjer 77.

Srebrov bromid se pod utjecajem svjetlosti razlaže se na atome srebra i molekule broma. Odredimo vrstu kemijske reakcije.

Dolazi do rastavljanja srebrova bromida – kemijska analiza. S obzirom na to da je potrebna svjetlost kako bi došlo do te kemijske analize, ovdje je riječ o fotolizi.

## Brzina kemijske reakcije

**Brzinu kemijske reakcije iskazujemo količinama tvari koje nastaju u nekoj kemijskoj reakciji u točno određenom vremenu.**

Kako bi došlo do kemijske reakcije, čestice se moraju međusobno sudarati. Da bi došlo do uspješnih sudara, one moraju imati određenu brzinu = **teorija sudara**. Čestice koje sudjeluju u sudarima moraju imati dovoljnu količinu energije koju zovemo **energija aktivacije**.

Što je veći broj uspješnih sudara, kemijska će reakcija biti brža.

Na brzinu kemijske reakcije utječu:

- količina reaktanata (brzina kemijske reakcije je najveća na početku kemijske promjene jer je tada broj čestica reaktanata najveći)
- površina čvrstog reaktanta (usitnjeni čvrsti reaktant – povećava se brzina kemijske reakcije)
- temperatura (pri porastu temperature povećava se kinetička energija čestica, a time se povećava i broj uspješnih sudara – brzina kemijske reakcije je veća)
- katalizatori (tvari koje ubrzavaju kemijske reakcije – smanjuju energiju aktivacije – veći broj čestica sudjeluje u sudaru)
  - ◆ biokatalizatori – enzimi
- inhibitori (tvari koje usporavaju kemijsku reakciju).

BRZA REAKCIJA:  $\text{Fe} + \text{HCl}$

SPORIJA REAKCIJA:  $\text{Fe} + \text{očat}$

SPORA REAKCIJA: korozija Fe u slanoj vodi

JOŠ SPORIJA REAKCIJA: korozija Fe u vodovodnoj vodi

### Primjer 78.

Reakcijom bakra i sumporne kiseline dolazi, između ostalog, do nastanka bakrova(II) sulfata. Hoće li kemijska reakcija biti brža upotrijebimo li pločicu bakra ili bakrenu žicu narezanu na sitne komadiće?

Reakcija će biti brža upotrijebimo li komadiće bakrene žice – što je površina reaktanta manja, brzina kemijske reakcije bit će veća).

## ZADATCI 6.3.

---

1. Sljedeće kemijske reakcije razvrstaj na reakcije kemijske analize i kemijske sinteze:

a) $4 \text{Na} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{Na}_2\text{O} (\text{s})$	kemijska analiza
b) $\text{CaCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{CaO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$	
c) $\text{SO}_3 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})$	
d) $2\text{C} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO} (\text{g})$	kemijska sinteza
e) $\text{NaOH} (\text{aq}) + \text{HNO}_3 (\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$	

2. Djelovanjem električne struje dolazi do raspada molekule vode na molekule kisika i molekule vodika. Kako zovemo taj primjer kemijske reakcije analize?
3. Kada će brzina kemijske reakcije biti najveća, na početku ili na kraju neke kemijske reakcije? Zašto?
4. Hoće li brzina kemijske reakcije biti manja ili veća ako su reaktanti u plinovitom agregacijskom stanju?
5. Kako možemo ubrzati kemijsku reakciju u reakcijskom sustavu u kojem su reaktanti u čvrstom agregacijskom stanju?