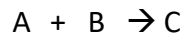


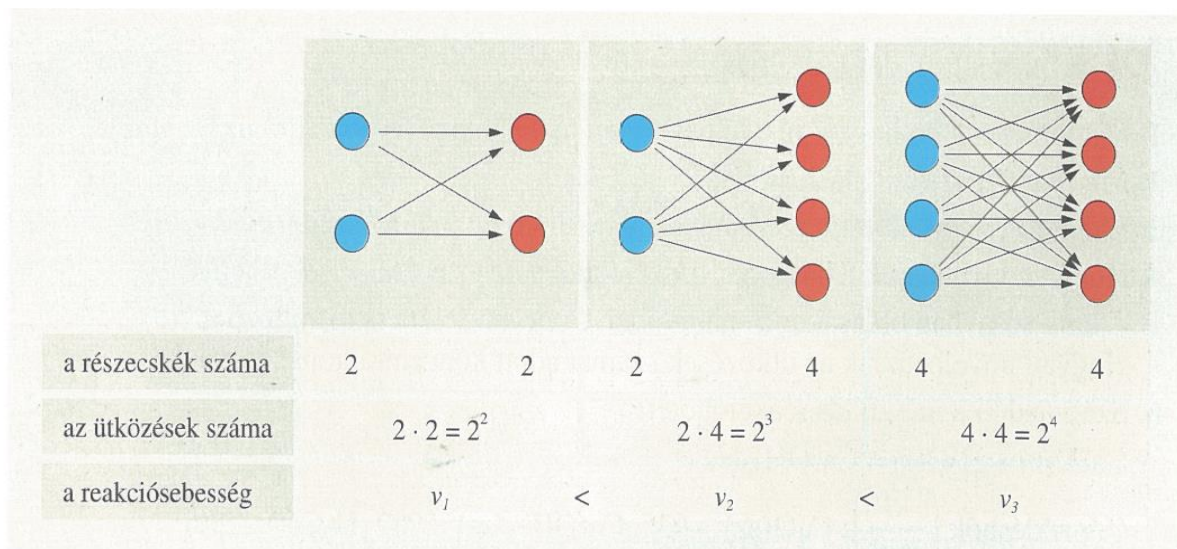
## Kémiai reakciók

### A reakciósebesség:

az időegység alatt végbemenő koncentráció változás, függ a koncentrációtól.

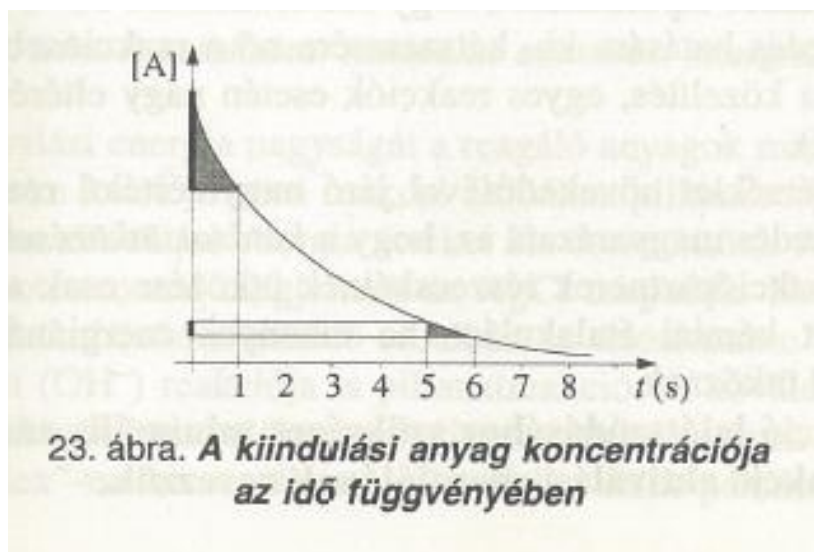


$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

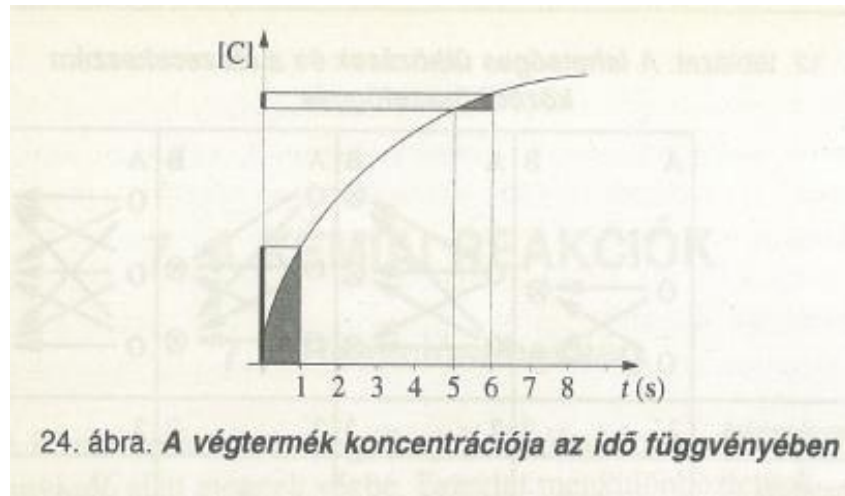


91.1. A részecskék közötti ütközések száma és a koncentráció kapcsolata

a kiindulási anyag koncentrációja



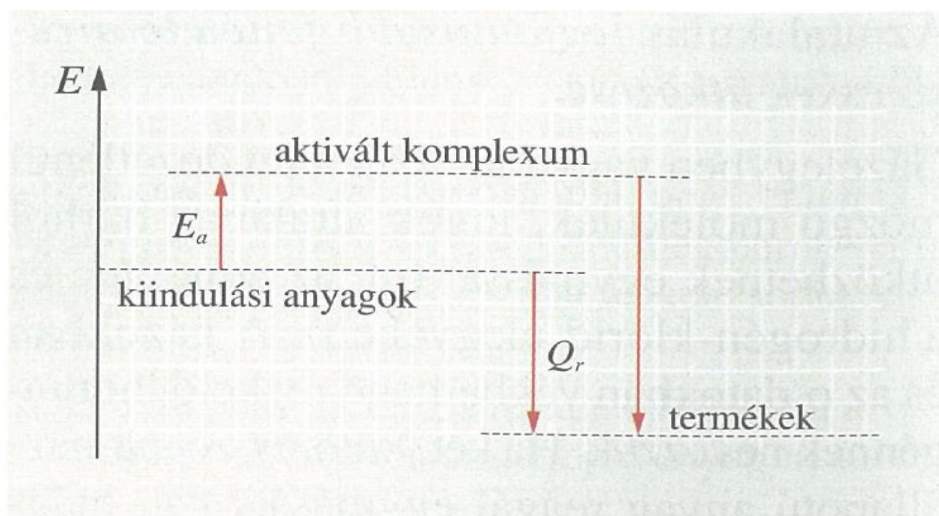
a keletkezett anyag (termék) koncentrációja



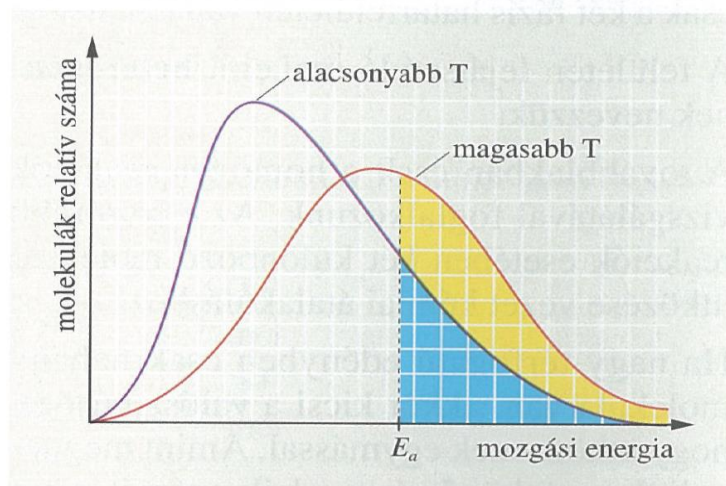
a reakciósebesség függ a hőmérséklettől

a határos ütközések száma nő

Az aktiválási energia: a reakció lejátszódásához szükséges minimális energiatöbblet



a reakciósebesség hőmérsékletfüggése:



92.3. A hőmérséklet hatása a gázmolekulák mozgási energiájának eloszlására

a katalizátor szerepe:



25. ábra. A katalizátor hatása az aktiválási energiára

## Dinamikus egyensúlyok



$$v_1 = k_1 \cdot [A] \cdot [B]$$

$$v_2 = k_2 \cdot [C] \cdot [D]$$

Ha a kémiai reakcióban a mólszám nem 1, pl:



$$v_1 = k_1 \cdot [A] \cdot [B]^2$$

$$v_2 = k_2 \cdot [C] \cdot [D]^2$$



induláskor:

$$v_1 = k_1 \cdot [A]_{\max} \cdot [B]_{\max} \qquad v_2 = k_2 \cdot [C] \cdot [D] = 0$$

egyensúlyban:

$$v_1 = v_2$$

$$k_1 \cdot [A] \cdot [B] = k_2 \cdot [C] \cdot [D]$$

a tömeghatás törvénye, zárt rendszerre

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[C][D]}{[A][B]}$$

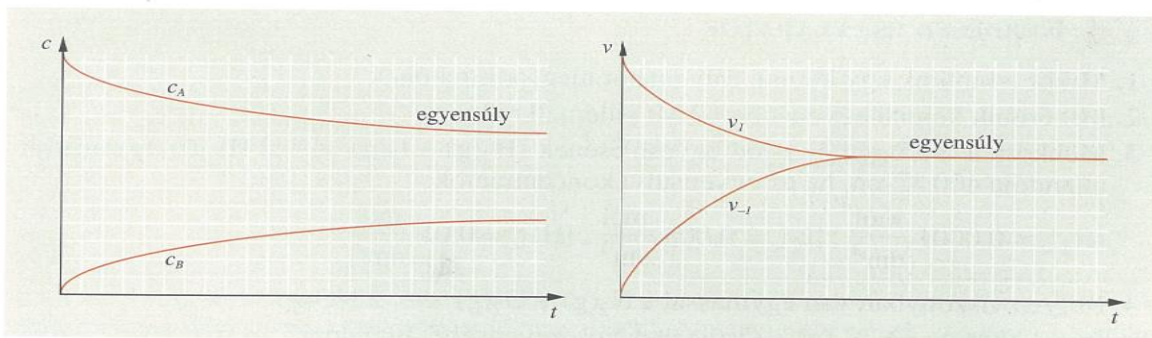
K: egyensúlyi állandó, függ a nyomástól és hőmérséklettől, de független a koncentrációtól

K értéke alapján ítélni lehet a reakció lefutását

- ha nagyon nagy, gyakorlatilag teljesen végbemegy a reakció
- ha 1 körüli érték ( $0,1 < K < 10$ ), egyensúlyra vezet, a kiindulási anyagok és a termékek összemérhető mennyiségben megtalálhatók az egyensúlyi elegyben
- ha K nagyon kicsi, gyakorlatilag nem megy végbe a felírt irányba

Gázoknál a koncentráció helyett célszerű parciális nyomásokat használni.

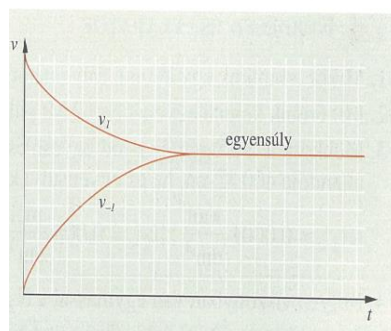
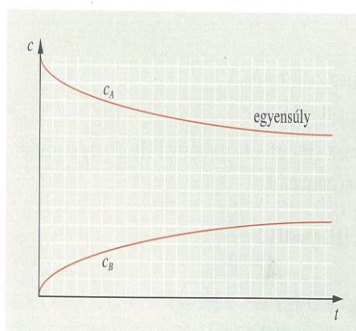
Egy egyszerű reakcióban:



97.1. A koncentrációk és a reakciósebességek időfüggése az  $A \rightleftharpoons B$  megfordítható reakcióban

$$(v_{-1} = v_2)$$

katalizátorral:

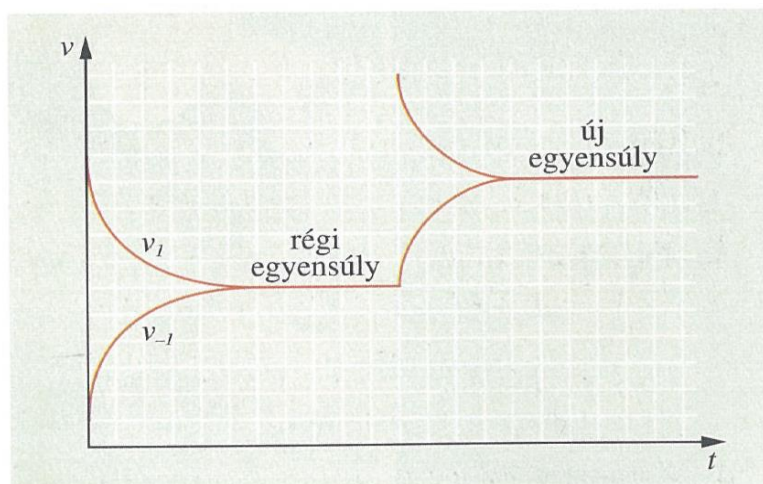


Az egyensúlyi elegy összetételét nem befolyásolja, csak annak beállási idejét csökkenti.

**Az egyensúly eltolása:** a gyakorlatban fontos!

A koncentráció hatása:

ha megnöveljük a kiindulási anyag(ok) koncentrációját, az oda alakulás sebessége (ugrásszerűen) megnő, majd az anyag fogyásával csökken, a termék mennyisége megnő



99.2. A reakciósebességek változása a kémiai egyensúly megzavarásakor

a kiindulási anyagok koncentrációjának növelése, vagy a termékek koncentrációjának csökkentése a felső nyíl irányába tolja el az egyensúlyt

**Le Chatelier - Braun** féle legkisebb kényszer elve:

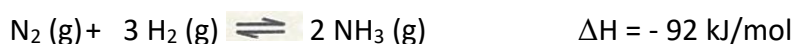
ha egy egyensúlyban lévő rendszert külső hatás ér, az egyensúly olyan irányban tolódik el, amelynek során a rendszer a külső hatást csökkenti

a hőmérséklet hatása:

a Le Chatelier elv értelmében:

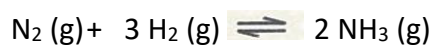
az exoterm reakcióknak a hőmérséklet csökkentése, az endoterm reakcióknak a hőmérsékletnövelése kedvez

pl.



az egyensúlyban lévő rendszerben a hőmérsékletet növelve egy olyan új egyensúly alakul ki, amelyben az előzőhöz képest kevesebb ammónia lesz, azaz az endoterm visszaalkulás irányába toltuk el az egyensúlyt

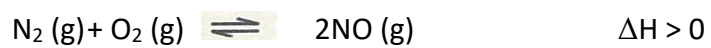
a nyomás szerepe gázreakciónál:



1 mol    3 mol            2 mol

a nyomás növelése a molszám csökkenés, (azaz az ammónia keletkezés) irányába tolja el az egyensúlyt

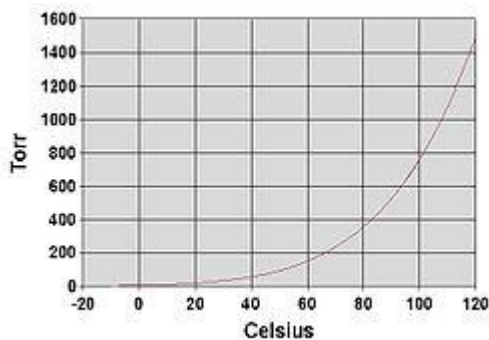
oldjuk meg:



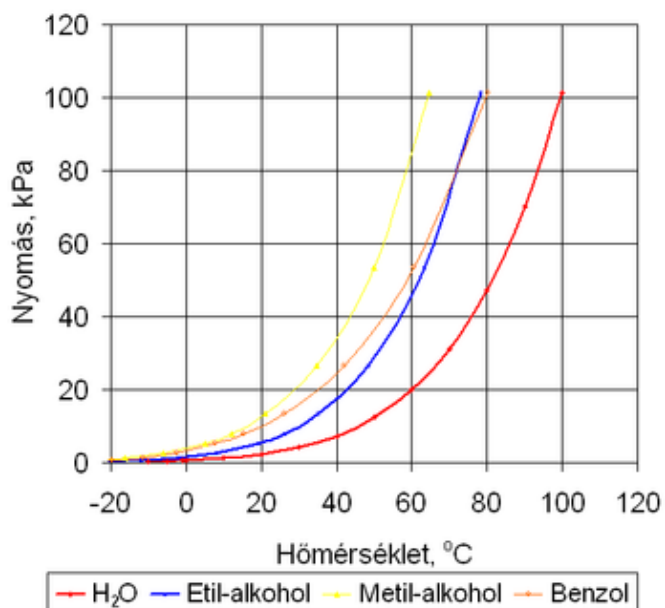
## Dinamikus egyensúlyok

### folyadék - gőztér

adott hőmérsékleten, zárt térben egyensúly alakul ki, a párolgás és a lecsapódás (kondenzáció) sebessége azonossá válik, a gőztérben egyensúlyi nyomás (tenzió) alakul ki



Vízgőz nyomása. Atmoszferikus nyomáson, 760 torr-nál a forráspont 100 °C



Néhány folyadék gőznyomásának hőmérsékletfüggése



telített oldat és fel nem oldott anyag (csapadék)



$$K = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$$

oldhatósági szorzat:

$$L_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

minél kisebb az L, annál oldhatatlanabb a csapadék

$$pL = -\lg(L)$$

## A víz autoprotolízise



$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}][\text{H}_2\text{O}]}$$

25 °C-on  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{H}_2\text{O}] = 55,56 \text{ mol/dm}^3$$

nem változik

a víz ionszorzata

$$K_v = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

hőmérsékletfüggő, 25 °C-on

$$K_v = 10^{-14} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right)^2$$

túl kis számok, ezért

$$pH = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+]$$

a semleges vízben

$$pH = 7$$

0,001 molos HCl oldatban  $pH = ?$ ,  $[\text{OH}^-] = ?$

### Savak, bázisok:

a protonátadással járó (protolitikus) reakciók: sav-bázis reakciók

Brønsted elmélete szerint:

- sav: a protont leadja
- bázis: a protont felveszi

a reakcióban jelen lévő anyagoktól függ, hogy azonos részecske (molekula vagy ion) sav vagy bázis

Általában a vízhez hasonlítunk: az a sav, ami a vízzel szemben savként viselkedik

savanhidrid: az oxigéntartalmú szervesetlen savból vízelvonással jön létre, pl.

az  $\text{SO}_3$  a  $\text{H}_2\text{SO}_4$  anhidridje

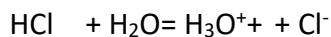
a  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2\text{CO}_3$  anhidridje

bázisanhidrid: bázisos fém-hidroxidokból vízelvonással keletkezik

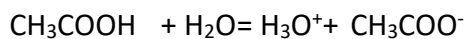
a  $\text{Na}_2\text{O}$  a  $\text{NaOH}$  anhidridje

gyenge savak / erős savak: a disszociáció részleges / teljes

pl. a sósav erős sav,



az ecetsav gyenge sav,



0,1 mol/dm<sup>3</sup> sósav oldatban a pH = ?

0,1 mol/dm<sup>3</sup> ecetsav oldatban a pH = ?

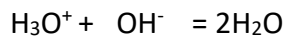
gyenge bázis / erős bázis, pl.  $\text{NH}_4\text{OH}$  és  $\text{NaOH}$

0,1 mol/dm<sup>3</sup> nátrium hidroxid oldatban a pH = ?

0,1 mol/dm<sup>3</sup> ammónium-hidroxid oldatban a pH = ?

### Közömbösítés:

sav + bázis = só + víz, de valójában:



### Sók hidrolizise:

a sók vizes oldatának kémhatása az alkotóktól függ

erős savból és gyenge bázisból származó só vizes oldatának kémhatása savas (pl.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )

erős bázisból és gyenge savból származó só vizes oldatának kémhatása lúgos (pl.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

erős bázisból és erős savból származó só vizes oldatának kémhatása semleges, (pl.  $\text{NaCl}$ )

### Redoxi reakciók

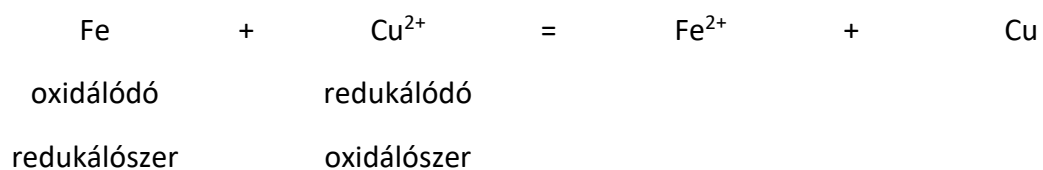
amelyekben elektronleadás és -felvétel (elektronátadás) történik (egyidejűleg, csak együtt lehetséges)

az a részecske, amely elektront ad le                      oxidálódik

az a részecske, amely elektront vesz fel                      redukálódik

oxidálószer:                      amely elektront vesz fel, tehát redukálódik

redukálószer:                      amely elektront ad le, tehát oxidálódik



ionoknál egyértelmű az oxidáció/redukció

kiterjeszhető a kovalens kötésben lévő atomokra is

az oxidációs állapot értelmezésére: oxidációs szám

A kötésben lévő atom oxidációs száma: annak a töltésnek a számértéke, amelyet úgy kapunk, hogy a kötő elektronokat a nagyobb elektronegativitású atomhoz rendeljük.

- Az elemek oxidációs száma 0.
- Az ionok oxidációs száma egyenlő a töltésszámmal.
- A molekulában az atomok oxidációs számának összege 0.

Az oxidációs szám változással járó folyamatok: redoxi folyamatok.

A redoxi reakciók kémiai egyenletének rendezése az oxidációs szám segítségével könnyű.

## Elektrokémia

Az elektromos áram töltéssel rendelkező részecskék egyirányú áramlása.

A vezetés különböző fajtái:

- fémekben, grafitban elektronok
- ionkristályok olvadéke ionok
- elektrolitoldatokban hidratált ionok

Galvánelemek kialakulása:

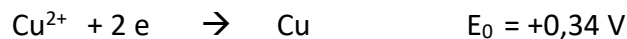
A fémek „redukálóképességének” mértéke oldatban az **elektródpotenciál**.

Az elektródpotenciál függ az elektród anyagi minőségétől, az ionok koncentrációjától a hőmérséklettől.

A viszonyítási alap a standard hidrogén elektród. (1 mol/dm<sup>3</sup> oxónium-ion oldatába merülő Pt lemez, amelyen légköri nyomású H<sub>2</sub> gázt buborékoltatnak keresztül 25 °C-on.)

Az elektródpotenciálok sorba rendezhetők.

Az elektródreakciókat a **redukciós irányba** írjuk fel, pl.



A **pozitívabb megy a redukciós irányba**, míg a negatívabb az oxidációs irányba (az ellenkezőbe).

A negatív**abb** elektródpotenciálú fém redukálni képes a pozitív**abb** (kevésbé negatív) elektródpotenciálú fém oldatban levő ionjait.

Két ilyen félcella összekapcsolásával galvánelem nyerhető, ha az áramvezetést a két félcella között biztosítjuk.

**katód:** amelyen a redukció megy végbe

**anód:** amelyen az oxidáció

Az akkumulátorokban megfordítható kémiai reakciók szolgáltatják az áramot, töltéskor az elektródreakciók az ellenkező irányban mennek végbe.

## Elektrolízis

Elektromos energia segítségével kémiai reakciót hajtunk végre.

Mindig az a folyamat játszódik le, amelyhez kisebb energia szükséges.

Mennyiségi törvények:

A töltés (C, coulomb) az áramerősség és az idő szorzata.

$$Q = I \cdot t \quad [C = A \cdot s]$$

1 mol elektron töltése a Faraday szám:  $F = 96487 \text{ C/mol}$



1 mol (64 g)  $\text{Cu}^{2+}$  ion semlegesítéséhez 2 F számnyi töltés szükséges.