



I. kategória feladatai

A megoldások kidolgozására az alábbi útmutatás vonatkozik:

- A feladatlapok **PISZKOZATI LAPOKKÉNT** funkcionálnak, azaz a rájuk írt megoldásokat a javítás során nem vesszük figyelembe.
- Minden feladattípust **kizárólag külön lapra lapra**, a számolási példákat pedig **külön-külön lapokra** kérjük megoldani. A feladatsorok **piszkozati lapként szolgálnak**, az erre írt megoldásokat **nem vesszük figyelembe**. Csak **olvasható** megoldást fogadunk el.
- Az írásbeli forduló ideje alatt a terem kizárólag a feladatlap ideiglenes beadásával hagyható el.
- Minden lap jobb felső sarkában **jól látható** módon fel kell tüntetni a versenyző regisztrációkor kapott **azonosítóját** és **kategóriáját**, valamint a feladat számát. Fontos, hogy a neveteket **NE** írjátok rá a lapokra!
- Átláthatatlanul, vagy nem kellő alaposággal kidolgozott, illetve olvashatatlan megoldásokat jó végeredmény esetén sem fogadunk el.



X. Oláh György

Országos Középiskolai
Kémiaverseny

A feladatsorokat lektorálta:

Borzsák István Mihály

Arany fokozatú támogatónk:



Együttműködő partnerek:



Támogatóink:



GEDEON RICHTER

euROAPI



Nemzeti
Tehetség Program



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKEZELŐ



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Feleletválasztós kérdések (10p)

Egyértelműen jelöld (például egy táblázat formájában), hogy melyik feleletválasztós kérdéshez melyik választ párosítottad. A feladatlapokra bekarikázott megoldásokat **nem fogadjuk** el, kizárólag külön lapon beadott megoldásokat veszünk figyelembe. Mindegyik feladatnál csak egy helyes megoldás van.

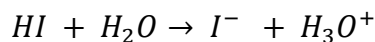
1. Az alábbi fogalmak közül melyik a polimerizáció helyes definíciója?
 - a) Az a kémiai reakció, amelyben egy szerves vegyület egy atomja egy másik atomra cserélődik ki melléktermék képződése közben.
 - b) Az az átalakulás, melynek során egy vegyület kisebb molekula kilépése közben alakul egy új vegyületté.
 - c) Olyan kémiai reakció, amelyben, valamely kismolekulás anyag, vagy anyagok molekulái, melléktermék keletkezése nélkül óriásmolekulává alakulnak.
 - d) Olyan kémiai reakció, amelyben két vagy több vegyület molekulája melléktermék képződése nélkül egyesül egymással.
2. Melyik esetben NEM válik le csapadék?
 - a) ezüst-nitrát-oldat + sósav
 - b) bárium-klorid-oldat + kénsav
 - c) vas(II)-szulfát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat
 - d) kálium-nitrát-oldat + nátrium-hidroxid-oldat
3. Az azeotrópos összetételű folyadékelegyek...
 - a) gőzterében a kevésbé illékony komponens koncentrációja magasabb.
 - b) csak vákuumdesztillációval választhatók szét.
 - c) összetétele a folyadékfázisban és a velük egyensúlyban lévő gőzfázisban azonos.
 - d) rektifikálása során az alacsonyabb forráspontú komponens lesz a fejtermék, és a magasabb forráspontú komponens a fenéktermék.



4. Melyik sorban vannak felsorolva kizárólag olyan anyagok, amelyeket fenolftaleines vízben oldva színes oldatot kapunk?
- a) CaO , NaOH , NH_3 , K_2CO_3
 - b) HCl , HNO_3 , NH_4Cl , AlCl_3
 - c) HClO_4 , NH_4NO_3 , HBr , H_2SO_4
 - d) Na_2CO_3 , K_2S , NaHSO_4 , NaCl
5. Melyik esetben nem tapasztalható fémkiválás?
- a) Cinket helyezünk réz(II)-szulfát oldatába.
 - b) Vasszőget helyezünk cink-szulfát oldatába.
 - c) Rezet helyezünk ezüst-nitrát oldatába.
 - d) Cinklemezt helyezünk ezüst-nitrát oldatába.
6. A nátrium-benzoát vizes oldata lúgos kémhatású, mert
- a) benne teljes a disszociáció.
 - b) lúgosan hidrolizál.
 - c) a kationok protont vesznek át a vízmolekuláktól.
 - d) az oldódást hidratáció kíséri.
7. Nátrium-szulfát oldat elektrolízise során a katódon és anódon keletkező gázok térfogatának aránya:
- a) 3:2
 - b) 2:3
 - c) 2:1
 - d) 1:2



8. Adott az alábbi sav-bázis reakció:



Az alábbiak közül melyik a hidrogén-jodid konjugált bázisa?

- a) H₂O
- b) I⁻
- c) H₃O⁺
- d) H₂O és I⁻

9. A pH = 3,00 oldatra vonatkozó megállapítások közül melyik nem igaz?

- a) [H₃O⁺] = 10⁻³ mol/dm³
- b) [OH⁻] = 10⁻¹¹ mol/dm³
- c) 100 cm³ oldatban 10⁻⁴ mol oxóniumion van.
- d) 100 cm³ oldatot 10⁻³ mol nátrium-hidroxid közömbösít.

10. Melyik állítás nem igaz a gázok abszorpciós-deszorpciós egyensúlyára?

- a) Gázok abszorpciója során a gáz koncentrációja a folyadékban mindaddig növekszik, amíg időegység alatt ugyanannyi gázmolekula nem lép az oldatból a gáztérbe.
- b) Az egyensúlyt egy valós ellenáramú abszorpciós műveleti egységben a gáz nyomásának növelése az abszorpció irányába tolja el.
- c) A hőmérséklet emelése csökkenti a folyadékban elnyelt gáz koncentrációját.
- d) Gázok abszorpciójának a hőmérséklet emelése kedvez.

**Számolósos példák (15+13+11p):**

A számolási példák megoldásai külön-külön lapokra kerüljenek! A lap tetején szerepeljen a feladat típusa és száma (számolás 1, számolás 2, számolás 3)! A feladatlapokra írt megoldásokat **nem fogadjuk** el, kizárólag külön lapon beadott megoldásokat vesszünk figyelembe.

1. Por Pál az egyetem udvarán sétálva talált egy vászonzsákot melynek tartalma egy rejtélyes fehér porkeverék volt. Nála okosabb barátaival megvitatta, arra a következtetésre jutottak, hogy a porkeverék a következő anyagokból áll: NaHCO_3 ; KNO_3 és MgSO_4 . Ebből a porkeverékből kimért 5,00 g-ot és a továbbiakban ezzel kísérletezett. Először $150\text{ }^\circ\text{C}$ -re felhevítette és azt tapasztalta, hogy 0,4613 g-mal csökkent a porkeverék tömege. Másodízben, vette a maradék porkeveréket és feloldotta vízben, savasan kiforralta és feleslegben vett BaCl_2 oldatot adott hozzá. Azt tapasztalta, hogy oldhatatlan csapadék keletkezett, melynek tömege 2,522 g volt.
 - a) Adja meg a porkeverék tömegszázalékos összetételét! (a végbement reakciók egyenletét tüntesse fel megoldása során).
 - b) A porkeveréket alkotó anyagoknak adja meg a köznapi (triviális) nevét!
2. A nátrium- tiosulfát, köznapi nevén fixírsó vagy széksó, egy szervetlen vegyület a tiokénsav nátrium sójának tekinthető. Szobahőmérsékleten vízben jól oldódik, melegítés hatására oldhatósága rohamosan nőni fog. (Forró vízben mindegy 2,5-3-szor több só oldható fel, mint laboratóriumi hőmérsékleten.) A fixírsó telített oldatából $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ formában kristályosodik, de hosszú ideig levegőn tartva veszíthet kristályvíztartalmából. Esetünkben pontosan ez történt.

Mekkora a nátrium- tiosulfát mintánk kristályvíztartalma, ha egy 20,0 g-os részletét 10 g vízben forrón oldva, majd $20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra lehűtve 20,96 g sókiválást tapasztalunk, illetve tudjuk, hogy 10,0 g frissen kristályosított anyag 5 g forró vízben való oldása után, a $20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra történő hűtésekor 0,837 g só válik ki?



3. Egy $100,0 \text{ cm}^3$ -es oldatban Ag^+ -, Ca^{2+} -, és Pb^{2+} -ion található ismeretlen koncentrációban. A koncentrációk meghatározásához külön-külön egy-egy reagens feleslegben történő hozzáadásával leválasztottuk az eredeti oldat egy-egy $10,00 \text{ cm}^3$ -es részletéből az összes adott reagenssel reakcióba lépő fémiont. A három reagensünk telített K_2CrO_4 -, cc. NaOH -, és cc. NH_3 -oldat volt. Ezután mindegyik így keletkezett csapadékos rendszer esetében a csapadékok leszűrése és kiszáritása után lemértük a tömegüket (így feltételezzük, hogy eltávozott az esetleges kristályvíztartalmuk).

A NaOH -oldat esetében $1,276 \text{ g}$, és az NH_3 -oldat esetében $0,7809 \text{ g}$, míg a K_2CrO_4 -oldat esetében $1,745 \text{ g}$ lett a kivált csapadékok tömege.

Töltsd ki az alábbi táblázatot az egyes reagensok esetében leváló csapadékok képletével, ahol nem keletkezik csapadék, abba a mezőbe írd egy „X” jelet! (5 p)

	Ag^+	Ca^{2+}	Pb^{2+}
NaOH			
NH_3			
K_2CrO_4			

Mekkora anyagmennyiség-koncentrációban (mol/dm^3) tartalmazta az eredeti oldat az egyes fémionokat? (6p)



Gondolkodtató kérdések (8p):

1. Szervetlen kémiában bővebb értelemben hidridnek nevezzük az összes hidrogénvegyületet, szűkebb értelemben pedig azokat a vegyületeket, melyekben a hidrogén oxidációs foka -1-es.
A borán (BH_3) és a foszfin (PH_3) is hidridek. Vajon, ha egy kémiai laboratórium bizonyos okoknál fogva kigyullad, és van benn egy borános palack, akkor a palackkal mit kell kezdeni, és milyen következményekkel járhat, ha a palackot bennhagyjuk és az meggyullad?
2. Biztonságtechnikai statisztikákból tudjuk, hogy a legtöbb baleset vegyi anyagok szállításánál történik. A különböző vegyi anyagok szállítására megfelelő technikákat dolgoztak ki a mérnökök. Például az acetilént acetonnal átítatott kovaföldes tartályokban szállítják, így a gáz az acetonba be tud oldódni, szállítása biztonságos. Ezért disszugázás palackoknak/tartályoknak nevezik ezeket a tárolókat. Mi az az óleum és vajon belőle 1 liter laboratóriumba való beszerzése miért olyan költséges?
3. A banán egy bizonyítottan radioaktív gyümölcs, mellyel a mindennapok során találkozunk. Radioaktivitását a benne található kálium 40-es izotópja okozza. Mi az izotóp? Vajon miért nem okoz problémát számunkra a banánfogyasztás?
4. Pisti az egyik ásvány-vásáron vett egy nagyon szép kék kristályt. Sokáig állt a szobájában az ablak alatti polcon és egyszer csak azt vette észre, hogy elkezdett kifehéredni a szép kék kristály. Mi történhetett, mi lehetett a kristály?

**Gondolatkísérlet (11p):**

A gondolatkísérlet megoldása egy konkrét kémiai anyag. A feladat ennek a meghatározása egyértelmű módon. Ehhez szükséges a megfelelő reakcióegyenletek feltüntetése és/vagy magyarázat, melyeket számozással jeleztünk; ha nincs kémiai reakció, azt szövegesen indokolni, magyarázni kell. A teljes értékű megoldáshoz szükséges a megoldás menetét is megadni. Ehhez feltüntetendők a számokkal jelölt reakcióegyenletek és ezek alapján a lehetséges ionok, továbbá a reakciók sorozatából jelölendő, hogy miként szűkül le a keresett ionokra a megoldás. A végleges megoldás az anyag képletéből, a kért egyenletekből és a megoldáshoz vezető logikusan leírt útból tevődik össze.

A meghatározandó szilárd anyag egy fehér por. Vízen jól oldódik. A vizes oldata 2 M-os sósav oldat hozzáadására nem történik változás, továbbá a savas oldathoz H_2S -oldatot adva sincs semmi változás.

Ha az eredeti (semleges) oldathoz $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ oldatot adunk, enyhe zavarosodás figyelhető meg (1).

Az eredeti oldathoz ammónium-karbonátot adva fehér csapadék keletkezik, (2/a) ami sósavban oldódik (2/b).

Az oldathoz nátrium-hidrogén-foszfát oldatot adva szintén fehér csapadék keletkezett (3).

Az eredeti oldathoz NaOH -ot adva fehér csapadék keletkezik (4).

Ha az eredeti oldathoz 4-szeres mennyiségű telített CaSO_4 oldatot adunk sem hidegen, sem melegen nem válik le csapadék. (5)

Eredeti oldathoz bárium-klorid oldatot adva nincs változás, ezüst-nitrát oldatot adva sárgás csapadék keletkezik (6), bizmut-nitrát oldatot adva csapadék nem keletkezik.

Az eredeti mintához kevés klóros vizet adva az oldat narancsvörös színű lesz (7/a). Ezt az oldatot kettészedjük. Egyik részéhez NaOH -t adva elszíntelenedik (7/b). A másik feléhez CCl_4 -t adunk, rázogatós után külön, vörösesbarna színű fázist kapunk (7/c).



Esettanulmány (10p):

Korrózió, korrózióvédelem

Általánosságban a korrózió olyan kémiai folyamatot értünk, mely során egy anyagot a környezete megtámad és tönkretesz. Persze egy tárgy sokféle módon mehet tönkre, és e folyamatok tekintélyes részét nem tekintjük korróziónak. Ha netán egy vázát leejtünk, és ezáltal szilánkjaira hull – nos a váza tönkrement, de ezért naiv dolog lenne a korróziót okolni. Korróziónak tekinthető a levegő oxigénjével, a vízzel, a különböző szennyező gázokkal, porral, korommal, vízben oldott sókkal, savakkal és egyéb kemikáliákkal történő, az anyag tulajdonságait megváltoztató káros kémiai reakció. Szinte minden anyag korrodálódhat a műanyagoktól az üvegig, a fémektől a papírig. Mi itt csak a leggyakoribb fajtájával, fémek elektrokémiai korróziójával foglalkozunk. Ha arra gondolunk, hogy a fémelektrodból energia befektetése árán nyerjük ki a tiszta fémet, akkor azt is mondhatjuk, hogy a fémek korróziója nem más, mint a fémből az érc visszaalakulásának spontán folyamata.

Nyilvánvaló, hogy a folyamat csak megfelelő elektronakceptor jelenlétében mehet végbe, mely az oxidáció során keletkező elektronokat elnyeli. Hogyan játszódik ez le a természetben? Vegyünk pl. egy darab vasat. A vasra rácseppenő vízben oldódik egy kevés vas, miközben a fémen maradnak az elektronok, vagyis kialakul a megfelelő elektródpotenciál. Ez tehát az elektrontermelő folyamat. Elektronnyelő reakcióként három lehetőség jöhet szóba, oxigénnel, savakkal, illetve kevésbé aktív fémmel való kölcsönhatás. A kölcsönhatás lényege éppen az, hogy a vas oldódása során a fémen maradt elektronok az elektronakceptorhoz vándorolnak, és ott részt vesznek a folyamatban. Vagyis az elektronok a levegő oxigénjével (és vízzel) hidroxid-ionokat adnak, a savak hidrogén-ionjait semlegesítve hidrogéngázt fejlesztenek, vagy elősegítik a nemesebb fém cementálódását a vason. Mindhárom folyamat eredménye az, hogy az elektronok elvándorolnak a keletkezési helyükről, így megbontják az egyensúlyt. Ennek következtében újabb vasatomok mennek oldatba, vagyis a fémen belül folyik az elektronok áramlása és a fém oldódása, korróziója.

A vizsgált esetek elektrokémiai esszenciája, hogy a fémelektrod kölcsönhatásba kerül az oxigénelektroddal, a hidrogénelektroddal vagy egy másik fém-fémion rendszerrel. A két félreakció kiegészül egészszé: megindul a folyamat. Amennyiben a fém-fémion rendszer potenciálja negatívabb, mint a kölcsönható rendszeré, a fém anódként oldatba megy: korrodál. Ha pozitívabb, korróziótól nem kell tartani, hiszen ez a fém katódos kiválásának irányába hat.



Hogyan védekezhetünk a korrózió ellen? A régi görögök szerint bizonyos vallási szertartásokkal a vas megvédhető a rozsdásodástól. Mi megpróbálunk más utat követni.

Triviális módszer, hogy bevonjuk a védendő fémét valamilyen passzív réteggel. Amennyiben ez egy természetes passzíváló oxid- vagy hidroxidréteg, vagyis, ha sikerül tárgyat a Pourbaix-diagram passzivitási zónájában tartani, ez a megoldás a nyerő. Emiatt használhatjuk az alumíniumtárgyakat anélkül, hogy különösebb figyelmet kellene fordítanunk a korrózióvédelemre. Hasonló ellenálló passzív réteg alakul ki pl. a tantálon vagy a krómon, de kémiai úton még a vason is kialakítható. Ehhez a vasat 40%-os vagy annál töményebb salétromsavoldatba kell mártani. Ilyenkor vékony, ellenálló oxidbevonat keletkezik, amely további korrózióknak ellenáll- ha mechanikus hatásra meg nem sérül a viszonylag puha védőréteg.

Gyakori megoldás, hogy valamilyen más, passzív réteget alkalmazunk. Pl. vékony krómréteggel vonjuk be a vasat. Ennek kétségtelen előnye, hogy rendkívül dekoratív. Régebben ilyen bevonást ónnal is végeztek, így készült az ónbádóg. Ha azonban a réteg megsérül, ott azonnal megkezdődik a korrózió, és mivel a bevonat elektródpotenciálja pozitívabb, mint a vasé, a vas fog anódosan oldódni. Ezért ezt a megoldást csak akkor érdemes használni, ha a védendő fém olyan helyen használjuk, ahol a sérülés valószínűsége kicsi. Más, indifferens bevonókat is gyakran használunk, pl. festéket, zománc-, vagy műanyagréteget. Ekkor fontos szempont a jó tapadás is, ez a biztosítéka annak, hogy az ép és látszólag sérülésmentes bevonat alatt ne menjen tönkre a fémtárgy.

A korrózió elleni védelem sokkal kifinomultabb módszere, ha biztosítjuk a védendő fém megfelelő negatív potenciálját, vagy ahogy nevezzük, katódos védelmét. Ennek egyik lehetősége, hogy a védendő fémét egy aktívabb másik fémmel vonjuk be. Ekkor a két fém közül az aktívabb korrodál, ez lesz az anód, míg a védendő passzívabb fém a katód. A katódos védelem még akkor is jól működik, ha a bevonat megsérül, és mindaddig védelmet szolgáltat, amíg az aktív fém teljesen fel nem oldódik, hiszen a fém jó elektromos vezető, ezért a képződő elektronok könnyen vándorolnak a tárgy távolabbi pontjaihoz is. A fémek katódos védelmét számtalan helyen alkalmazzák. Ezt használják a gépkocsik korrózióvédelmére, mikor az alvázat cinkkel vonják be. Emiatt garantálhatják egy mai gépkocsi korróziómentességét a nagy gyártó cégek akár nyolc-tíz évre is, annak ellenére, hogy a kocsi,



és főként a kocsí alváza ki van téve a legszélsőségesebb és legagresszívebb körülményeknek. (Veszprémi Tamás: Általános kémia)

1. Mi a rozsda?
2. Írd fel a vas korróziójának reakcióegyenletét!
3. Hogyan nevezzük a katódos védelem során kialakuló rendszert?
4. Mi történne, ha passzivizálás során a vastárgyat 20%-os salétromsavba mártanánk?
5. Milyen típusú korrózióvédelemnek neveznéd egy ónból készült tárgy cinkkel történő bevonását. Válaszodat indokold!
6. Milyen módon védenél meg egy tengerbe fektetett acélcsövet a korróziótól? Válaszodat indokold!



AZ ELEMEK PERIÓDUSOS RENDSZERE

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
I. A																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18.
1 1,008 hidrogén	II. A																
3 6,9 lítium	4 9,0 berillium	II															
6 9,0 lítium	0,9																
rendsztám																	
11 23,0 nátrium	11																
1																	
vegyjel																	
19 39,1 kállium	Na																
relatív																	
23,0																	
atomtömeg																	
nátrium																	
név																	
21 39,1 kállium	22 40,1 kállium	23 40,1 kállium	24 40,1 kállium	25 40,1 kállium	26 40,1 kállium	27 40,1 kállium	28 40,1 kállium	29 40,1 kállium	30 40,1 kállium	31 40,1 kállium	32 40,1 kállium	33 40,1 kállium	34 40,1 kállium	35 40,1 kállium	36 40,1 kállium	37 40,1 kállium	38 40,1 kállium
39 88,9 rubidium	40 88,9 rubidium	41 88,9 rubidium	42 88,9 rubidium	43 88,9 rubidium	44 88,9 rubidium	45 88,9 rubidium	46 88,9 rubidium	47 88,9 rubidium	48 88,9 rubidium	49 88,9 rubidium	50 88,9 rubidium	51 88,9 rubidium	52 88,9 rubidium	53 88,9 rubidium	54 88,9 rubidium	55 88,9 rubidium	56 88,9 rubidium
57 138,9 césium	58 138,9 césium	59 138,9 césium	60 138,9 césium	61 138,9 césium	62 138,9 césium	63 138,9 césium	64 138,9 césium	65 138,9 césium	66 138,9 césium	67 138,9 césium	68 138,9 césium	69 138,9 césium	70 138,9 césium	71 138,9 césium	72 138,9 césium	73 138,9 césium	74 138,9 césium
87 223 francium	88 223 francium	89 223 francium	90 223 francium	91 223 francium	92 223 francium	93 223 francium	94 223 francium	95 223 francium	96 223 francium	97 223 francium	98 223 francium	99 223 francium	100 223 francium	101 223 francium	102 223 francium	103 223 francium	104 223 francium
II. B																	
28 58,7 nikkel	29 63,5 réz	30 65,3 cink	31 69,7 galium	32 72,5 germánium	33 74,9 arzen	34 78,9 szelén	35 79,9 bróm	36 83,8 kripton	37 85,4 rubidium	38 87,6 rubidium	39 88,9 rubidium	40 88,9 rubidium	41 88,9 rubidium	42 88,9 rubidium	43 88,9 rubidium	44 88,9 rubidium	45 88,9 rubidium
46 106,4 palládium	47 107,8 ezüst	48 112,4 kadmium	49 114,8 indium	50 118,6 cink	51 121,7 volfrám	52 127,6 tellúr	53 126,9 jódot	54 131,3 xenon	55 132,9 francium	56 137,0 francium	57 138,9 césium	58 140,1 césium	59 140,9 prazéodim	60 141,9 prazéodim	61 142,9 prazéodim	62 143,9 prazéodim	63 144,9 prazéodim
78 195,0 platina	79 196,9 arany	80 200,5 bizmút	81 204,3 tallium	82 207,1 ólom	83 208,9 bizmút	84 208,9 bizmút	85 208,9 bizmút	86 208,9 bizmút	87 223 francium	88 223 francium	89 223 francium	90 223 francium	91 223 francium	92 223 francium	93 223 francium	94 223 francium	95 223 francium
110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uuu	114 Uuu	115 Uuu	116 Uuu	117 Uuu	118 Uuu	119 Uuu	120 Uuu	121 Uuu	122 Uuu	123 Uuu	124 Uuu	125 Uuu	126 Uuu	127 Uuu
III. A																	
5 10,8 bór	6 12,01 szén	7 14,01 nitrogén	8 16,00 oxigén	9 18,99 fluor	10 20,18 néon	11 22,99 nátrium	12 24,31 magnézium	13 26,98 alumínium	14 28,09 szilikium	15 30,97 foszfor	16 32,06 szulfur	17 35,45 klór	18 39,95 argon	19 39,95 rubidium	20 40,08 kállium	21 40,08 kállium	22 40,08 kállium
III. B																	
21 44,96 skandium	22 47,88 titanium	23 50,94 vanádium	24 51,99 króm	25 54,94 mangán	26 55,85 vas	27 58,93 kobalt	28 58,71 nikkel	29 63,55 réz	30 65,39 cink	31 69,72 galium	32 72,64 germánium	33 74,92 arzen	34 78,97 szelén	35 79,90 bróm	36 83,80 kripton	37 85,47 rubidium	38 87,62 rubidium
VIII. A																	
2 4,00 hélium	3 6,94 lítium	4 9,01 berillium	5 10,81 bór	6 12,01 szén	7 14,01 nitrogén	8 16,00 oxigén	9 18,99 fluor	10 20,18 néon	11 22,99 nátrium	12 24,31 magnézium	13 26,98 alumínium	14 28,09 szilikium	15 30,97 foszfor	16 32,06 szulfur	17 35,45 klór	18 39,95 argon	19 39,95 rubidium
VIII. B																	
64 157,2 gadolinium	65 158,9 terbium	66 162,5 diszprozium	67 164,9 holmium	68 167,2 erbium	69 168,9 tulium	70 173,0 iterbium	71 174,9 lutécium	72 175,0 hafnium	73 178,5 tantalum	74 183,8 volfrám	75 186,2 rézium	76 190,2 osmium	77 192,2 irídium	78 195,0 platina	79 196,9 arany	80 200,5 bizmút	81 204,3 tallium
96 232,0 tórium	97 231,0 protaktinium	98 231,0 protaktinium	99 231,0 protaktinium	100 231,0 protaktinium	101 231,0 protaktinium	102 231,0 protaktinium	103 231,0 protaktinium	104 231,0 protaktinium	105 231,0 protaktinium	106 231,0 protaktinium	107 231,0 protaktinium	108 231,0 protaktinium	109 231,0 protaktinium	110 231,0 protaktinium	111 231,0 protaktinium	112 231,0 protaktinium	113 231,0 protaktinium
114 288,1 flavium	115 288,1 flavium	116 288,1 flavium	117 288,1 flavium	118 288,1 flavium	119 288,1 flavium	120 288,1 flavium	121 288,1 flavium	122 288,1 flavium	123 288,1 flavium	124 288,1 flavium	125 288,1 flavium	126 288,1 flavium	127 288,1 flavium	128 288,1 flavium	129 288,1 flavium	130 288,1 flavium	131 288,1 flavium

■ fémjel
■ fémjel
■ fémjel
■ fémjel
 Az anyagok besorolása a standardizált periódusos táblázat alapján történt.

① 146 ② 146