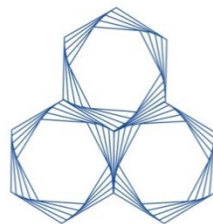


Középiskolai Kémiai Lapok



LII.

2025/3.



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti
Tehetség Program



A lap megjelenését a Kulturális és Innovációs Minisztérium, a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2025. május	LII. évfolyam	3. szám
-------------	---------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyai Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Barabás Gergő, Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit,
Dr. Ősz Katalin, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyai Péter

Szerkesztőség:	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1106 Budapest Fehér út 10. E-mail: kokel@mke.org.hu 06307204417, 06202125664
-----------------------	---

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Dr. Szabó János Zoltán

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: <https://form.jotform.com/kokel/elofizetes>
Átutalással a Magyar Kémikusok Egyesülete részére,
a 10700024-24764207-51100005 számlaszámra, közlemény
„KÖKÉL 2025, előfizető neve, címe”.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2025. évre: 6000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

Az MKE Kémia tanári Szakosztály tagjai számára az előfizetés ingyenes.

ISSN 0139-3715 (nyomtatott)

ISSN 2498-5198 (online)

<http://www.kokel.mke.org.hu>

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos Széchényi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archivuma (EPA) archiválja.

A címlapon Hegedüs Kristóf fotója látható.

A kiadó számára minden jog fenntartva. Jelen kiadványt, illetve annak részleteit tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel – elektronikus, fényképes úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül közölni.

A 2024/2025. tanév pontversenyeinek végeredménye

Az alábbiakban közöljük az egyes kategóriákban kiemelkedő eredményt elért diákok névsorát. Elektronikus úton minden résztvevő megkapta a pontszámait. Két támogatónk (EGIS Zrt. és Hiflylabs Zrt.) köszönhetően mindannyian 10-50 ezer forintos jutalomban részesülnek, amelyek átadását és a további jutalmakat (KÖKÉL előfizetés) a Magyar Kémikusok Egyesülete intézi.

Gratulálunk az eredményekhez!

K pontverseny (9-10. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Mikita Chuyeshkou Pasaréti Szabó Lőrinc Gimnázium	Berek László	185
1	Rajtik Sándor Barnabás Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium	Dr. Keglevich Kristóf	185

K pontverseny (11-12. osztály)

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Gáspár Réka Boronkay György Technikum és Gimnázium, Vác	Berek László	189,75
2	Viczko Csaba Péter ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	Sebő Péter, Villányi Attila	188,25
3	Simon János Dániel ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	Varga Bence, Villányi Attila	185

H pontverseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Gáspár Réka Boronkay György Technikum és Gimnázium, Vác	Berek László	188,15
2	Viczko Csaba Péter ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium	Sebő Péter, Villányi Attila	182,65
3	Erdélyi Kata Budapesti Fazekas Mihály Gimnázium	Albert Attila	176,35

Angol fordítási verseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Vámi Ármin Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	Szabó Endre	397
2	Takács Fanni Eötvös József Gimnázium, Budapest	Tóthné Tarsoly Zita	372
3	Németh Kolos ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely	Szabó Bence Farkas, Virághné Szalai Zsuzsanna, Martin Duncan	365

Német fordítási verseny

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Molnár Alexandra Judit DSzC Vegyipari Technikum	Burzáné Pintye Livia	172,5
2	Nyíri Réka Fanni Városmajori Gimnázium, Budapest	Nagyné Hodula Andrea, Arday Istvánné	159

Keresd benne a kémiát!

	Név, iskola	Felkészítő tanár	Pontszám
1	Vámi Ármin Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	Szabó Endre	106
2	Kiss-Huszta Iván Széchenyi István Gimnázium, Sopron	Dr. Somogyi Ilona Csilla	104
3	Németh Ábel ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely	Szabó Bence Farkas	97

A 2024/2025. tanév díjazott felkészítő tanára

Berek László	Pasaréti Szabó Lőrinc Gimnázium
--------------	---------------------------------

GONDOLKODÓ



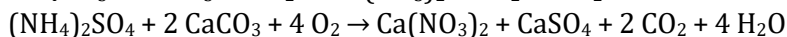
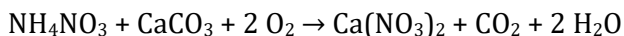
Megoldások

K501. A feladat műtrágyák összetevőinek talajsavanyító hatásáról és annak mészkővel történő közömbösítéséről szólt. Sajnos a szövegben megadott adatok a mezőgazdasági szakirodalomban használt gyakorlati, tapasztalati számok voltak. Ezek komplex talajtani folyamatok eredményeként alakulnak ki, és nem vezethetők le közvetlenül egyszerű sztöchiometriai számításokkal. Elnézést kérünk a megoldóktól. A javítás során igyekeztünk pontosítani a megkísérelt sztöchiometriai számításokat, illetve a közömbösítés folyamatait.

A talaj savanyodásának a fő oka elsődlegesen az, hogy a talajban élő mikroorganizmusok a vegyületek nitrogéntartalmát nitritionon át nitráttá oxidálják.



1 mol ammóniumion tehát 2 mol hidrogéniont termel, aminek a semlegesítéséhez 1 mol mészkő, CaCO_3 szükséges. Az ennek megfelelő bruttó egyenletek az elméleti maximumot adják a mészigényre:



A moláris tömegeket tekintetbe véve a két elvi mészigény-érték: NH_4NO_3 : 125,0; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: 151,5.

A tényleges mészigények ennél jóval kisebbek. Szerencsétlen módon a tapasztalati értékek kis, egész számok hányadosai közelében voltak, ezért azt sugallták, hogy társítható hozzájuk reakció. Az így kikövetkez-

tethető só:mészkeő mólarány az ammónium-nitrát esetében 1:2, az ammónium-szulfát esetében 3:4 közelében volt. Az utóbbi folyamathoz semmiképp nem társítható egyenlet, míg az előbbi a kalcium-nitrát, ammónia, szén-dioxid és víz keletkezésével épp összeegyeztethető, bár ez a folyamat nem igazán játszódik le a talajban.

A beküldött megoldásokban egyszer merült fel a nitrifikáció folyamata. A megoldók érthető módon a megadott tapasztalati számokhoz kerestek reakciókat. Az értékelés során a mólarányok számolását pontosztuk. A félrevezető adatokhoz illeszkedő bármilyen egyenletet elfogadtunk.

(Magyarfalvi Gábor)

K509. A fém-klorid hatására leválik ezüst-klorid csapadék, azonban belátható, hogy ennek tömege még akkor sem éri el az 1,00 grammot, ha a kiindulási keverék gyakorlatilag csak AgNO_3 -ot tartalmaz. 1,00 g AgNO_3 anyagmennyisége $5,89 \cdot 10^{-3}$ mol, melyből ugyanekkora anyagmennyiségű AgCl válik le, ennek tömege 0,844 gramm. Szükséges tehát, hogy fluorid-csapadék is leváljon az ezüst-klorid mellett. Ez megtörténhet például magnéziumionok, vagy kalciumionok segítségével. Jelölje x gramm a kiindulási keverékben az AgNO_3 tömegét, ekkor kezdetben $(1-x)$ gramm LiF volt. A leváló ezüst-klorid csapadék tömege $x/169,9 \cdot 143,4$ gramm. Abban az esetben, ha a keverék vizes oldatához magnézium-klorid oldatot csepegtetünk, a leváló MgF_2 tömege, figyelembe véve, hogy a levált csapadék anyagmennyisége fele a kiindulási LiF anyagmennyiségének:

$$0,5 \cdot (1-x) / 25,9 \cdot 62,3 \text{ g}$$

Mivel 1,00 gramm csapadék vált le összesen, felírható, hogy

$$x / 169,9 \cdot 143,4 + 0,5 \cdot (1-x) / 25,9 \cdot 62,3 = 1,00.$$

Ebből $x = 0,565$ g, azaz magnézium-klorid alkalmazása során a kiindulási keverék 56,5 m/m% AgNO_3 -ot és 43,5 m/m% LiF -ot tartalmazott. Amennyiben kalcium-klorid vizes oldatát csepegtettük a kiindulási keverék vizes oldatához, úgy a fentiekhez hasonlóan felírható a levált AgCl és CaF_2 csapadék tömegére, hogy

$$x / 169,9 \cdot 143,4 + 0,5 \cdot (1-x) / 25,9 \cdot 78,1 = 1,00$$

Ekkor x értéke 0,765 gramm, vagyis ebben az esetben 76,5 m/m% AgNO_3 -ot és 23,5 m/m% LiF-ot tartalmazott a kiindulási keverék.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,5 pont. A beküldött megoldások többsége helyes volt, illetve legfeljebb egy-egy számolási hibát tartalmazott.

(Vörös Tamás)

K510. a) A gadolíniumot 1880-ban, a diszpróziiumot 1886-ban fedezték fel, mindkettőnek van 156-os tömegszámú természetes izotópja és egyik sem szerepelt az 1904-es táblázatban.

b) Az antimonnak létezik 121-es tömegszámú természetes izotópja.

c) A higany 201-es tömegszámú izotópjában 121 neutron van.

d) A rénum 187-es tömegszámú izotópjában 112 neutron található.

e) A germániumnak létezik 70-es tömegszámú izotópja és ez az elem 1869-ben még nem, 1904-ben viszont már szerepelt a periódusos rendszerben.

f) 70 a neutronszáma a xenon 124-es tömegszámú izotópjának, melyre szintén igaz, hogy 1869-ben még nem, 1904-ben viszont már szerepelt a periódusos rendszerben.

g) 70 neutronot tartalmazó természetes izotóp a tellúr 122-es tömegszámú izotópja.

h) 1939-ben fedezték fel a franciumot, melynek létezését Mengyelejev már korábban megjósolta.

i) 1955-ben, Mengyelejev születésének 121. évfordulóján fedezték fel a mendeléviumot.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,6 pont, hibátlan megoldást Rajtik Sándor Barnabás, Simon János Dániel és Viczkó Csaba Péter küldött be. Azokban az esetekben, ha valaki helytelen megoldást is felsorolt, például az e) és f) pontokban olyan elemet, amely már szerepelt az 1869-es táblázatban is, nem járt pontszám az adott feladatrészre.

(Zagyi Péter, Vörös Tamás)

K511. A szöveg utolsó szava a facsiga, tehát a $42^{3,4}$ kód a Ga-ot kódolja, oly módon, hogy a 42-es szám jelöli a 42-es rendszámú elemet (Mo), melynek 3. és 4. héján összesen $18 + 13 = 31$ elektron található. Ennyi elektron a 31-es rendszámú elem, azaz a gallium (Ga) atomjában van. Ezek alapján a teljes kódsor feloldása a következő:

58^4 : K; 11^2 : O; 13^3 : Li; $63^{4,5,6}$: Br; $81^{4,5,6}$: I; $29^{3,4}$: K; 36^3 : Ar; 61^4 : V; 25^3 : Al; $49^{3,4,5}$: Y; 44^4 : P; $89^{1,2,3,4,5,6,7}$: Ac; 28^3 : S; $97^{3,4,5}$: Ir; $92^{3,4,5,7}$: Ta; 21^3 : F; $79^{4,6}$: As; 10^2 : O; $47^{3,4,5}$: Rb; $85^{1,2,3,4,5,6}$: At; 29^3 : Ar; $73^{1,2,3,4,5,6}$: Ta; $24^{1,2,4}$: F; $91^{2,3,4,5,6,7}$: Ac; 26^3 : Si; $42^{3,4}$: Ga

A kód megfejtése: Kolibri, karvaly, pacsirta, fasorba tart a facsiga.

A kód megfejtésére összesen 5 tanuló jött rá. Kiemelkedően szép, a monodóka elemzésére és képekkel történő illusztrációjára is kiterjedő megoldást küldött be Németh Kolos.

(Vörös Tamás)

K512. a) Vizsgáljuk a vizes oldat $1,00 \text{ dm}^3$ -ét! Ennek tömege 1065 g , benne $2,13 \text{ mol}$ az oldott anyag anyagmennyisége és ismert, hogy az oldat $4,11 \text{ n/n}\%$ -os. Jelölje x az oldószer anyagmennyiségét, ekkor felírható, hogy

$$2,13 / (2,13 + x) = 0,0411$$

Ebből $x = 49,7 \text{ mol}$, tehát az 1065 g oldatban a víz tömege $49,7 \text{ mol} \cdot 18,0 \text{ g/mol} = 894,6 \text{ g}$.

Ez alapján a $2,13 \text{ mol}$ oldott só tömege $1065 \text{ g} - 894,6 \text{ g} = 170,4 \text{ g}$. A só moláris tömege $170,4 \text{ g} / 2,13 \text{ mol} = 80,0 \text{ g/mol}$.

b) Az 1065 g tömegű oldatban $170,4 \text{ g}$ az oldott anyag, az oldat $170,4 \text{ g} / 1065 \text{ g} \cdot 100 \% = 16,0 \text{ m/m}\%$ -os.

c) A só moláris tömege 80 g/mol , 1 móljában $80 \text{ g} \cdot 0,600 = 48 \text{ g}$, azaz 3 mol O atom van. Ilyen moláris tömegnek és összetételnek az ammónium-nitrát felel meg, képlete NH_4NO_3 .

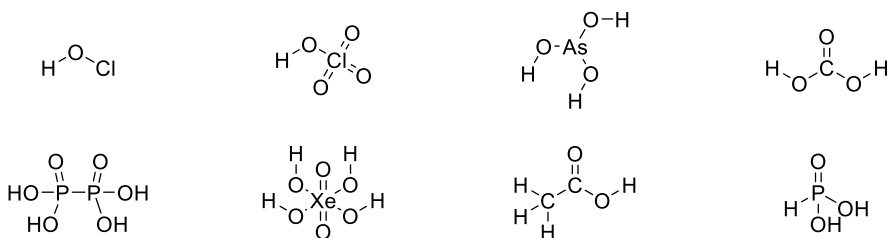
A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga $8,6$ pont, hibátlan megoldást 11 tanuló küldött be. A legnagyobb nehézséget a c) feladatrész megoldása okozta.

(Vörös Tamás)

H513. Egy-egy példa a táblázatnak megfelelő savakra:

A sav képlete	Az atomok száma a sav molekulájában	A protonok száma a sav molekulájában	A protonok száma a teljesen deprotonált savmaradékionban
HOCl	3	26	25
HClO ₄	6	50	49
H ₃ AsO ₃	7	60	57
H ₂ CO ₃	6	32	30
H ₄ P ₂ O ₆	12	82	78
H ₄ XeO ₆	11	106	102
CH ₃ CO ₂ H	8	32	31
H ₃ PO ₃	7	42	40

A példamolekulák szerkezeti képlete:



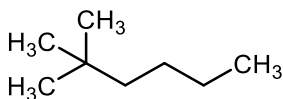
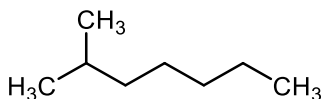
Az utolsó előtti esetben a sok atomra jutó kis molekulatömegeből lehet sejteni, hogy szerves molekula lesz a megoldás. A legtrükkösebb az utolsó eset volt, a foszforossavról gyakran elfelejtjük, hogy vizes közegben csak kétértékű savként viselkedik.

A feladat könnyűnek bizonyult, a legtöbben jó pontszámot értek el. Legközelebb jobban figyeljenek a feladat szövegére azok, akik teljesen lehagyták a szerkezeti képleteket!

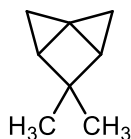
(Szobota András)

H514. A feladat eleje szénhidrogéneket kér megoldásként, az alpontok ellenben mind alkánokra (ami a hivatalos definíció szerint nyílt láncú és telített szénhidrogén) szűkítik a keresés körét. Ez esetleg összezavaró lehetett, így elfogadtam mindkét indoklást és a cikloalkánokat is tartalmazó lazább definíció használatát is.

a) A C_8H_{18} képlet alkánra utal. A felírt 4:3:1:0 arányoknak megfelelő képletek pedig (két különböző felosztásban):

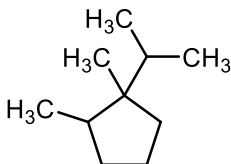


b) 1:1:1:1 aránnyal a szénhidrogén képlete a (C_4H_6) egység többszöröse kell legyen. Alkánok között könnyen belátható, hogy az ez alapján a hidrogének számára (esetünkben $1,5n$ kellene legyen) felírható $2n+2=1,5n$ egyenletnek nincs pozitív egész megoldása. Bővítve a kört C_8H_{12} képlettel azonban találhatunk ilyen szénhidrogént.



c) Néhány permutáció semmilyen szénhidrogénben nem állhat fent, a terciér és primer szénatomok száma csak egyszerre lehet páratlan, hogy a hidrogének száma páros maradjon. A fennmaradó permutációk: 1:2:3:4-P:S:T:K, P:K:T:S, T:S:P:K, T:K:P:S, S:P:K:T, S:T:K:P, K:P:S:T, K:T:S:P. A szénatomok és hidrogének számára alkánokban mindig fennálló egyenlőség: $T+2S+3P$ (a kapcsolódó hidrogének száma a rendűség szerint) = $2(K+T+S+P)+2$ (a hidrogének száma az alkánok összegképletéből számítva). Ebből $P = 2K+T+2$. Így kiesnek azok is, melyben $P < K$ vagy $P < T$, tehát a fennmaradó változatok az 1:2:3:4-T:K:P:S, S:T:K:P, K:T:S:P. Ezekben az összegképlet rendre a $(C_{10}H_{18})$, $(C_{10}H_{16})$, $(C_{10}H_{20})$ részlet többszöröse kell legyen, a b) feladathoz hasonlóan pedig belátható, hogy egyik esetben (1,8; 1,6; illetve $2n$) sincs pozitív egész megoldása a hidrogének számára felírható általános egyenletnek alkánok esetén.

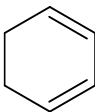
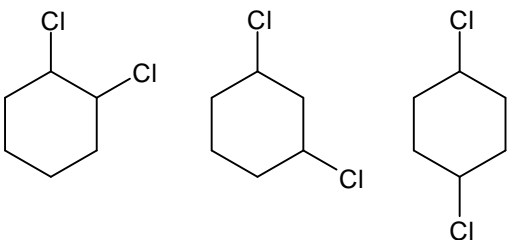
K:T:S:P-1:2:3:4 arányú cikloalkán szénhidrogén ugyanakkor például létezik. (Fordított sorrendben is lehetséges, de az rendkívül feszült vázat ad.)



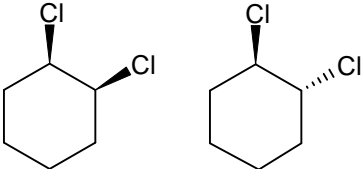
A feladat nem bizonyult nehéznek, a megoldás elején említett ellentmondás sem okozott problémát igazán. Nehezebbnek tűnt ugyanakkor a szigorú definíció szerint értelmezve jól és alaposan megindokolni a megfelelő molekulák hiányát, az intuitív leírások mellé néha nem társult mindenre kiterjedő matematikai levezetés.

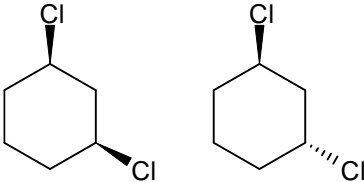
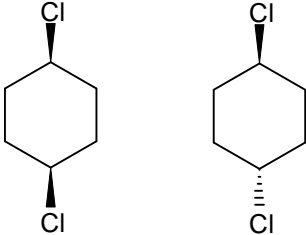
(Szobota András)

K515. a) Az **A** vegyület égetése során keletkező víz mennyisége, valamint a kérdéses vegyület szénatomszáma alapján az **A** vegyület összegképlete C_6H_8 . **A** hidrogénezésével egy olyan telített szénhidrogénhez jutunk, melynek molekuláiban azonos rendűségű szénatomok találhatóak. Ezek alapján a telített szénhidrogén csak a ciklohexán, míg az **A** vegyület egy ciklohexadién, esetleg a ciklohexin lehet. Mivel a kumulált dién, és a cikloalkin – a kis tagszámú gyűrű miatt – nem stabil vegyületek, valamint az izolált dién esetén csak kétféle konstitúciójában is eltérő addíciós termék keletkezése várható, így az **A** vegyület a ciklohexa-1,3-dién lesz. A másik három vegyület (**B**, **C**, **D**) pedig a két addíciós lépés eredményeként létrejövő vicinális, valamint a kétféle diszjunkt diklórciklohexán. A kérdéses vegyületek szerkezete az alábbi táblázatban látható:

A	B, C, illetve D
	

b) A termékek geometriai izomériája a gyűrűs szerkezetből adódik, ugyanis a két szubsztituensnek a gyűrű síkjához képesti helyzete lehet cisz (bal oldali izomerek), illetve transz.

<p>1,2-diklórciklohexán geometriai izomerjei:</p>	
---	---

1,3-diklórciklohexán geometriai izomerjei:	
1,4-diklórciklohexán geometriai izomerjei:	

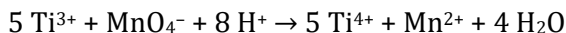
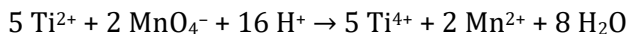
c) A három konstitúciós izomer közül az 1,2, valamint az 1,3 esetén az optikai izoméria jelensége is felléphet, ugyanis e két esetben a transz izomerek nem egyeznek meg a tükörképi párjukkal (a cisz izomerek viszont igen). Az 1,4-diklórciklohexán mindkét geometriai izomerje akirális.

A feladat nem okozott nagy nehézséget a versenyzőknek. A mediánpontszám 8,5 lett.

(Ficsór István Dávid)

K516. a) A lehetséges $\text{Na}_x\text{Ti}_y\text{O}_4$ tapasztalati képletű vegyületek: Na_4TiO_4 (csak Ti^{IV} -et tartalmaz), Na_5TiO_4 , $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$ (csak Ti^{III} -at tartalmaz), Na_6TiO_4 , $\text{Na}_4\text{Ti}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_4$ (csak Ti^{II} -t tartalmaz), továbbá NaTi_2O_4 ($\text{NaTi}^{\text{III}}\text{Ti}^{\text{IV}}\text{O}_4$), $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$ ($\text{Na}_2\text{Ti}^{\text{II}}\text{Ti}^{\text{IV}}\text{O}_4$), $\text{Na}_3\text{Ti}_2\text{O}_4$ ($\text{Na}_3\text{Ti}^{\text{II}}\text{Ti}^{\text{III}}\text{O}_4$) és NaTi_3O_4 ($\text{NaTi}^{\text{II}}\text{Ti}^{\text{III}}\text{Ti}^{\text{III}}\text{O}_4$). Ezek közül a tömegszázalékos titántartalom a Na_6TiO_4 esetén a legkisebb (19,2 m/m%) és a NaTi_3O_4 esetén a legnagyobb (62,3 m/m%).

b) A Ti^{2+} és a Ti^{3+} ionok az alábbi reakcióegyenletek szerint reagálnak savas közegben a permanganátonokkal:



Mindezeket figyelembe véve az egyes lehetséges vegyületek 1,00 mg-os mintáinak anyagmennyiségét és a vele reagáló permanganát anyagmennyiségét az alábbi táblázat tartalmazza:

A vegyület tapasztalati képlete	1,00 mg-os minta anyagmennyisége mmol egységben	A mintára fogyó permanganát anyagmennyisége mmol egységben
Na_4TiO_4	$4,90 \cdot 10^{-3}$	0,00
Na_5TiO_4	$4,41 \cdot 10^{-3}$	$0,881 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$	$4,86 \cdot 10^{-3}$	$1,94 \cdot 10^{-3}$
Na_6TiO_4	$4,00 \cdot 10^{-3}$	$1,60 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_4\text{Ti}_2\text{O}_4$	$3,97 \cdot 10^{-3}$	$3,18 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_4$	$3,94 \cdot 10^{-3}$	$4,73 \cdot 10^{-3}$
NaTi_2O_4	$5,47 \cdot 10^{-3}$	$1,09 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$	$4,86 \cdot 10^{-3}$	$1,94 \cdot 10^{-3}$
$\text{Na}_3\text{Ti}_2\text{O}_4$	$4,37 \cdot 10^{-3}$	$2,62 \cdot 10^{-3}$
NaTi_3O_4	$4,33 \cdot 10^{-3}$	$4,33 \cdot 10^{-3}$

A táblázat adatai alapján látható, hogy a legnagyobb fogyás a $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_4$ esetén várható ($4,73 \cdot 10^{-3}$ mmol), míg a legkisebb, de nem nulla értéket, $8,81 \cdot 10^{-4}$ mmol-t, a Na_5TiO_4 -re kapjuk.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 7,4 pont, hibátlan megoldást öt tanuló küldött be. Az a) feladatrész nem kérte a konkrét tömegszázalék értékek kiszámítását, megfelelő indoklással a vegyületek képlete is maximális pontszámot ért. A feladat szövege szerint x és y egész számok, a fenti megoldás csak azokat az eseteket mutatja, amelynél x és y pozitív egész szám, néhány megoldó azonban vizsgálta az x=0 és az y=0 eseteket is.

(Vörös Tamás)

K517. a) A kationokban lévő elektronok száma 1,8-szerese az anionokban lévő elektronok számának például az alábbi binér vegyületekben: KF, CaO, K₂O, Sc₂O₃, ScF₃ és CaF₂ (mindegyik esetben 18:10 a kationokban és az anionokban lévő elektronok számának aránya).

b) A kationokban lévő elektronok száma 2,4-szerese az anionokban lévő elektronok számának például az alábbi binér vegyületekben: FeO, FeF₂, Co₂O₃, CoF₃ (mindegyik esetben 24:10 a kationokban és az anionokban lévő elektronok számának aránya).

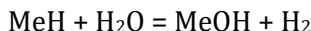
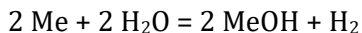
c) A kationokban lévő elektronok száma 4,5-szerese az anionokban lévő elektronok számának például az AgF₂ esetén (45:10 a kationokban és az anionokban lévő elektronok számának aránya).

d) A kationokban lévő elektronok száma 4,8-szerese az anionokban lévő elektronok számának például az alábbi binér vegyületekben: SnF₂, SnO és SbF₃ (mindegyik esetben 48:10 a kationokban és az anionokban lévő elektronok számának aránya).

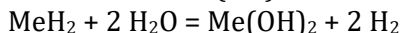
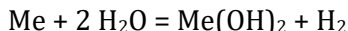
A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 6,5 pont. Több megoldó úgy értelmezte a feladat szövegét, hogy a keresett vegyület összes kationjában és összes anionjában lévő elektronok számának hányadosa n értéke, így például az SnF₂ esetén a fentiekkel ellentétben n értéke 2,4. Ezeket a megoldásokat is teljes értékűnek fogadtuk el. A feladat a) és b) része bizonyult könnyebbnek, a c) és d) feladatrészek esetén kevesebb helyes megoldás született.

(Vörös Tamás)

K518. A kérdéses reakciók egyenlete vízzel alkálifémek esetén:



Alkáliföldfémek esetén:



A savval való reakció mólarányai ugyanezek.

1 dm³ H₂ anyagmennyisége 0,0409 mol.

Célszerű megvizsgálni az egyes fémek és fém-hidridek fajlagos (tömegegységre vetített) „H₂-termelő képességét”.

1 g alkálifém mindig $\frac{1}{2M}$ anyagmennyiségű H_2 -t fejleszt, 1 g alkálifém-hidrid pedig $\frac{1}{M+1,01}$ anyagmennyiségűt.

1 g alkáliföldfém mindig $\frac{1}{M}$ anyagmennyiségű H_2 -t fejleszt, 1 g alkálifém-hidrid pedig $\frac{2}{M+2,02}$ anyagmennyiségűt.

A konkrét adatok (mol H_2 / 1 g anyag):

	Me	MeH		Me	MeH ₂
Li	0,0720	0,126	Be	0,111	0,181
Na	0,0217	0,0417	Mg	0,0412	0,0760
K	0,0128	0,0249	Ca	0,0250	0,0475
Rb	0,00585	0,0116	Sr	0,0114	0,0223
Cs	0,00376	0,0747	Ba	0,00728	0,0144

Nyilvánvaló, hogy csak akkor valósulhat meg Vendel elképzelése, ha a fém értéke kisebb, a fém-hidridé pedig nagyobb, mint 0,0409. Ez pedig csak a nátriumra és a kalciumra teljesül.

1 gramm keverék tartalmazzon x g Na-t és $(1-x)$ g NaH-t.

A fejlődő H_2 anyagmennyisége:

$$0,0217x + 0,0417(1-x) = 0,0409$$

Ebből $x = 0,04$

Tehát a keresett tömegarány:

$$m(\text{Na}) : m(\text{NaH}) = 1:24$$

Ugyanez a számítás a kalciumra:

A fejlődő H_2 anyagmennyisége:

$$0,0250x + 0,0475(1-x) = 0,0409$$

Ebből $x = 0,293$

Tehát a keresett tömegarány:

$$m(\text{Ca}) : m(\text{CaH}_2) = 1:2,4$$

5 versenyző hibátlan megoldást küldött be, az átlagpontszám 7,5 lett.

(Zagyi Péter)

K519. a) Abban az esetben, ha z értéke 100 lenne, akkor a reakció végén tiszta MgCl_2 keletkezne, mely egyrészt nem oldat, másrészt csak úgy valószínűsíthető meg, ha a kiindulási porkeveréket nem sósavval, hanem tiszta HCl -gázzal reagáltatjuk. Amennyiben $x = 100$, azaz a kiindulási porkeverék tömege 100 gramm, úgy biztosan nem keletkezik sem 5, sem 10 tömegszázalékos oldat a reakció végére 5, illetve 10 gramm tömegű sósavval sem. Tehát mindenképpen y értéke 100 gramm. Mivel a kiindulási keverék tömegéhez képest a keletkező oldatban lévő oldott anyag tömege biztosan nagyobb lesz, ezért csak x értéke lehet 5, így z értéke 10.

b) A kiindulási 5 gramm tömegű $\text{Mg} - \text{MgCl}_2$ keverékben jelölje a gramm a Mg tömegét! Ebből a $\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ reakcióegyenlet alapján $a/24,3 \cdot 95,3$ gramm MgCl_2 keletkezik az eredetileg már meglévő $(5 - a)$ gramm mellé. Összesen tehát $(5 + 2,92a)$ gramm MgCl_2 lesz a keletkezett oldatban. A kapott oldat tömegét megkapjuk, ha a kiindulási keverék és a sósav tömegének összegéből levonjuk a távozó hidrogéngáz tömegét. Ezek alapján a kapott oldat tömege:

$$(105 - a/24,3 \cdot 2,00) \text{ g}$$

A keletkező oldat 10,0 tömegszázalékos, azaz

$$(5 + 2,92a) / (105 - a/24,3 \cdot 2,00) = 0,100$$

Ebből $a = 1,88$ gramm, vagyis a kiindulási keverékben 1,88 g Mg mellett 3,12 g MgCl_2 volt. A kiindulási keverék tömegszázalékos összetétele: 37,6 $m/m\%$ Mg és 62,4 $m/m\%$ MgCl_2 . Az 1,88 g Mg oldásához 5,65 g HCl szükséges, a sósav tehát 5,65 $m/m\%$ -os volt.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 8,6 pont, hibátlan megoldást 7 tanuló küldött be. Az a) feladatrészt majdnem minden beküldő helyesen oldotta meg, a b) feladatrész esetén előfordult 1-1 számolási hiba.

(Vörös Tamás)

K520. a) Jelölje a nuklid neutronszámát N , protonszámát P ! A harmadik elektronhéján lévő elektronok száma mindenképpen hárommal osztható kell legyen, és természetesen legfeljebb 18 lehet. Tehát $(N - P)$ értéke 1...6 között lehet.

A tömegszám és a rendszám különbsége nem más, mint a neutronszám. N értéke egy szám háromszorosa, tehát hárommal oszthatónak kell lennie.

Ha elővesszük a természetes nuklidok listáját, akkor azt érdemes megfigyelnünk, hogy minél nagyobb a protonszám, annál inkább eltávolodik egymástól N és P értéke. Mivel a mi esetünkben $(N-P)$ legfeljebb 6 lehet, csakis a viszonylag kis rendszámú nuklidok körében kell keresgelnünk. Konkrétan a ^{78}Kr a legnagyobb rendszámú olyan természetes nuklid, amelyben 6-nál nem nagyobb $(N-P)$ értéke.

Mivel a feltételek szerint a 3. elektronhéjon legalább 3 elektron van, a ^{31}P a legkisebb szóba jöhető nuklid.

Vegyjel	P	N	$N-P$	3. elektronhéj	$N/3$
Al	13	14	1	3	↯
S	16	18	2	6	6↯*
Sc	21	24	3	9	8
-	-	-	4	12**	-
Co	27	32	5	15	↯

*A feltételek szerint valamely *másik* elektronhéjon kell ennyi elektronnak lennie.

** Nincs olyan atom, amelyben alapállapotban 12 elektron van a 3. héjon.

Ha $(N-P) = 6$, akkor a 3. héjon 18 elektron van, ami a Cu-ra és a nála nagyobb rendszámú atomokra teljesül. Azok a természetes nuklidok, amelyekben 6-tal több neutron van, mint proton:

^{66}Zn $N = 36$ $N/3 = 12$ egyik héján sincs 12 elektron

^{70}Ge $N = 38$ $N/3 = \text{↯}$

^{74}Se $N = 40$ $N/3 = \text{↯}$

^{78}Kr $N = 42$ $N/3 = 14$ egyik héján sincs 14 elektron

Tehát a feltételeknek egyedül a ^{45}Sc nuklid felel meg.

b) Nézzük meg először az $n = 4$ esetet. Ekkor a 4. héjon 4 elektron van, ha $(N-P) = 1$. Ez kizárt, mert ha csak eggyel több a neutronok száma, akkor eléggé kis rendszámú elemről lehet szó (^{39}K az utolsó ilyen).

$(N-P) = 2$ esetben a 4. héjon már 8 elektron van, ismét az a gond, hogy ezeknek az elemeknek (Kr, Rb, Sr) jóval nagyobb az $(N-P)$ különbsége.

$(N-P) = 8$ esetben a 4. héjon 32 elektron van, ami az Yb és afölötti rendszámokra teljesül, de ezeknél már sokkal több neutron van az atommagban, mint proton, a különbség biztosan nagyobb 8-nál.

Könnyű belátni, hogy ha $n = 5$, tehát már van elektron az 5. héjon is, akkor még reménytelenebb a helyzet, hiszen ekkor az $(N-P)$ különbség maximum 6 lehet ($5 \cdot 6 = 30$, de $6 \cdot 6$ már 36, ennyi elektron pedig nem lehet az 5. héjon), viszont ilyen kis különbség csak a jóval kisebb rendszámú atomokat jellemzi.

Végeredményben tehát az okozza a problémát, hogy ha már egy atomnak van legalább 4 elektronhéja, akkor az $(N-P)$ különbség mindig nagyobb lesz, mint a szóba jöhető kis egész számok.

Nem sok versenyző próbálkozott a feladat megoldásával, amely valóban túlment bizonyos határokon. Viszont akik nekiveselkedtek, azok meg is találták a ^{45}Sc nuklidot. A b) feladatrészben a meggyőző indoklás nehezebbnek bizonyult, de Németh Kolos és Simon János Dániel ezt a próbát is kiállta.

(Zagyai Péter)

K521. A lehetséges összetevők közül $150\text{ }^\circ\text{C}$ -on hevítve a vízmentes nátrium-karbonáttal nem történik változás, a kristálysóda elveszíti víztartalmát ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{ H}_2\text{O}$), míg a szódadikarbóna az alábbi reakcióegyenlet szerint bomlik: $2\text{ NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. A tömény kénsavas gázmosó a $150\text{ }^\circ\text{C}$ -on távozó légnemű anyagok közül a vizet köti meg, a szén-dioxidot nem.

Az 1. minta esetén a minta tömegcsökkenése és a kénsavas gázmosó tömegnövekedése megegyezik, azaz csak vízgőz távozott a hevítés során. Ez alapján az 1. minta szódadikarbónát biztosan nem tartalmazott. A $0,400\text{ g H}_2\text{O}$ anyagmennyisége $0,0222\text{ mol}$, mely tizedennyi, azaz $0,00222\text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{ H}_2\text{O}$ hevítése során keletkezett. Ekkor mennyiségű kristálysóda tömege $0,635\text{ gramm}$.

A maradék $0,800\text{ g} - 0,635\text{ g} = 0,165\text{ g}$ vízmentes Na_2CO_3 volt. Az 1. minta tömegszázalékos összetétele: $79,4\text{ m/m}\%$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{ H}_2\text{O}$ és $20,6\text{ m/m}\%$ Na_2CO_3 .

A 2. minta esetén a tömegcsökkenés és a gázmosó tömegnövekedésének különbsége adja meg a távozó CO₂ tömegét, amely 1,419 g. Kiszámítható, hogy a távozó CO₂ anyagmennyisége (0,03225 mol) és a kénsav által megkötött 0,581 g H₂O anyagmennyisége (0,03225 mol) megegyezik. Ez abban az esetben lehetséges, ha a hőbomlást szenvedő vegyületek közül a keverék csak szóda-bikarbonát tartalmazott, melynek anyagmennyisége $2 \cdot 0,03225 \text{ mol} = 0,0645 \text{ mol}$, tömege 5,42 gramm. A keverék maradék 1,58 grammja vízmentes nátrium-karbonát volt. A 2. minta tömegszázalékos összetétele: 77,4 m/m% NaHCO₃ és 22,6 m/m% Na₂CO₃.

A 3. minta esetén a távozó CO₂ tömege 0,044 gramm, anyagmennyisége $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, emellett keletkezett 0,011 mol H₂O. Mivel CO₂ csak a NaHCO₃ bomlásakor keletkezik, ezért biztosan volt $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ szóda-bikarboná (0,168 g NaHCO₃) a keverékben, melyből keletkezett $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ H₂O is. A maradék 0,010 mol H₂O $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ kristálysóda (0,286 g Na₂CO₃·10 H₂O) bomlása során keletkezett. Mivel ennek a két anyagnak a tömege összesen 0,454 g, a 3. minta össztömege pedig 0,666 gramm, ezért a minta tartalmazott 0,212 g vízmentes nátrium-karbonátot is. A 3. minta tömegszázalékos összetétele: 25,2 m/m% NaHCO₃, 42,9 m/m% Na₂CO₃·10 H₂O és 31,8 m/m% Na₂CO₃.

A feladatra érkezett megoldások pontszámainak átlaga 9,3 pont, hibátlan megoldást 9 tanuló küldött be.

(Vörös Tamás)

K522. Az ammónium-hidrogén-karbonát bomlása a következő egyenlet szerint történik:



A tömény kénsavas gázmosó megköti a keletkező ammóniát is.

A 4. minta esetén a gázmosó tömegnövekedése ismét megegyezik a minta tömegcsökkenésével. Ha ammónium-hidrogén-karbonát lenne a mintában, akkor ez nem lenne lehetséges, hiszen a gázmosó nem köti meg a szén-dioxidot. Tehát ugyanaz a helyzet, mint az 1. minta esetén, a tömegszázalékos összetétel: 79,4 m/m% Na₂CO₃·10 H₂O és 20,6 m/m% Na₂CO₃.

Az 5. minta teljes mennyisége gázzá alakul. Ez csak akkor lehetséges, ha a minta tiszta ammónium-hidrogén-karbonát. A gázmosó tömegnövekedése elvileg

$$0,8 \cdot \frac{M(\text{NH}_3) + M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{NH}_4\text{HCO}_3)} = 0,354 \text{ g}$$

Ez nem felel meg a mérési adatnak, itt tehát hibáról lehet szó.

A 6. minta esetén bonyolultabb a helyzet. Legyen az egyes összetevők anyagmennyisége (mólban) a következő:

Na_2CO_3 : x ; $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$: y ; NaHCO_3 : z ; NH_4HCO_3 : v

Az eltávozó gázok anyagmennyisége:

CO_2 : $0,5z + v$

H_2O : $10y + 0,5z + v$

NH_3 : v

A teljes tömegcsökkenés:

$$44(0,5z + v) + 18(10y + 0,5z + v) + 17v$$

A gázmosó tömegnövekedése:

$$18(10y + 0,5z + v) + 17v$$

Az összefüggések:

$$106x + 286y + 84z + 79v = 0,3$$

$$44(0,5z + v) + 18(10y + 0,5z + v) + 17v = 0,158$$

$$18(10y + 0,5z + v) + 17v = 0,070$$

Ez egy 4 ismeretlenes egyenletrendszer, de csak 3 független egyenletünk van: végtelen sok megoldás létezik. Kémiaileg reális eredményt (vagyis mindegyik ismeretlenre nemnegatív számot) akkor kapunk, ha $v \leq 0,002$. Ugyanis, ha 0,002 mólnál (0,158 g) több NH_4HCO_3 van a keverékben, akkor a tömegcsökkenés 0,158 g-nál biztosan nagyobb lesz. Ha viszont ennél kevesebb NH_4HCO_3 van jelen, akkor biztosan létezik olyan arány a másik három összetevőre, amelyből kijöhetnek a mért értékek.

A 7. minta esetén elvileg hasonló a helyzet, 3 egyenlet 4 ismeretlennel:

$$106x + 286y + 84z + 79v = 2$$

$$44(0,5z + v) + 18(10y + 0,5z + v) + 17v = 0,35$$

$$18(10y + 0,5z + v) + 17v = 0,1$$

Beláthatjuk azonban, hogy ennek az egyenletrendszernek nincs kémiai-lag reális megoldása, vagyis nem lehet x , y , z és v egyszerre nemnegatív.

A mérések szerint ugyanis 0,25 g CO_2 keletkezett, ami 0,00568 mol. Ha ez kizárólag NaHCO_3 -ból származik, akkor kell képződnie 0,00568 mol víznek is, ami 0,102 g. Ez pedig több, mint a gázmosó tömegnövekedése.

Ha kizárólag NH_4HCO_3 -ból keletkezik a CO_2 , akkor 0,00568 mol víznek és 0,00568 mol ammóniának kell még képződnie, nyilvánvalóan ez még nagyobb tömeget jelent. Bármilyen összetételű, 0,00568 mol össz-anyagmennyiségű keverékükből 0,100 grammnál nagyobb lesz a gázmosó tömegnövekedése.

Ez tehát szintén egy olyan eset, amely elvileg lehetetlen. Vendel talán csak az egyiknél gyanakodott hibára (az 5. minta esetén nagyon könnyen látszik ez), valójában azonban két olyan eset is van, amely a megadott mérési adatokkal elvileg lehetetlen.

A legnehezebbnek a 7. minta elemzése bizonyult, maximális pontszámot egyedül Simon János Dániel ért el. Az átlagpontszám 6,6 lett.

(Zagyi Péter)

K524. Ha a keletkező káliumsókban mólónként csak 1 mol K van, akkor a kérdéses sók moláris tömege:

$$M_1 = 124,2 \text{ g/mol}$$

$$M_2 = 142,2 \text{ g/mol}$$

Természetesen nem lehetetlen, hogy a moláris tömegek ezen értékek kétszeresei, de kiindulásként célszerű ezeket az eseteket vizsgálni, különösen azért, mert a feladat szövege szerint „viszonylag kis molekulájú” a két vizsgált vegyület.

Az első káliumsó 1 móljának oxigéntartalma 39,1 g-nál kisebb, ami 1 vagy 2 O-atomot jelent.

$$\text{A } C_pH_qO_2K \text{ képletben } p = 4; q = 5.$$

$$\text{A } C_pH_qOK \text{ képletben } p = 5; q = 9.$$

A második káliumsó 1 móljának oxigéntartalma 39,1 g-nál nagyobb, tehát legalább 48 g, ami minimum 3 O-atomot jelent.

$$\text{A } C_xH_yO_3K \text{ képletben } x = 4; y = 7.$$

A $C_xH_yO_4K$ képletben $x = 3$; $y = 3$.

Ezekből egyértelműen látszik, hogy a vizsgált vegyületek 4 szénatomosak.

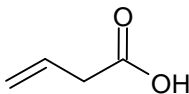
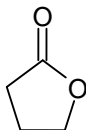
Érdeemes még észrevenni, hogy a két káliumsó moláris tömege között 18 g/mol az eltérés, ami megfelel 1 mol víznek.

Feltételezhetjük tehát, hogy mindkét kiindulási vegyület összegképlete $C_4H_6O_2$, de míg az egyikből egyszerű közömbösítéssel képződik $C_4H_5O_2K$ képletű káliumsó, addig a másik vegyület KOH-val való reakciója:

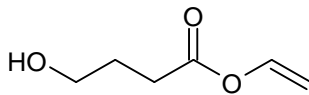
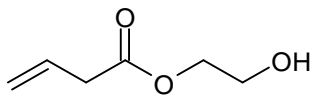


Ez akkor lehetséges, ha ez egy gyűrűs észter (lakton), amely a KOH-val lúgos hidrolízist szenvedve, gyűrűfelnnyílás közben alakul káliumsóvá.

Figyelembe véve a szerkezetükre vonatkozó információkat, a konstitúciók:



Több versenyzőnek is eszébe jutott az a lehetőség, hogy mindkét kiindulási vegyület észter. Az egyik a but-3-énsav észtere, a másik pedig a 4-hidroxi butánsavé. Pl.



Ezek is „viszonylag kis molekulájú, 200 °C körüli forráspontú” anyagok. Esetükben talán az az egyetlen szépséghiba, hogy a KOH-val való reakciójuk során nem csak a káliumsó keletkezik szerves terméként, tehát a „káliumsóvá alakulás” bátrabb értelmezését követelik meg. Ettől függetlenül elfogadtuk ezeket a megoldásokat is.

Kiválóan teljesítettek a versenyzők, 7 maximális pontszám mellett 8,7 pont lett az átlageredmény.

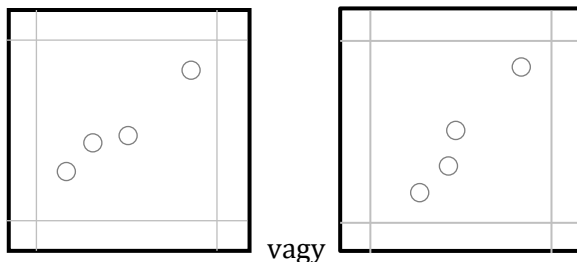
(Zagyi Péter)

H421. a) A bal oldali szürke vonalon lévő, vonalazott foltok.

b) A második elválasztás startvonalát a bal oldali szürke vonal jelzi, míg az első elválasztás során a felső szürke vonalig jutott az oldószer.

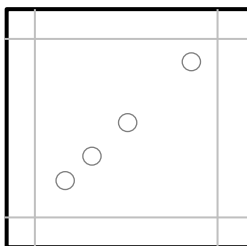
c) A második elválasztás során több komponensre vált szét a keverék, így az jobb elválasztásnak tekinthető. A vizsgált minta a foltok alapján legalább négy komponensű.

d)



Az első megegyezik az eredetivel, míg a második annak a bal alsó sarkot, a jobb felsővel összekötő átlóra vett tükörképe. A két eset csak az elválasztások (futtatások) irányában tér el egymástól. A bal oldali esetén a nevezetes vonalak megegyeznek az eredetivel. A jobb oldali esetén az első eluenssel végzett elválasztás alapvonala a bal oldali, míg a második – jobb elválasztást lehetővé tevő – eluens alapvonala az alsó szürke vonal. Az oldószerfrontok végső helyzetét jelölő vonalak a megfelelő alapvonalakkal párhuzamos vonalak.

e)

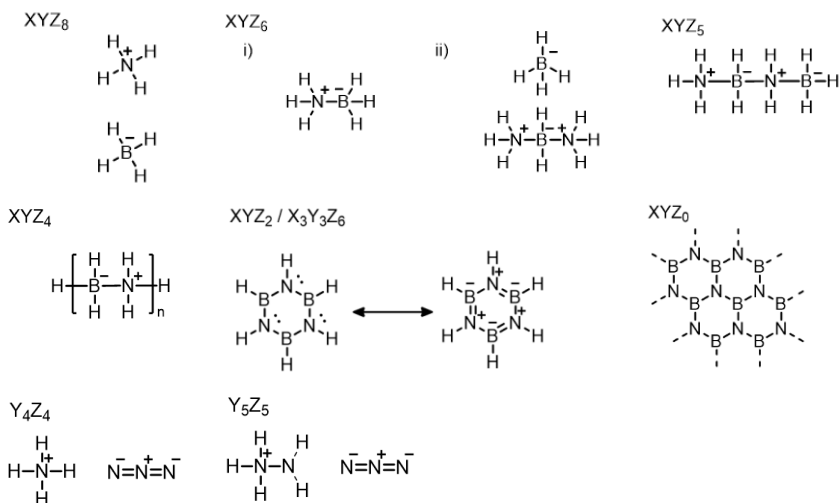


Az alakzatok a bal alsó sarkot a jobb felsővel összekötő átlón helyezkednek el, ugyanis mind a négy folt esetén az adott folt helyzetét leíró két retenciós faktor értéke egyenlő. A két alapvonal a bal oldali, illetve az alsó szürke vonal. Az oldószerfrontot jelölő vonalak a megfelelő alapvonalakkal párhuzamos vonalak.

f) Egy közös mintából (keverékből) nem választhatók szét az adott eljárással. Egy – esetleg elnyúlt – foltként jelennek meg az elválasztás végén. *A feladat, a szokatlan témája ellenére nem okozott nagy nehézséget. A medián pontszám 9 lett. A két leggyakoribb hiányosság a rajzokon szereplő nevezetes vonalak, valamint az első elválasztás utáni foltok jelölés nélküli megadása volt.*

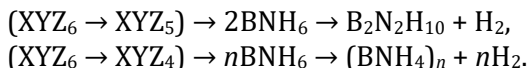
(Ficsór István Dávid)

H422. a) X: B, Y: N, Z: H. Így az említett anyagok szerkezete:



Az elemek megtalálása során talán a legnagyobb segítséget a b) feladat-rész leírása a XYZ_6 -ról segíthette, hiszen az ammónia-borán különös szerkezete ismertebb. Többen hidrogén helyett klórral próbálkoztak. Bár $X_3Y_3Z_6$ -hoz hasonló származék hidrogén helyett klóratommal is lehetséges lenne, azonban a már a szövegben lévő reakciók se tudnának akkor megtörténni. Így a klórt emiatt biztosan elvethetjük. Aki a bór és a nitrogénben nem volt biztos, nekik az XY azaz a bór-nitrid jelenthetett támpontot.

A szövegben említett két reakció pedig:

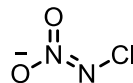
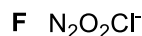
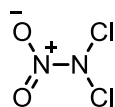
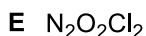
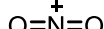
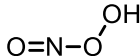
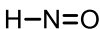
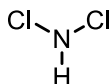


b) Az (XYZ_6/BH_3NH_3) ammónia-borán olvadáspontja azért meglepően magas moláris tömegéhez képest, mert molekulái között különleges másodlagos kölcsönhatás, úgynevezett dihidrogénkötés alakul ki. Ez a kötés akkor jön létre, amikor egy részlegesen pozitív hidrogénatom (amely a nitrogénhez kapcsolódik) kölcsönhatásba lép egy részlegesen negatív hidrogénatommal (amely a bórhoz kapcsolódik). Ez a kölcsönhatás erősebb, mint a szokásos van der Waals-erő, ezért stabilabb rácsot eredményez, ami így magasabb olvadáspontot jelent.

A feladat könnyűnek bizonyult, több majdnem hibátlan megoldás érkezett. Kiemelkedő Elek János megoldása volt.

(Nemeskéri Dániel)

H423. A keresett szerkezetek:



A specieszek nitrogéntartalma:

	A	B	C	D	E	F
w% (N)	16,3%	45,2%	22,2%	30,4%	21,4%	29,3%

A táblázat értékei összhangban vannak a fenti szerkezetekkel. Valójában, ha valaki az **A**-t meghatározta onnantól a tömegszázalékok mindössze ellenőrzésként szolgáltak, logikusan következtek a szerkezetek, a reakciók az előzőkből!

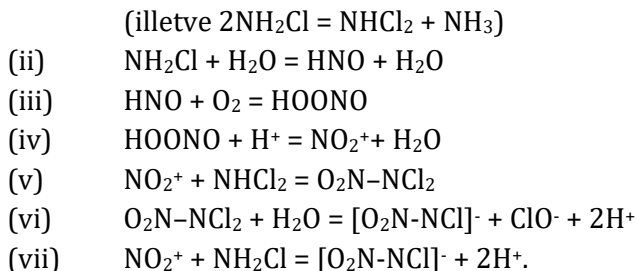
A-nak az összetételére pedig könnyen adódik a $NHCl_2$, mivel, ha feltételezzük, hogy nem dimer keletkezik, akkor:

$$M(A) = (14 \text{ g/mol})/0,16,3 = 85,9 \text{ g/mol.}$$

Ez az eredeti NH_2Cl -hez képest $85,9 \text{ g/mol} - 51,5 \text{ g/mol} = 34,4 \text{ g/mol}$. Amiből észrevehetjük, hogy egy hidrogénatom klórra való cseréje történt – körülbelül ekkor a moláris tömeg változása!

Az említett reakcióegyenletek:





A feladatot sokan hibátlanul oldották meg.

(Nemeskéri Dániel)

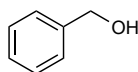
H424. a) Az acetecetészter nukleofillal először az észtercsoport szénatomján reagál, diketont eredményezve – a reakció a Grignard reagens feleslege esetén tercier alkoholt eredményez, ez is helyes, viszont az észtercsoport semmiképp sem marad érintetlen. A második kísérletben a várt termék difenil-metanol.



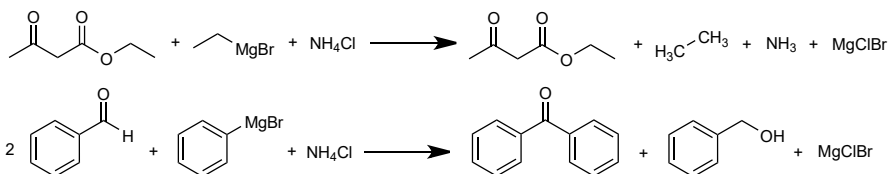
b) Az NH_4Cl a keletkező alkoholátion protonálásáért felelős, így felszabadul a semleges vegyület. A csapadék a hátramaradó MgClBr .

c) Az acetecetészter közepső, savas jellegű szénatomja deprotonálódik a nukleofil támadás helyett, emiatt etán pezseg ki az oldatból.

d) Benzil-alkohol.



e)



f) Grignard-reakciók esetében nem lehet a kiindulási anyagban savas proton, ugyanis az erős bázikus karakterű R-MgBr deprotonálja.

A második esetben Cannizzaro-reakció játszódott le: amennyiben van olyan molekula, amely jó hidridion-akceptor, akkor a közttermék difenil-metanolát egy hidridion távozásával stabilizálódik – a még jelenlévő benzaldehydet benzil-alkohollá redukálva.

A feladat nehéznek bizonyult, ugyanakkor a beküldők kreatív megoldásokat javasoltak a problémákra. Az első reakció esetén díjaztunk minden lehetséges Grignard-reakciót, azonban az észter-részlet (vagy a keletkező félacetál) megmaradásáért csak részpont járt. A második reakció termékének többen a trifenil-metanolt javasolták. Az elgondolás helyes, ugyanakkor ahhoz, hogy a benzofenon képződjön (amiből aztán a trifenil-metanol keletkezne), valaminek redukálnia kell, amivel a beküldők nem számoltak el.

(Varga B. Szilárd)

H425. a) A kálium-jodid feleslegének hatására a rosszul oldódó réz(I)-jodid képződése figyelhető meg. A reakció ellentétes irányban játszódik le a réz(II)-citrát komplexion kialakulása miatt, mely a csapadék oldódásához vezet.

b) Az ismeretlen vegyületben található részecskék közül azoknak a mennyiségét, amelyek képesek savas közegben jóddá oxidálni a jodidont, és amelyeket a nátrium-citrát nem képes indifferenssé tenni (maszkolni) ebben a redoxireakcióban.

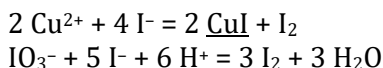
c) A végpont előtt a – híg oldatban kék, töményebb oldatban gyakorlatilag fekete színű – jód-keményítő komplex határozza meg az oldat színét. Ennek mennyisége a végpontban nullára csökken, így az oldat többi komponensének a színe lesz domináns. Az oldott anyagok közül egyedül a réz(II)-citrát komplexion színes, mely világos kék színű. Ennek koncentrációja azonban olyan alacsony, hogy a végpontban (és azon túl is) a vizsgált oldat gyakorlatilag színtelennek tekinthető.

d) A hozzáadott (20%-os) sósav hatására az oldat pH-ja csökken, mely a komplexion, illetve a szabad citrátion protonálódásához, valamint előbbi bomlásához, továbbá réz(I)-jodid csapadék, és jód keletkezéséhez vezet.

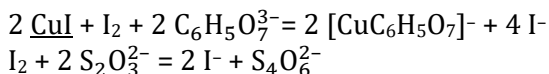
e) Erősen savas közegben a levegőben található oxigén képes oxidálni a jodidont. Ez a jelenség a kérdéses mérésben hibát okoz, hiszen az alapján tudjuk meghatározni a vizsgált vegyület réztartalmát.

f) A második mérés esetén feltételezhetjük, hogy a keletkező jód csakis a réz(II)ionok és a jodidionok közötti reakcióból származik. E megállapítás, valamint a második fogyás alapján az ismeretlen vegyület bemért mennyiségében 15,24 mg réz található. Mivel az első titrálás során is keletkezett jód, így az ismeretlen vegyületben a réz(II)ion mellett más részecske is képes oxidálni a jodidont. Amennyiben feltételezzük, hogy ezért a tulajdonságért egyetlen anion a felelős, és az ismeretlen vegyületben pontosan ez a két részecske található, úgy annak tömege 83,96 mg. Ezt felhasználva meghatározhatjuk az anion moláris tömegét, melyre egyszeres töltés esetén kapunk csak reális értéket (174,9 g/mol). Ez gyakorlatilag megegyezik a jodátion moláris tömegével. Ez az eredmény összhangban van a két titrálás során kapott fogyások arányával (12:1,0) is, vagyis az ismeretlen vegyület a réz(II)-jodát lehetett.

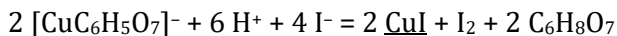
g) Az első lépés során a réz(II)-, és a jodátionok is reakcióba lépnek a jodidionokkal.



Ezt követően, de még az első mérés kezdete előtt maszkoljuk a réz(II)ionokat, majd nátrium-tioszulfát-mérőoldattal titráljuk meg az ismeretlen tartalmazó oldatot.



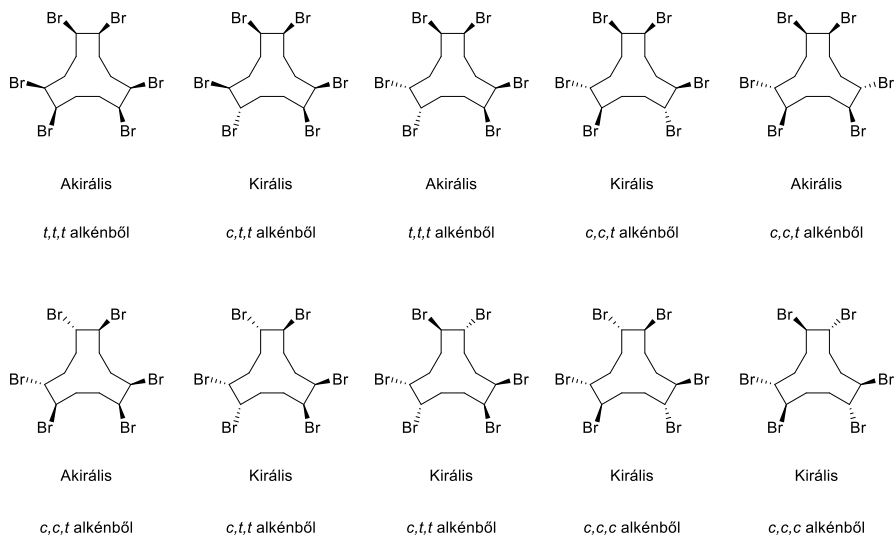
A második mérés kezdete előtt elbontjuk a kialakult komplexiont, és a fenti egyenletnek megfelelően elvégezzük ezt a mennyiségi meghatározást is.



A feladat közepes nehézségűnek bizonyult. Az átlagpontszám 6 és 6,5, míg a medián pontszám 7 és 7,5 közé esett. A legnagyobb nehézséget az utolsó három kérdés teljes értékű megválaszolása jelentette.

(Ficsór István Dávid)

H426. a) A HBCD-nek összesen 4 akirális és 12 királis sztereoizomere létezik, a tükörképi párok közül csak egyet-egyet felrajzolva ezek:



b) Az alkének brómozása a standard mechanizmus szerint anti terméket eredményez, tehát az egymás melletti szénatomokon található brómatomok állása gyűrűben: transz alkénből cisz dibromid, cisz alkénből transz dibromid keletkezik. Az a) ábrán az egyes izomerek alatt jelöltem, hogy az alkén melyik izomeréből keletkezhettek (*c* és *t* rövidítésekkel). A fel nem rajzolt enantiomerek természetesen ugyanazon izomerből keletkeznek.

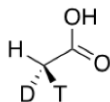
c) Mivel két alkén izomerből (*cct*, *ctt*) is 3 fő diasztereomer keletkezik, ennyi információ nem elég a kiindulási vegyület azonosításához.

A feladat könnyűnek bizonyult, persze ennyi rajzolás közben előfordulnak hibák, de a legtöbben jó pontszámot értek el. A c) feladatrészben volt, aki elszámolta a diasztereomereket a sok izomer között, erre figyeljete!

(Szobota András)

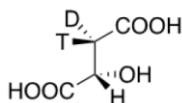
H427. a) Az eredeti munkában ozonolízissel hasították a kettős kötéseket, majd jodoform-reakcióval (I_2 , KI és K_2CO_3) a keton melletti metilcsoportot eltávolították. Más, analóg reakciókat is elfogadtunk.

b)

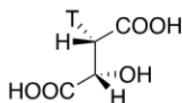


(S)-**B**

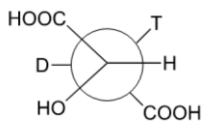
c) A malát-szintáz a glioxálsav aldehidcsoportjához kapcsolja a királis acetilcsoportot. Az új kiralitáscentrum (*S*) konfigurációjú, az acetilcsoport királis metilcsoportján pedig inverzió történik. A termékek kialakulása során egy hidrogénatom távozik a metiltől. Ez a leggyorsabban és legnagyobb mennyiségben 1H távozása esetén történik, 2H esetén negyedannyi, 3H esetén pedig nem kimutatható mennyiség adódik. Az alábbi konformáció a legstabilabb, benne a karboxilát-csoportok anti helyzetben vannak, de bármilyen konformáció elfogadható a szerkezet megadásakor. Az (S)-**B**-ből indulva:



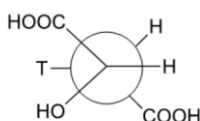
D



E

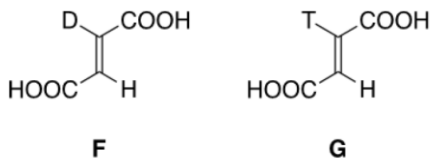


D



E

d) A Newman-projekció megmutatja, hogy melyik hidrogénizotóp van anti-periplanáris helyzetben a hidroxilcsoporttal ilyenkor. Ugyanis ezek eliminációját katalizálja a fumaráz. A nagyobb (négyeszeres) mennyiségű **D**-ből trícium, az **E**-ből könnyűhidrogén eliminálódik elsősorban erről a helyről, miközben a két jelölt fumársav keletkezik.



e) A reakciók során tehát a trícium-aktivitás 80% eltűnik a fumársavból, Z értéke 0,2 lesz az S -sztereoisomerből indulva. Belátható, hogy az (R) -sztereoisomerből indulva Z értéke 0,8 lesz

A feladat kifejezetten nehéz volt, a sztereokémia sem volt egyszerű, amit az izotópokkal megbonyolított reakciók csak fokoztak. Egyetlen tökéletes megoldás sem született, bár minden részkérdésre érkezett jó válasz.

(Magyarfalvi Gábor)

H428. a) A fullerén szénatomjai (a csúcsok) három másik szénatomhoz kapcsolódnak egy élen át. Az így leszámolható $3n$ db él/kötés viszont két szénatomhoz tartozik, ezért az élek száma:

$$e = \frac{3n}{2}$$

A lapok száma ebből az Euler-összefüggéssel megkapható:

$$l = e - n + 2 = \frac{n}{2} + 2$$

A hatszögeknek (l_{\square} darab) hat csúcsa van, az ötszögeknek ($l - l_{\square}$ darab) pedig öt. Így leszámolva minden csúcsot háromszor veszünk sorra, hisz egy csúcs három laphoz tartozik.

$$n = \frac{6l_{\square} + 5(l - l_{\square})}{3} = \frac{l_{\square} + 5l}{3}$$

A hatszögek száma így megkapható:

$$l_{\square} = 3n - 5l = 3n - \frac{5n}{2} - 10 = \frac{n}{2} - 10$$

A lapok és a hatszögek számából látszik, hogy az ötszögek száma ($l - l_{\square}$) mindenképp 12 lesz.

b) A feladatban közölt ábráról leolvashatók az egyes Goldberg-poliéderek lapszámai. A levezetett összefüggések segítségével könnyedén adódnak a további paraméterek.

(a,b)	n	e	l	l_0
(1,0)	20	30	12	0
(1,1)	60	90	32	20
(2,0)	80	120	42	30
(2,1)	140	210	72	60
(2,2)	240	360	122	110
(3,0)	180	270	92	80
(3,2)	380	570	192	180

Megjegyzést az első két poliéder érdemel. Az elsőnek (1,0) 12 oldala van, ami mind ötszög tehát. Ez a szénatomokból felépülő dodekaéder a nagy szögfeszültség miatt reaktív, de létezését már kísérletileg is kimutatták. A második sor a legismertebb, stabil és tisztán előállítható C_{60} -nak felelt meg.

A feladat beküldőinek többsége hibátlanul dolgozott, 1-2 elnézés kivételével a többiek is megoldották a lényeges pontokat.

(Magyarfalvi Gábor)

H429. a) A béta-tridimit elemi cellájában 16 oxigénatom található, azaz 8 SiO_2 egység. Erről meg lehet győződni a Si atomok leszámlálása segítségével is. Az ábrázolt cella csúcsain levő Si atomok 8 cellához, a lapközepein találhatóak 2 cellához tartoznak. A cella belsejében 4 Si atom van. Ez összesen: $8(1/8) + 6(1/2) + 4 = 8$ Si atom cellánként.

b) A szilícium elemi cellája a jól ismert köbös gyémántrács, amiben a Si atomok ugyanúgy a csúcsokon, lapközepeken, és a nyolcadkockák felének közepén helyezkednek el, mint a tridimitben. Természetesen a szilícium esetén a szomszédos atomokat Si-Si kovalens kötések, a tridimit esetén Si-O-Si kapcsolatok kötik össze. A feladat szerzői által választott Si szerkezetet mutató ábra némileg félrevezető, mert a cellán kívüli atomokból is megjelenít néhányat.

Az analóg szerkezetek miatt a térfogatnövekedés megfeleltethető az elemi cellák térfogatnövekedésének.

A tridimit esetén egy Si-O-Si kapcsolat adja a testátló negyedét, így az elemi cella testátlója $12,32 \text{ \AA}$, éle pedig $12,32/\sqrt{3} = 7,11 \text{ \AA}$.

A két cella térfogataránya éleik arányából megkapható:

$$\left(\frac{7,11}{5,43}\right)^3 = 2,24$$

Tehát a térfogatnövekedés 124%-nyi.

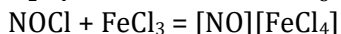
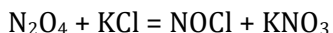
c) A valós szerkezetben az oxigénatomok nem a két Si atomot összekötő *A* tanév végére megmaradt kitartó beküldőknek a feladat nem okozott nehézséget. Az ügyetlen Si szerkezeti ábra csak egy embert, a százalékszámítás csak hármat zavart össze.

(Magyarfalvi Gábor)

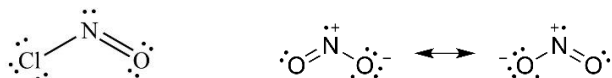
H430. a) A FeCl_3 -ból keletkező vasvegyületben egy vasatomot feltételezve a moláris tömege $227,66 \text{ mol/}$. Ez $65,46 \text{ g/mol}$ -al nagyobb, mint a FeCl_3 moláris tömegénél. Ez a különbség lehet az **A** gáz moláris tömege 1:1 reakciót feltételezve. A gázban N, O, Na és Cl atomok lehetnek. Ezekből az atomokból kapható anyagokat tekintve a NOCl moláris tömege épp megfelelő.

A tehát NOCl , a barna **B** gáz nitrogén-dioxid lesz, ami a N_2O_4 -ből keletkezik, miután az oszlopon végbement a reakció.

Az NOCl diszproporciós reakcióban kell, hogy keletkezzen, miután más oxidálható anyag nincs jelen. A reakció oxidált nitrogént tartalmazó termék, **C** tehát KNO_3 . A **D** vasvegyületben a vas az anionban, a nitrogén a kationban található: $[\text{NO}][\text{FeCl}_4]$. A reakciók:



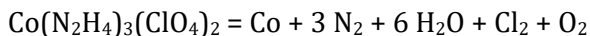
A két molekula esetén a Lewis-szerkezet a páratlan elektront tartalmazó NO_2 esetén nem nyilvánvaló, hisz a modell elektronpárokkal dolgozik:



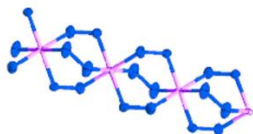
b) 3 óra alatt, 117 μl /perc sebességgel az 1,44 g/ml sűrűségű folyadékból 30,326 g halad át. Eddig a pillanatig mind elreagál, és ugyanekkora anyagmennyiségű NOCl keletkezik, aminek a tömege 21,6 g. Az összesen 60,326 g reagenstömegből ez kivonva megkapjuk a szilárd anyag tömegét: 38,73 g.

c) Egy mol fémkobalt 353,54 g **X** bomlása során keletkezne. Perklorát, hidrazin és víz egységeket tekintve ez a moláris tömeg épp megfelel 3 mol hidrazinnak és két perklorátióknak a kobalt mellett.

Tehát **X** összegképlete $\text{Co}(\text{N}_2\text{H}_4)_3(\text{ClO}_4)_2$. A bomlás során keletkező gázok a víz forráspontja felett vannak, és kiszámítható, hogy 1 mol **X** 11 mol gázt fejleszt. Ez alapján a bomlás egyenlete a következő lehet:



A kationról tudni lehet, hogy hosszú láncokat alkot. Ez több módon is elképzelhető. A feladat szerzői szerint mindegyik hidrazin molekula két kobaltatomot köt össze, mint az ábrájukon, de természetesen a láncszerkezethez elég 1 vagy két hidrazinhíd is kobaltatomonként.



d) A nikkelanalóg **Y** moláris tömege 353,75 g/mol, aminek nikkeltartalma 16,6%.

Az első rész a beküldők többségének nem jelentett nehézséget, de a szokatlan hidrazinkomplex csak a megoldások felében jelent meg.

(Magyarfalvi Gábor)

KERESD BENNE A KÉMIÁT!



Szerkesztő: Keglevich Kristóf

Kedves Diákok!

Vége a 2024/2025-ös tanév *Keressd benne a kémiát!* versenyének. Az összes forduló feladatait beküldők közül Vámi Ármin, a székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium tanulója (tanára: Szabó Endre) 106 pontot szerzett, így ő bizonyult a legeredményesebbnek. A második helyezett 104 ponttal Kiss-Huszta Iván lett (Soproni Széchenyi István Gimnázium, tanára: Somogyi Ilona Csilla), a harmadik helyet pedig a 97 pontot gyűjtő Németh Ábel (a szombathelyi ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, tanára: Tőkéné Czvitkovics Szilvia) érte el. Megemlítendő, hogy mindhármuk megoldása szépen szerkesztett, formai szempontból is kiemelkedő. Ugyancsak alapos munkát végzett a 91,5 ponttal megosztott negyedik helyet elérő Parma Abigél (Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium, tanára: Bernátné Drávucz Ildikó) és Németh Kolos (ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, tanára: Szabó Bence Farkas).

Ármin, Iván és Ábel jutalma a KÖKÉL egyéves előfizetése. Gratulálunk!

*

A 2025/1. számban kitűzött feladatok megoldása

7. idézet: a fehérfoszfor felfedezése, a foszfor biokémiai szerepe

A fehérfoszfor (P_4) a valóságban gyakran sárga színű a benne lévő vörösfoszfor (P_∞) miatt. A fehérfoszfort Hennig Brand 17. századi német orvos és alkimista állította elő véletlenül, a bölcsek kövének keresése közben, emberi vizelet desztillálásával. A foszfor a vizeletben foszfátió

(PO_4^{3-}) formájában van jelen, ebből redukciós folyamatban jött létre. A vizeletben előforduló szerves anyagok bomlásából származó szén lehetett a redukálószer.

A foszfor biogén elem, az emberi szervezet fontos alkotója. Vegyületei többféle szerepet játszanak. A foszforsav észterei közé tartoznak a nukleotidok és a nukleinsavak, a DNS (egyik feladata: örökítőanyag) és az RNS (fehérjeszintézis). Az adenozin-trifoszfát (ATP) – egy nukleotid – hidrolízisének folyamata során jelentős mennyiségű energia szabadul föl, ez a folyamat fedezi a sejtek kémiai reakcióinak energiaigényét. Szintén foszfátészterek a foszfatidok (másként foszfolipidek), amelyek kettős rétegben kialakítják a sejtmembrán alapszerkezetét. Végül a hidrogén-foszfát-ion (HPO_4^{2-}) és dihidrogén-foszfát-ion (H_2PO_4^-) alkotta pufferrendszer – más pufferrendszerek mellett – szerepet játszik a vér állandó, 7,40-es pH-jának fenntartásában. A foszfátok emellett fontosak a csontok növekedése és anyagcseréje, továbbá az izmok és idegek működése szempontjából is.

8. idézet: csalmatok és kéneső

Shakespeare: Hamlet, dán királyfi c. drámájában a címszereplő atyjának szelleme szerint Claudius úgy gyilkolta meg őt, hogy álmában csalmatok levét öntötte a fülébe. A 'csalmatok' a bolondító beléndek (*Hyoscyamus niger*), levele és magjai számos méréganyagot tartalmaznak. Ezek közül a legfontosabbak: szkopolamin (más néven hioszcin), atropin, hioszcinamin.

A Shakespeare által leírt, hétköznapi nem nevezhető mérgezési mód nem túlságosan hatékony. A fülbe öntött folyadék a fül bőrrétegén át csak nehezen juthat be a szervezetbe, hogy méréganyagai a véráramba kerüljenek és így mérgezést okozzanak. (Egy argentin orvos, Basilio Kotsias 2002. évi kutatása szerint azonban főnnáll annak az elvi lehetősége, hogy a szkopolamin keresztül diffundáljon a fül szövetein és mérgező hatást fejtsen ki.) A bolondító beléndek leveléből kivont szkopolaminnak többféle gyógyászati felhasználása ismert: alacsony, kontrollált dózisban műtét előtti nyugtatás, hipnózis, antidepresszáns, tengeribetegség leküzdése, pupillatágító. (Bővebben lásd *Lente Gábor: Vízilónaptej és más történetek kémiából. Bp., 2017. 81–84.*)

A kéneső a higany régi magyar neve, a 'keneszu / kenesű' (az atkákat lemosó folyadék) török szóból származik. A 'higany' (híg anyag) szót Schuster János 1820 táján alkotta meg. A higany angol és francia neve – *mercury, mercure* – Merkúr, a hírnökök és tolvajok istenének nevéből ered, aki olyan gyors és fürge volt, mint amilyen sebesen peregnek a higany cseppjei.

9. idézet: inhalációs anesztetikumok és fluorvegyületek

Az 'inhalációs anesztikum' kifejezés belelegeztetett érzéstelenítőt vagy altatót jelent. A legrégebbi ilyen anyag a „kéjgáz” (dinitrogén-oxid, N₂O) volt, aminek használatát Humphrey Davy már 1779-ben ajánlotta. A kéjgáz érzéstelenítő hatását 1844-ben ismerte föl Horace Wells (1815–1848) amerikai fogorvos, aki saját praxisában foghúzás során mint érzéstelenítőszerrel használta. A dinitrogén-oxid a laboratóriumban az ammónium-nitrát lassú, óvatos hevítésével állítható elő:



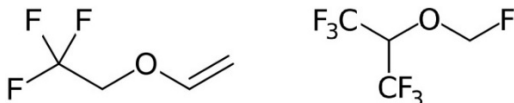
Eközben ügyelni kell arra, hogy az ammónium-nitrát robbanásveszélyes, ha a hőmérséklet 250 °C fölé emelkedik, a reakció robbanásba mehet át.

Ismert érzéstelenítővé és altatószerré vált a dietyl-éter és a kloroform is. Utánuk kb. 1920 és 1950 között etilént használtak (nyulakon már 1870 körül tapasztalták hatását), majd az 1930-as évektől ciklopropánt. (A propilénben lévő szennyezőanyagot keresték, azt gondolták, az felelős a propilénnel történő anesztéziát követő bizonyos kellemetlen mellékhatásokért.) Az éter, etilén és a ciklopropán alkalmazása robbanásveszélyt jelentett a műtőben. Az etilént és a propilént ma leginkább műanyagok (PE, PP) előállítására használják. A kloroformot sem használják már műtéti altatásra máj- és vesekárosító hatása miatt. Emellett valószínűleg rákkeltő is.

Hatékony inhalációs anesztetikumok kifejlesztéséhez fluorozott származékok szintézisére volt szükség. A fluorkémia 1945 után lendült fel, az atomenergia kutatása, az uránizotópok elválasztása során szerzett tapasztalatoknak köszönhetően. Narkotikus hatású illékony folyadékok (zárójelben a klinikai bevezetés évszáma): fluroxén (1951), halotán (1956), enflurán (1966), izoflurán (1971), szevoflurán (1990),

dezflurán (1992). A mai „altatókoktél” többféle szer gondosan adagolt keveréke.

Hasonló polaritás esetén a kisebb moláris tömegű anyagok illékonyab-
bak. Az említett anesztetikumok közül a legkisebb moláris tömegű a
fluroxén (126,1 g/mol), forráspontja 42,8 °C. A legnagyobb illékonyaságú
a szevoflurán (moláris tömege 200,1 g/mol, forráspontja 58,5 °C). Szer-
kezetük:



A világ teljes fluortermelésének 70–80%-át urán-hexafluorid (UF₆)
gyártására fordítják, ugyanis ennek révén valósítható meg az urándúsí-
tás, vagyis a hasadó izotóp, a ²³⁵U részarányának megnövelése a ²³⁸U ro-
vására. Az urán-hexafluorid 60 °C környékén szublimál, a keletkező gáz
ismételt centrifugálásával oldható meg a ²³⁵UF₆ és a ²³⁸UF₆ részleges
szétválasztása. A nehezebb izotópot tartalmazó gázmolekulák a henger
széléhez préselődnek, így a szélén kivezetett gázban kissé nagyobb a
koncentrációjuk, a középen kivezetett gázban pedig a ²³⁵U aránya nő
meg.

(Horváth Judit)

A 2025/2. számban kitűzött feladatok megoldása

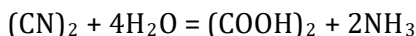
10. idézet: Agatha Christie, sósav és oxálsav

A Gyilkosság Mezopotámiában c. Agatha Christie-regényben az egyik
gyilkosság mérgezés útján történik. Ezt valószínűleg savodtat okozta,
erre utal a kiömlött folyadék maró íze és a szőnyegen keletkezett piros
folt. A szőnyeg valamelyik festéke indikátorhatású lehetett. Elsőre való-
színűbb, hogy a véletlennek beállított mérgezést – az áldozat kortyolt a
pohárból – oxálsav okozta, nem sósav, mivel az előbbinek nincs szaga
(tömény oldatának se). Ugyanakkor egy régészeti expedíción valószí-
nűbb a sósav előfordulása, ami kerámiák tisztítására, meszes lerakódás
leoldására, rozsooldásra használható.

Az oxálsav a vegyszerboltban dihidrát (Ca(COO)₂·2H₂O) formájában
kapható. Az élő és az élettelen természetben is előfordul. Előbbire

néhány példa: sóska (innét kapta a köznapi nevét: sóskasav, de a görög 'okszalisz' szó is sóskát jelent), spenót, éretlen egres. Egyes szerves ásványok (a szerves ásványok képzik Karl Hugo Strunz berlini mineralógus professzor rendszerében a 9. ásványosztályt) oxalátiont tartalmaznak: ilyen pl. a mellit $(\text{Al}_2\text{C}_6(\text{COO})_6 \cdot 18\text{H}_2\text{O})$ és a whewellit $(\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot \text{H}_2\text{O})$.

Az oxálsavnak komoly történeti jelentősége volt a szerves kémia kialakulásában. Fridrich Wöhler német vegyész 1824-ben állította elő a szeretlen dicián hidrolízisével, ezzel megdöntve a vis vitalis-elméletet:



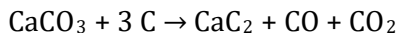
Az oxálsav oldatát meginni nem csak azért veszélyes, mert maró. Más káros következményei is lehetnek. Csapadékba viszi a testfolyadékokban oldott Ca^{2+} -ionokat, vagyis lecsökkenti a sejtplazma Ca^{2+} -koncentrációját. Akut mérgezés esetén ez ideg- és izomingerlékenységet, görcsöket, szívizombántalmat, szívmegeállást eredményezhet. Kisebb koncentrációban vesekő (fő anyaga szintén kalcium-oxalát) képződésére hajlamosít.

11. idézet: az acetilén

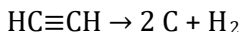
Az acetilén ($\text{HC}\equiv\text{CH}$) molekulája telítetlen, zömmel szénből áll, levegőn nem tökéletes az égése. Lángja emiatt erősen világító, sárga és kormozó. A barlangászok a 2010-es évekig használtak karbidlámpát. (Végképp a hosszabb üzemidejű és nagyobb fényerejű LED-es fejlámpák szorították ki őket.) Víz hozzáadására a karbidlámpa belsejében lévő kalcium-karbidből keletkezett az acetilén:



A kalcium-karbid ipari előállítását Henri Moissan és Thomas Leopold Willson nevéhez fűződik (1894). Az elektromos kemencében, ívfényben, igen magas hőmérsékleten (kb. 2500 °C) lejátszódó reakció egyenlete:



Az acetilén meglehetősen reakcióképes. Emiatt nem forgalmazható hagyományos módon – nagy túlnyomás alatt – gázpalackban, mert felrobban (elemeire bomlik):



Biztonságos tárolását és szállíthatóságát az teszi lehetővé, hogy kitűnően oldódik acetonban. Egy acélpalackot megtöltenek porózus, nagy felületű szilárd anyaggal (pl. kovafölddel), majd ebben acetont itatnak föl. A nagy felületre szétterjedő acetonba könnyen oldódik be és a palack megnyitásával könnyen oldódik ki az acetilén. Ez a disszugáz (a francia 'dissous' szó jelentése: oldott).

A poli(vinil-klorid) monomerjét a vegyiparban 20. század közepén szinte kizárólag acetilénből állították elő. A vinil-kloridot ma eténből gyártják: 1,2-diklóretánná alakítják, ami 500 °C-on hidrogén-klorid-elimináció révén vinil-kloriddá alakul.

Érdekes kérdés, mi az oka az acetilén nagy reakciókészségének. Elsőre azt gondolhatnók, hogy ezt telítetlen jellege, a molekulájában lévő nehezen felszakítható háromszoros kovalens kötés okozza. Ez az indoklás önmagában nem pontos. Ezt könnyen beláthatjuk, ha arra gondolunk, hogy a nitrogénmolekulában ($|N\equiv N|$) szintén háromszoros kovalens kötés van, ami azonban nem szakad fel könnyen. Éppen ezzel szoktuk magyarázni kis reaktivitását. A hármas kötést tehát egyszer a reakcióképesség, másszor a reakcióképtelenség okaként említjük. A látszólagos ellentmondást úgy oldhatjuk föl, ha összehasonlítjuk a nitrogén-nitrogén és szén-szén egyszeres, kétszeres és háromszoros kötésfelszakítási energia-értékeket. Az összehasonlításból az derül ki, hogy a háromszoros kötésben lévő C-atomoknak energetikailag kedvező egyszeres kötésekre „váltaniuk”, a N-atomoknak viszont nem. Ezért a nitrogénmolekula reakcióiban nincs ilyesféle, egyszeres kötés felé vezető, kedvező reakcióút, míg az acetilén esetén van. (Bővebben lásd *Zagyai Péter: Hármass kötés. Középiskolai Kémiai Lapok, 42. évf. (2015) 1. sz. 1–10.*)

*

A harmadik és negyedik forduló során a következő eredmények születtek:

		7.	8.	9.	10.	11.	Σ
1.	Atomcsoport: Gyenes Flóra, Hajdu Flóra, Nagy Johanna (10.) – Szentendrei Ref. Gimn.	4,5	6	11			21,5
2.	Bátori Eszter (9.) Eötvös József Gimnázium	4	8	12	7,5	6	37,5
3.	Grubits Natália (10.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	4	8	11,5			23,5
4.	Kiss-Husza Iván (10.) Soproni Széchenyi István Gimnázium	4	8,5	13	12,5	12	50
5.	Nemesi Bence Miklós (9.) Fazekas Mihály Gimnázium, Bp.	4,5	4	14			22,5
6.	Németh Ábel (10.) ELTE Bolyai Gy. Á. I. és Gimn., Szombathely	4,5	6,5	11	13,5	12,5	48
7.	Németh Kolos (10.) ELTE Bolyai Gy. Á. I. és Gimn., Szombathely	4,5	6	11	13,5	10	45
8.	Parma Abigél (9.) Egri Szilágyi Erzsébet Gimn. és Kollégium	4,5	8	11,5	11	10,5	45,5
9.	Sudár Albert (10.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	5	8	11,5			24,5
10.	Tóth Gergő Dániel (10.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	3	7	12			22
11.	Vámi Ármin (11.) Vasvári Pál Gimnázium, Székesfehérvár	3	9	15	14	12	53

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A 2024/4. számban megjelent szakszöveg fordítása:

----- 1. -----

A teflonserpenyő vége?

A PFA-k betiltását tervezik

A **per- és polifluorozott alkilvegyületek (PFA-k)**¹ az **ipari vegyszereknek** egy olyan csoportját jelentik, mely mintegy **10 000 anyagot** foglal magába.

A PFA-k olyan kémiai vegyületek, melyek a **víztaasztító és szennyeződéstaasztító tulajdonságaik** miatt sok ágazatban széleskörűen elterjedtek. Az elmúlt években minden esetre hangossá² váltak az aggodalmak a PFA-k lehetséges **kockázataira** vonatkozóan az **ember és környezet** számára.



1. ábra. A PFA legismertebb példája a Teflon™ és a Gore-Tex™.

Németország, Dánia, Norvégia, Hollandia és Svédország illetékes szakhatóságai a **PFA-k betiltását kérvényezték** az Európai Vegyi-anyag-ügynökségnél³ (ECHA, European Chemical Agency). Amennyiben a kérvény sikerrel jár, azt követően az **Európai Unió Bizottsága**,

valamint a tagállamok döntenek az alattomos vegyszerek korlátozásáról. A legnagyobb aggodalmak közé az **idő és az alternatívák hiánya** számít: PFA-k nélkül számtalan **termelési ágazat felborulhat**.⁴

2.

Mindezekben a termékekben megbújnak⁵ a vegyületek

Az iparban a PFA-k az **extrém hőmérsékletekkel** és **agresszív vegyszerekkel szembeni ellenállóképességük**, a jó⁶ víz- és olajtaszító tulajdonságaik, valamint az **elektromos szigetelőképességük** miatt keresettek. Viszont éppen a kimagasló⁶ stabilitásuk vezet oda, hogy **jóformán nem lebonthatóak**, sem a környezetben, sem élőlények szervezetében. Emiatt „**örök vegyi anyagoknak**”⁷ nevezzük őket.



2. ábra. Ezek a vegyszerek **rendkívül stabilak és hosszú élettartamúak**, ami miatt az ipar – most már évtizedek óta - **termékek sokaságában** használja őket

A 4.700 egyedi vegyületből **eddig** húsznál kevesebbnek a **törvényi szabályozása** történt meg. Más EU-s országok nemzeti hatáskörben hoztak intézkedéseket: **Dánia betiltotta a PFA-kat az élelmiszerek csomagolóanyagában.**



3. ábra. A túradzsekik gyakran PFA-kkal impregnáltak – PFA-k teszik zsírtaszítóvá az élelmiszerek csomagolóanyagát © iStockphoto

----- 3. -----

Milyen gyorsan valósul meg a PFA-vegyületek betiltása?

Jó néhány termék gyártását át lehet állítani⁸, pl. a teflonserpenyő-két kerámiára.

Az átmeneti időszak hosszára vonatkozóan ágazattól és felhasználástól függően 18 hónap és 13 és fél év közötti időtartamokról tárgyalnak. Ezzel az első korlátozások előreláthatóan 2025-re várhatóak. Alapelveként érvényes: minél nélkülözhetetlenebb az alkalmazás, annál hosszabb türelmi idővel számolhatunk. A **gyógyszerek** lehet, hogy **időbeli korlát nélküli kivételként** mennek át.⁹

Mindezek ellenére az átállást nem lenne szabad nagyon elhúzni. A gyártósorok és a termékek **átállításához** részben **többéves fejlesztésre van szükség.** A **helyettesítő technológiákat** főként még a **piaci követelményeknek megfelelő érettségi szintre¹⁰ is tovább kell fejleszteni.** Mindez a **PFA-mentes helyettesítő termékek szűkös kínálatát eredményezheti.**

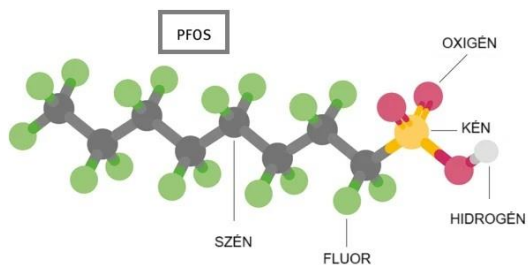
----- 4. -----

PFA: definíció

A PFA (angolul: PFAS) a **per- és polifluorozott alkilvegyületek** rövidítése – korábban per- és polifluorozott tenzidekként¹¹ (PFT) is ismertek voltak. **Iparilag előállított vegyszerek** egy csoportjáról van szó.

Ezekben a különböző hosszúságú szénláncokból álló vegyületekben, melyek a **természetben** ilyen formában¹² **nem fordulnak elő**, a hid-

rogénatomokat **teljes mértékben (perfluorozott)** vagy **részben (polifluorozott)** fluoratomok helyettesítik.



4. ábra. A PFA egyik példája: **perfluoroktán-szulfonsav (PFOS)**. A **fluoratomok**, melyek a hosszú **szénláncokon** lógnak, felelősek ennek a vegyületcsoportnak az ipari szempontból **érdekes tulajdonságaiért** ugyanúgy, mint az **egészségügyi és környezeti kockázatokért**.

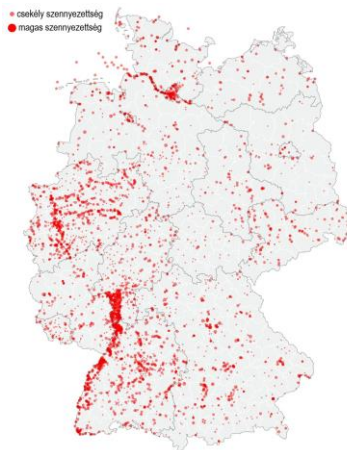
A **szén-fluor kötés a legerősebb egyszeres kötések közé sorolható**, és ez tehet¹³ arról, hogy a PFA-k a környezetben – akár a vízben, a talajban, a levegőben vagy a szervezetekben – **extrém nehezen bonthatóak le**. Ahhoz, hogy szétromboljuk¹⁴ őket, **1100 °C feletti** hőmérsékleten kellene őket **elégetni**.

----- 5. -----

Miért problémások a PFA-vegyületek?

A stabilitás¹⁵ egyidejűleg átok és áldás: mivel a környezetben **alig bomlanak le** és **messzire szétterjednek**¹⁶, „örök vegyi anyagokként” híresültek el. Még a legtávolabban fekvő régiókban, mint pl. a sarkkörök lakatlan területein is kimutathatók.

Mivel **nem bomlanak le**, idővel **felhalmozódnak** az **emberi szövetekben** és a **környezetben**. Egészségügyi problémákhoz, mint pl. **májkárosodáshoz, pajzsmirigy-megbetegedésekhez, elhízáshoz, termékenységi zavarokhoz és rákhoz** vezethetnek. Becslések szerint az **EU-ban évente több mint 12 000 ember** hal meg a magas PFA-terheléssel összefüggésben. A Német Környezetvédelmi Minisztérium szerint **szinte minden ember vérében kimutathatók PFA-k**, Németországban is.



5. ábra. Perfluorozott alkilvegyületek (PFA) Németországban. Helyek, ahol a kimutatott PFA-terhelés a 100 nanogrammm per liter/kilogramm¹⁷ határérték feletti

6.

Az ezidáig történt PFA-használat a **vizek és a talajok széleskörű kontaminációjához** vezetett. Például **majdnem az összes polgári és katonai repülőtéren** tetemes mennyiségű hátrahagyott hulladékot találunk, mivel a **tűzoltóhabokban**¹⁸ fluorvegyületeket¹⁹ használtak a tűzoltási gyakorlatok és bevetések során. A következmény a talajvizek²⁰ szennyezettsége, mely gyakran az **ivóvízkinyerést**²¹ is veszélyezteti. A **felszámolás**²² rendkívül nehéz és gyakran **kevésbé hatékony**, mivel a PFA-vegyületeket csak **nehezen lehet a vizekből és a talajból újra eltávolítani**.

A PFA-vegyületek környezeti terhelésének mértékére ma gyakran csak becslést adhatunk. A monitorozáshoz²³ a **nagyon kis koncentráció-tartományban** szükséges **analitikai**²⁴ **módszerek** még csak a **fejlesztési fázisban** tartanak, és nem alkalmasak a felhasznált PFA-k sokféleségét lefedni.²⁵



6. ábra. A PFA-vegyületek a tűzoltóhabokban¹⁸ hatékony tűzoltást tesznek lehetővé

7.

Bejutási²⁶ útvonalak az emberben

A PFA felvétele²⁶ **közvetlen és közvetett úton** egyaránt történhet.

Ha pl. **szennyezett ivóvizet** fogyasztunk, abban PFA-maradványok is benne vannak. A **belélegzett levegővel** szintén közvetlenül bejuthatnak a vegyszerek a szervezetbe, pl. ha **impregnáló spray-t**, ami PFA-t tartalmaz, beltéren²⁷ használunk.

Másfelől a PFA **felhalmozódhat a táplálékláncban**.²⁸ Ha olyan hásonállatok **húsát vagy tejét** fogyasztjuk, melyek takarmánya olyan **talajokról vagy vizekből** származik, ahol a **PFA összegyűlt**, akkor közvetett módon mi is felvesszük ezeket a vegyületeket.



7. ábra. A PFA-vegyületek fő expozíciós útja az általános lakosság²⁹ számára

A következő óvintézkedések segítenek Önnek a mindennapi használati cikkekből származó PFA-terhelés csökkentésében:

Élelmiszerek: Kerülje a PFA-tartalmú bevonatos konyhai edényeket! Használjon ezek helyett **nem bevonatos, nemesacél (rozsdamentes) fazekakat és serpenyőket!** Fogyasszon minél kevesebb gyorsételt, melyek PFA-tartalmú **zsírálló papírral vagy kartonnal** kerülhetnek kontaktusba!

Textíliák: PFA-vegyületeket **felsőruházati cikkek és sátrak** impregnálására használnak. Léteznek azonban fluormentes alternatívák. Ellenőrizze a címkéken a PFAS és PFC hiányát! A **folttaszító** impregnáló bevonatok pl. **egyenruhák, szőnyegek és bútorokon** szintén gyakran tartalmaznak PFA-t. Legyen óvatos, ha a textília **szennyasztóként van feltüntetve!**

Kozmetikai cikkek: A kozmetikai cikkek is tartalmazhatnak PFA-t. Nézze meg alaposan az összetevők listáját és kerülje el az olyan termékeket, melyek **„fluor(o)-” szórészt** tartalmazó nevű anyagot vagy **PTFE-t** tartalmaznak! **Kerülje a PTFE (teflon) -bevonatos fogselymet!**

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

PFAS	PFA-anyag, PFA-vegyület
e Substanz, ~, ~en	anyag, vegyület
e Chemikalie	vegyszer, vegyi anyag
Ewigkeitschemikalien (Pl.)	örök vegyi anyagok
s Tensid, ~(e)s, ~e	tenzid, felületaktív anyag
r Kohlenstoff, ~(e)s, ~e	szén (mint elem)
r Wasserstoff	hidrogén
r Sauerstoff	oxigén
r Schwefel	kén

e Sulfonsäure	szulfonsav
s Schaumlöschmittel, ~s, ~	tűzoltó hab
e Fluorchemikalie	fluorkémiai anyag
r Inhaltsstoff, ~(e)s, ~e	összetevő

Fogalmak:

e Verbindung	vegyület
Europäische Chemika- lienagentur	Európai Vegyi anyag-ügynökség
s Risiko / die Risiken	kockázat
e Beständigkeit	ellenállóképesség valamivel szemben
elektrische Isolierfähigkeit	elektromos szigetelőképeség
e Kohlenstoffkette	szénlánc
s Atom, ~s, ~e	atom
s Fluor-Atom	fluoratom
s Wasserstoff-Atom	hidrogénatom
e Bindung	kötés
e Einfachbindung	egyszeres kötés
e Kontamination	kontamináció, szennyezés
e Gewinnung	kinyerés(e vminek)
e Sanierung	kármentesítés, helyreállítás
e Verunreinigung	szennyező anyag
s Monitoring, ~s, ~s	monitorozás
e Analytik	analitika(i módszer)
niedrige Konzentration	kis koncentráció
e Aufnahme	felvétel, bejutás (pl. élő szervezetbe)
r Rückstand, ~(e)s, ~e	maradvány
e Nahrungskette	tápláléklánc

e Exposition	expoziáció
e Aussetzung	expoziáció
e Belastung	terhelés
e Beschichtung	bevonat
e Imprägnierung	impregnálás
e Verchromung	krómozás

Tulajdonságok:

wasserabweisend	víztaszító, vízlepergető
schmutzabweisend	szennytaszító
langlebiger Stoff	hosszú élettartamú anyag
perfluoriert	perfluorozott
polyfluoriert	polifluorozott
abbaubar	lebomló, lebontható
nachweisbar	kimutatható
effektiv	hatékony
kontaminiert	szennyezett
berufflich	foglalkozással kapcsolatos, szakmai
....haltig	... tartalmú / ...-t tartalmazó
fluorfrei	fluormentes

Folyamatok, műveletek:

ersetzen	helyettesít
sich ab bauen	lebomlik
sich an lagern	(el)raktározódik, lerakódik
nach weisen	kimutat
sich an reichern	(fel)dúsul
sich an sammeln	összegyűlik

**Nagyon köszönöm, hogy mindenki betartotta
a betűméretre és a sorközre vonatkozó formai kérésemet
és ezzel megkönnyítette a javítást!**

Magyar helyesírás és nyelvtan:

egybeírjuk: *teflonserpenyő / ellenállóképesség / fluoratom*

A többszörösen összetett szavakat **hat szótagig írjuk egybe:**

pajzsmirigybetegség // élelmiszer-csomagolás

kötőjellel írjuk: *perflouroktán-szulfonsav / PFAS-vegyületek*

különírjuk: *szén-fluor kötés / szén-szén kötés*

https://mta.hu/data/11_Osztaly/Info/Fizikai%20helyesirasi%20szotar%202018.pdf

<https://helyesiras.mta.hu/helyesiras/default/akh12#118>

A fordításokról:

¹ „Az e rendelet hatálya alá tartozó fluortartalmú üvegházhatású gázok között vannak olyanok, amelyek **per- és polifluorozott alkil anyagok** (a továbbiakban: **PFA-k**), vagy bizonyítottan vagy gyaníthatóan PFA-kká bomlanak le. A **PFA-k olyan vegyi anyagok**, amelyek ellenállnak a bomlásnak, és potenciálisan negatív hatást gyakorolnak az egészségre és a környezetre.”

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202400573

²**Bedenken wurden laut** – *hangossá váltak / egyre többen fejezték ki aggodalmukat* (Kenderesy Karina Anna) // nem *felmerült*

³ „Németország és Svédország 2017. október 6-án az 1907/2006/EK **rendelet** 69. cikkének (4) bekezdése **alapján dokumentációt ... nyújtott be** az **Európai Vegyianyag-ügynökséghez** (a továbbiakban: Ügynökség), amelyben a C9–C14 PFCA-k és sóik ... önálló anyagként történő **gyártásának és forgalomba hozatalának korlátozását**, valamint a szóban forgó anyagok más anyagok összetevőiként való **felhasználásának és forgalomba hozatalának ... korlátozását javasolta.**”

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021R1297&from=EN#d1e32-32-1>

⁴**seien aufgeschmissen** – felborul / ellehetetlenülne (Nyíri Réka) / *nagyon súlyos problémákkal fog szembesülni (Molnár Alexandra) // NEM: veszélybe kerülne / elveszne / pórul jár*

⁵**stecken** – lapulnak / bújnak meg / rejtőzködnek // Kicsit vicces akar lenni, tehát nem csak szigorúan ~~találhatók~~

⁶**hohe Beständigkeit / hohe Stabilität** – nagy / jó / kiemelkedő // nem *magas*

⁷**Ewigkeitschemikalien** – „örök vegyi anyagok”

<https://qubit.hu/2023/05/18/rengeteg-orok-vegyi-anyagot-talaltak-a-legnepszerubb-kontaktlencsekben>

<https://tudatosvasarlo.hu/kozelebb-orok-vegyi-anyagok-betiltasa/>

<https://www.agroinform.hu/kornyezetvedelem/szinte-az-egesz-eu-ivovizeben-jelen-vannak-az-orok-vegyi-anyagok-74281-001>

<https://qubit.hu/2024/07/15/aggaszto-az-orok-vegyi-anyag-trifluorecetsav-koncentracioja-az-europai-ivovizekben>

⁸**lasse sich umstellen** – átállítható (Nyíri Réka) // ~~átalakítható~~

⁹**durchgehen** – átmegy / átjut (a tárgyalásokon) // nem ~~tekinthető~~

¹⁰**zur Marktreife ... weiterentwickelt** – *hogy alkalmasak legyenek a piaci bevezetésre* (Nyíri Réka)

¹¹**Tenside** – *tenzidek / felületaktív anyagok* (Sipos Zita)

¹²**als solche** – *ilyen formában (vagyis fluoratomokkal szubsztituáltan)* // Sokan kihagyták.

¹³**sorgt dafür** – *ez tehet róla / emiatt van* // nem: ~~gondoskodik róla~~

¹⁴**um sie zu zerstören** – *ahhoz, hogy szétromboljuk* // nem: ~~megsemmisíthessük~~ (Hiszen az erős kovalens kötésekről van szó.)

¹⁵**Robustheit** – *stabilitás* (Kenderesy Karina) // nem: ~~tartósság~~

¹⁶**weit ausbreiten** – *messzire, nagy távolságokra szétterjednek* (Gondoljunk egy füstfelhőre!) // nem: ~~széles körben terjednek~~ (Mindenki ezt írta! Eszmék vagy tévhitek terjednek így.)

¹⁷**Nanogramm pro Liter/Kilogramm** – *ng/liter* ill. *ng/kg* // NEM: ~~ng/liter/kg~~ !!! (Vagyis literenként VAGY kilogrammonként hány ng szennyezést tartalmaz a minta. Víz esetében liter, talaj esetében kg-ra vonatkozik.)

¹⁸**Schaumlöschmittel** – *habbal oltó szerek* (Sipos Zita, Horvát Flóra) / *tűzoltó hab / hab oltóanyagok:*

<https://www.fewe.hu/habkeppo-anyagok/>

<https://www.fewe.hu/blog/habkeppo-anyagok-a-tuzoltasban/12747/>

¹⁹**Fluorchemikalien** – *fluorkémiai anyagok* (Kiss-Frankó Nóra) // nem: *fluorvegyeszer*

²⁰**Grundwasser** – szép: *felszín alatti vizek* (Sipos Zita, Horvát Flóra)

²¹**Trinkwassergewinnung** – *ivóvíz kinyerése* (Kiss-Frankó Nóra) // nem: *ivóvíztermelés*

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A0400065.FVM>

²²**Sanierung** – ITT: *kármentesítés* (Kiss-Frankó Nóra) // NEM: *felújítás*

²³**Monitoring** – ITT: *monitorozás* (mindenki tudta), tehát a koncentrációk időbeli nyomon követése.

²⁴**Analytik** – ITT: *analitikai módszerek* (Kiss-Frankó Nóra, Molnár Alexandra) // nem: *elemzés*

²⁵**die Vielfalt der verwendeten PFAS zu erfassen** – ITT: az összes alkalmazott PFA-vegyületet / a használt PFA-vegyületek sokféleségét ITT: *lefedni, átfogni* // NEM: *megragadni / rögzíteni* // JÓ: *regisztrálni, felmérni, feltérképezni*

²⁶**Aufnahme** – *felvétel, bejutás* (Nyíri Réka, Molnár Alexandra) // még NEM *felszívódás* (Absorption – az egy következő lépés lenne.)

²⁷**in Innenräumen** – *beltérben használunk impregnáló spray-t* // NEM *beltéri impregnáló spray-t használunk* (Nincsen beltéri.) JÓ: (Kenderesy Karina, Molnár Alexandra)

²⁸**Nahrungskette** – *tápláléklánc* (Szegevolgyi Fanni, Nyíri Réka) // NEM *élelmiszerlánc*

²⁹**für die allgemeine Bevölkerung** – *az általános népesség körében* (Horvát Flóra) Statisztikákat valóban így adnak meg.

Láttam, hogy a végére mindenki elfáradt, de jórészt azért sikerült megérteni mindent.

**Az első fordulóra beküldött fordításukért
dicséret illeti az alábbi tanulókat:**

	NÉV	Oszt.	ISKOLA	ÖSSZ. (max.100)
1.	Molnár Alexandra Judit	12.B	Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szki.	80
2.	Nyíri Réka Fanni	10.B	Városmajori Gimnázium	78,5
3.	Horvát Flóra	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	69
4.	Nyaka Dóra	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	62
5.	Kiss-Frankó Nóra	12.A	Városmajori Gimnázium	53
6.	Szegvölgyi Fanni	12.B	Debreceni SzC Vegyipari Techn.	46,5
7.	Kenderesy Karina Anna	10.B	Városmajori Gimnázium	41
8.	Sipos Zita	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	38

A 2025/1. számban megjelent szakszöveg fordítása:

A PFA-vegyületeket uniós szinten kellene korlátozni

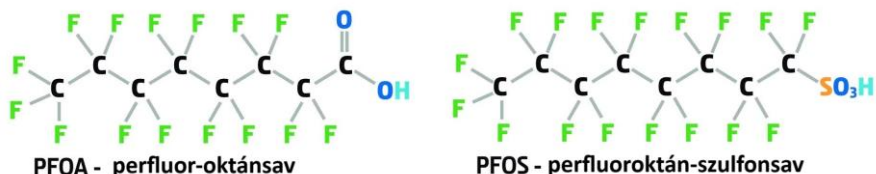
A PFA-vegyületek csoportjába időközben több mint 4.700 **szintetikus** kémiai anyag esik, melyek az **1940-es évektől** kezdve sok területen és **nagy mennyiségben** kerülnek felhasználásra **ipari folyamatokban és termékekben**.

A jövőben – kivételektől eltekintve – korlátozni kell az összes PFA előállítását, felhasználását és forgalomba hozatalát.

A különböző PFA-k a **szénláncuk hosszában** és a molekulában jelen lévő egyéb struktúrákban (**funkciós csoportok**) különböznek egymástól, pl. a **karboxilcsoportban**¹ a perfluoralkil-karbonsavak (PFCA) vagy pedig a **szulfonátcsoportban** a perfluoralkil-szulfonsavak (PFSA) esetében.

Mindeddig **perfluor-oktánsav** (PFOA) és a **perfluoroktán-szulfonsav** (PFOS) a **leginkább vizsgált** két vegyület. Ez a két vegyület (más rokon vegyületekkel együtt) az ún. „C8-fluorkémia” körébe tartozik.

A **Teflon** előállítása során **perfluor-oktánsavat**, PFOA-t használnak, mely súlyos egészségkárosodást képes okozni. A PFOA korábbi alkalmazása miatt a **DuPont teflonyártó céget az Egyesült Államokban** nagy összegű kártérítések kifizetésére ítélték. A **Teflont** hosszú időn keresztül meggondolatlanul² gyártották. **A PFOA az évtizedeken keresztül történő alkalmazása miatt a Földön gyakorlatilag mindenütt megtalálható.**



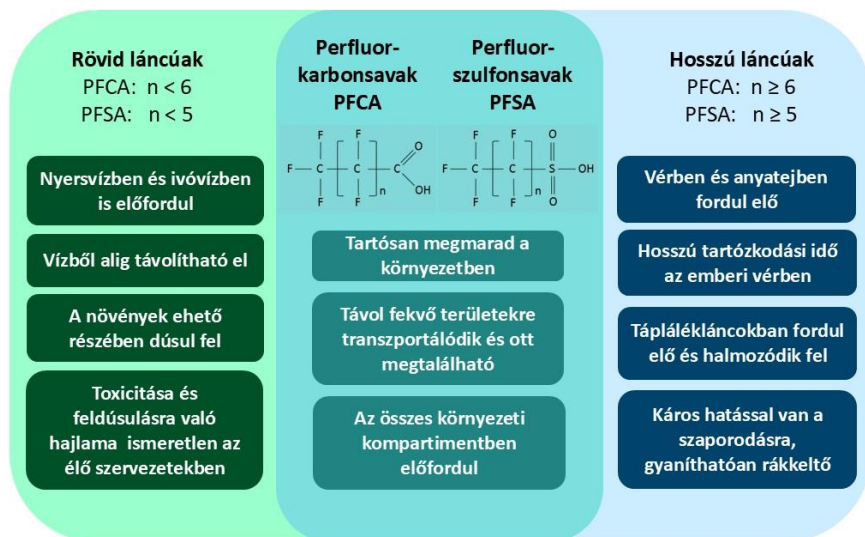
1. ábra. A PFOA és a PFOS kémiai szerkezete

2.

Mik azok a rövid láncú PFA-k?

A fluorozott szénlánc hossza alapján **rövid láncú és hosszú láncú PFA-kat** különböztetünk meg. Emlősállatokban a **rövid láncú PFA-k**

gyorsabban kiválasztódnak a felvételt követően, mint a hosszabb szénláncúak.



2. ábra.³⁻⁶ A hosszú szénláncú PFA-knak (nagyon) perzisztens, (nagyon) bioakkumulatív⁷, valamint mérgező tulajdonságaik vannak; a rövid láncú PFA-k rendkívül perzisztensek és mobilak

3.

A PFCA-k (perfluoralkil-karbonsavak) esetében⁸ a **perfluoroktánsavnál**⁹ (PFOA) **rövidebb** szénláncú vegyületet hívjuk „rövid” láncúaknak. Vagyis a **rövid láncú PFCA-k** közé tartozik a perfluorbutánsav (PFBA), a perfluor-pentánsav (PFPeA), a perfluor-hexánsav (PFHxA) és a perfluor-heptánsav (PFHpA). A PFOA, a **perfluor-nonánsav**¹⁰ (PFNA), valamint a náluk **hosszabb szénláncú** vegyületek esetében beszélünk **hosszú láncú PFCA-król**.

A PFSA-k (perfluoralkil-szulfonsavak) esetében⁸ a **perfluorhexánszulfonsavnál** (PFHxS) **rövidebb** szénláncú vegyületet hívjuk „rövid” láncúaknak. Vagyis a **rövid láncú PFSA-k** közé pl. a perfluorbután-szulfonsav (PFBS) tartozik. Így a PFHxS és a perfluoroktán-szulfonsav (PFOS) már hosszú láncú PFSA.

4.

Emberben a PFA-vegyületek, pl. a perfluor-oktánsav (PFOA) **fehérjékhez kötődnek** a vérben, a májban és a vesében. Különösen kritikusan értékelendő a PFA-k anya–gyermek közötti továbbadása a várandósság és szoptatás alatt, valamint a **hosszú láncú PFA-k lassú kiválasztódása az emberi szervezetből.**

A PFOA-hoz és a PFOS-hez képest a **rövidebb láncú származékok jellemzői kevésbé ismertek.**¹¹ Szubkrónikus és krónikus állatkísérletek pl. azt mutatták, hogy a PFHxA-nak vagy a PFBS-nek **hasonlóan káros hatásai vannak** – máj toxicitásra és reprodukciós toxicitásra vonatkozóan – mint a PFOA-nak és a PFOS-nek, azonban ehhez egyértelműen **nagyobb dózisok szükségesek.**

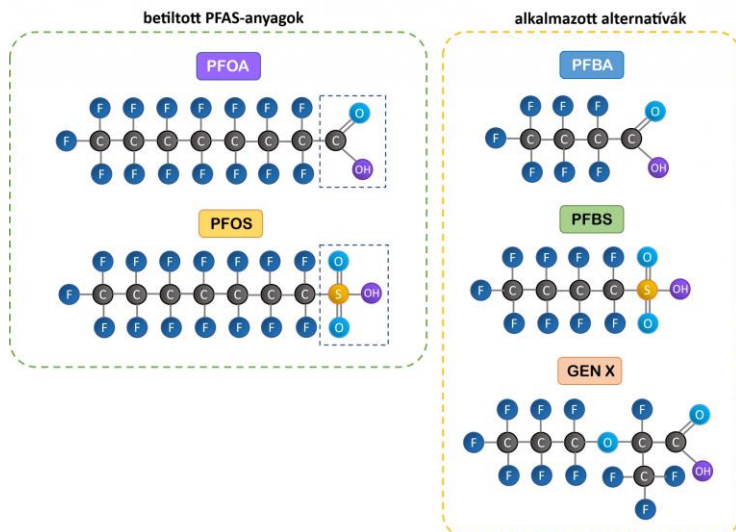
Hogyan változott az emberi vérérszékben ill. vérplazmában található PFA-k mennyisége az elmúlt években?

Németországban a négy **hosszú láncú PFA** (PFOA, PFNA, PFOS és PFHxS) vérérszékben ill. vérplazmában mért koncentrációja **1990 körül volt a legmagasabb.** Azóta ennek a négy anyagnak a vérérszékben mérhető koncentrációja a németországi lakosság körében **jelentősen csökkent.** Ma ez az érték a korábbiak a **10%-a PFOS esetében** és kb. 30%-a PFOA, PFNA és PFHxS esetében.

----- 5. -----

A **PFOS felhasználása messzemenően tilos már 2006 óta,** míg a **PFOA-é 2020 júliusa óta.** **Összeurópai szinten jelenleg további PFA-k előállításának és felhasználásának korlátozásán ill. betiltásán dolgoznak.**

A **korlátozások hatására az ipar kénytelen az alkalmazásai számára alternatív vegyületekre áttérni.** Ezek többek között **rövidebb láncú homológok,** mint pl. a perfluor-hexánsav (PFHxA) vagy a perfluorbután-szulfonsav (PFBS), valamint **származékok,** mint pl. a **GenX** vagy az **Adona,** melyekben a fluorozott szénláncot **oxigénatomok szakítják meg.**



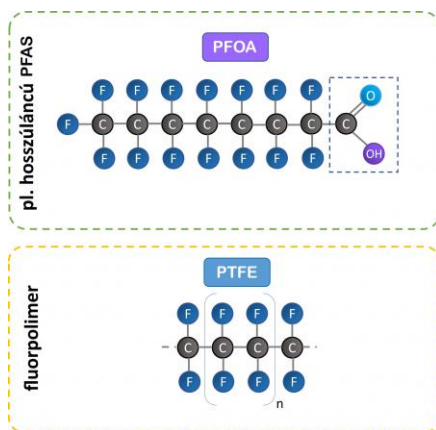
3. ábra. Két PFA-vegyület kémiai szerkezete, és az alternatív, rövidláncú PFA-k, melyeket helyettük használnak

A betiltott PFA-kat fokozatosan rövidebb láncú PFA-kkal, mint pl. **fluorozott éterek**kel (pl. GenX) helyettesítik, mivel ezek **gyorsabban haladnak keresztül¹² az emberi szervezetben**. Az ipar állításaival ellentétben, miszerint nem mérgezők, különböző független tanulmányok kimutatták, hogy **hasonló fizikai és kémiai tulajdonságokkal** és **hasonló egészségre gyakorolt hatásokkal** rendelkeznek, mint azok a PFA-k, amelyeket helyettesítenek. Egy teljes tilalom gyakorlatilag is megakadályozná a cégeket abban, hogy a hosszabb láncú PFA-kat kis mértékben eltérő kémiai anyaggal helyettesítsék, mely ugyanazokhoz az egészségügyi problémákhoz vezet.

6.

Mik azok a fluoropolimerek és miért kezelik őket külön a többi PFA-tól?

A fluoropolimerek csoportját a **poli(tetrafluor-etilén) (PTFE)**, ismertebb nevén a **Teflon** uralja; **a piac felét teszi ki** és olyan termékekben is használják mint pl. a sílécviasz, gépkocsibelső és a fogselyem.



4. ábra. A PFOA és a PTFE kémiai szerkezete

A **fluortartalmú műanyagok** esetében¹³ összességében **csupán 38 anyagról** van szó¹⁴, mely a több mint 10.000 PFA-vegyület közé tartozik.

Sok vállalat azt állítja, hogy a **fluorpolimerek csekély kockázatot** jelentenek az emberi egészség és a környezet számára. A **nagy molekulaméret** és a fluorpolimerek **egyedi tulajdonságai megkülönböztetik őket a többi PFA-tól** (melyek legtöbb esetben 14-nél kevesebb szénatomot tartalmaznak). **Kémiailag** majdnem teljesen **inertnek**, nem nedvesíthetőnek¹⁵, nem tapadónak, biokompatibilisnek, valamint hőállóknak, tűzállóknak és időjárásállóknak (levegő, víz, napfény) számítanak.

Az aktuális tervezet azt vetíti előre¹⁶, hogy a mérgező és illékony vegyületek mellett olyan termékeket is betiltanának, melyek nélkül a mindennapi élet és az ipar ma már elképzelhetetlen. **Ez a vegyipar jelenlegi szintjét 50 évvel vetné vissza.**¹⁷

7.

Milyen hatásai lennének a tilalomnak?

Példa erre ezeknek a polimereknek az alkalmazása a **vegyiparban** használt **csővezetékhez és tartályokhoz**, melyek fluortartalmú műanyagok nélkül nem lennének képesek a **korrózióállóság** és a **vegyszerállóság**¹⁸ magas követelményeinek megfelelni.

Az **orvostechnikát** sem lehet már elképzelni ezek nélkül a műanyagok nélkül. Felhasználási területük például **csövek, katéterek** és még **implantátumok** előállítása is.

Ezen kívül a fluortartalmú műanyagok a nagy tisztaságuk révén a **félvezetőgyártásban** is nélkülözhetetlenek. A chippek előállításához **na-gyon tiszta környezetre** van szükség, mely **minden jellegű¹⁹ szennyeződéstől mentes**.

Azt is meg kell gondolni, hogy jelenleg nem minden olyan alkalmazás esetében létezik megfelelő alternatíva, ahol fluortartalmú műanyagokat használnak.

----- 8. -----

Ez mindenesetre nagyon erősen vitatott téma. Egy anyag **toxicitásának a megítélése** során **nem csak a végterméket** kell tekinteni, hanem figyelembe kell venni az **előállítást** és a **megsemmisítést** is.

Sok fluoropolimer **gyártása** során évtizedek óta **kis molekulatömegű PFA-kat** alkalmaznak **segédanyagként²⁰** a polimerek feldolgozásához. Ezen folyamatokhoz a múltban hosszú láncú PFA-kat mint pl. PFOA-t és PFNA-t használtak, melyek nagy **expozíciónak** tették ki a **termelésben dolgozó munkásokat** és a környezetet. Ez a **fő oka** a **ma a környezetben** található PFOA-nak és PFNA-nak.

A fluoropolimerek **hulladéklerakókban** történő **elhelyezése** további kockázatokat rejt, mivel a fluoropolimer-részecskék időjárási és fizikai behatásokra²¹ **mikroműanyagokká** esnek szét²².

Ezen felül a **PTFE 450 °C feletti** hőmérsékleten bomlani kezd, miközben veszélyes anyagok, mint pl. a **folysav (hidrogén-fluorid) szabadulnak fel**. Ezideig kevés ismeret áll a rendelkezésünkre arról, hogy a szilárd, települési hulladék megsemmisítésére szánt, hagyományos **hulladékégetőkben** a fluoropolimerek bonthatóak-e anélkül, hogy **káros PFA-anyagok** keletkeznének.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Anyagok:

s Protein, ~s, ~e	fehérje
r Ether, ~s, ~	éter
s Polytetrafluorethylen	poli(tertafluor-etilén)
r Kunststoff, ~(e)s, ~e	műanyag
s Fluorpolymer, ~s, ~e	fluorpolimer
s Mikroplastik, ~s, ~	mikroműanyag
e Flusssäure, ~, ~n	folysav
r Fluorwasserstoff, ~(e)s, ~e	hidrogén-fluorid

Fogalmak:

e Herstellung	előállítás
e Carboxygruppe	karboxilcsoport
e Carbonsäure	karbonsav
funktionelle Gruppe	funkciós csoport
chemische Struktur	kémiai szerkezet
e Ausscheidung	kiválasztás
s Derivat, ~(e)s, ~e	származék
r (!) Gehalt, ~(e)s, ~e	tartalom
chemische Eigenschaften	kémiai tulajdonságok
s Molekül, ~s, ~e	molekula
e Korrosionsbeständigkeit	korrózióállóság
e Reinheit	tisztaság, szennyeződésmentesség
e Verunreinigung	szennyezés, szennyezőanyag
e Medizintechnik	orvostechnika
r Toxizität	toxicitás
s Endprodukt, ~(e)s, ~e	végtermék

e Produktion	termelés, gyártás
e Entsorgung	ártalmatlanítás, hulladékkezelés
s Partikel, ~s, ~	részecske

Tulajdonságok:

synthetisch	szintetikus, mesterséges
kurzkettig	rövid láncú
langkettig	hosszú láncú
persistent	perzisztens, tartósan megmaradó
bioakkumulierend	bioakkumulatív, biológiailag felhalmozódó
mobil	mobilis, mozgékony
ungiftig	nem mérgező
inert	inert
benetzend	nedvesíthető
biokompatibel	biokompatibilis
leicht flüchtig	illékony
niedermolekular	kis molekulatömegű

Folyamatok, műveletek:

binden an etw.	köt, megköt, kötődik
zersetzen	szétesik
frei setzen	felszabadít

Magyar helyesírás és nyelvtan:

A többszörösen összetett szavakat **hat szótagig írjuk egybe:**

mikroműanyagok / fluorpolimer-részecskék

Polimerek, műanyagok nevének kötőjeles írásakor a magyar nyelvben még zárójelet is használunk kell:

poli(tetrafluor-etilén) = Teflon

<https://quattroplast.hu/wp-content/uploads/2023/05/0313-5.pdf>

hasonlóan: PVC = poli(vinil-klorid) / poli(vinil-acetát) ragasztó / PLEXI = poli(metil-metakrilát), de *polisztirol, polietilén, polipropilén*

Fluorvegyületek kötőjeles írása: Megbízható forrást keressünk, ne automata fordító által fordított honlapon szereplő neveket!

Az Európai Unió Hivatalos Lapja / A Bizottság közleménye

*Technikai iránymutatások az emberi fogyasztásra szánt vízben a **per- és polifluorozott alkil vegyületek (PFA-vegyületek)** monitorozására szolgáló elemzési módszerekről*

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202404910

Rövidítések

PFA-vegyületek = Per- és polifluorozott alkil vegyületek

PFAA-k = Perfluor-alkilsavak

PFCA-k = Perfluoralkil-karbonsavak

PFBA = Perfluor-butánsav

PFPeA = Perfluor-pentánsav

PFHxA = Perfluor-hexánsav

PFHpA = Perfluor-heptánsav

PFOA = Perfluor-oktánsav

PFNA = Perfluor-nonánsav

PFSA-k = Perfluoralkil-szulfonsavak

PFBS = Perfluorbután-szulfonsav

PFHxS = Perfluorhexán-szulfonsav

PFOS = Perfluorøoktán-szulfonsav

Itt találunk egy hibát vagy elgépelést: magyarul nincs „fluoro-” előtag, csak „fluor-”. Helyesen: **Perfluorøoktán-szulfonsav**

https://www.ksh.hu/docs/osztalyozasok/kn/kn2024_struktura.xlsx

A vegyületek nevét magyarul természetesen nem kell nagy kezdőbetűvel írni, mert köznevek.

A fordításokról:

1Carboxygruppe – karboxilcsoport. Ne felejtjük ki az l-et! (3 jó és 3 hibás volt.)

2bedenkenlos – *meggondolatlanul / gondolkodás nélkül / esetleg: kéte-lyek nélkül // NEM: gond nélkül*

3Rohwasser – *nyersvíz / természetes víz*

<https://felelosen.nyirsegviz.hu/hirek-2/ivovizminoseg-jo-ha-tudod/>

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegezessegugyi-laboratoriumi-foosztaly/kornyezetegeszsegugyi-laboratoriumi-osztaly/vizhigienes-laboratorium/ivoviz/ivovizben-vizsgalt-parameterek.html>

4Persistent in der Umwelt – *tartósan megmarad a környezetben // NEM: kitartás a környezetben*

5Ferntransport – *nagy távolságokra szállítódik // NEM: távolsági szállítás*

6Funde in entlegenen Gebieten – *távol fekvő területeken is megtalálható // NEM: leletek távoli területeken*

7persistent, bioakkumulierend – *„perzisztens, bioakkumulatív”*

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021R1297&from=EN#d1e32-32-1>

8Bei den PFCA / Bei den PFSA – *PFCA-k esetében / A PFCA-k közül... // NEM: PFCA-ban / PFSA-ban*

9Perfluoroktansäure – *perfluor-oktánsav* (8 szénatomszámú karbon-sav) Angolban van „fluoro-” előtag. Magyarul MINDIG **fluor-** !

10Perfluornonansäure – *perfluor-nonánsav* (9 szénatomszámú kar-bonsav) // NEM: ~~nonosav~~

11sind weniger gut charakterisiert – körül lehet írni: *jellemzőik ke-vésbé alaposan ismertek / jellemzőiket kevésbé tanulmányozták // NEM: kevésbé jól jellemezhető-k (lassen sich charakterisieren / sind charakteri-sierbar)*

12sich schneller durch den Körper bewegen – *gyorsabban haladnak át / keresztül / gyorsabban távoznak az emberi szervezetből // NEM: gyorsabban mozognak*

13bei den Fluorkunststoffen – *a fluoropolimerek esetében*

14handelt es sich um – *...-ról van szó / ...-t jelent / foglalnak magukba //...-ból állnak*

15benetzend – *nedvesíthető // NEM: nedvesedő (pl. fal, pince)*

A nedvesíthetőség arra vonatkozik, hogy mennyire terül szét egy folyadék az adott szilárd anyag felületén. A nedvesedés arra vonatkozna, hogy mennyi nedvességet szív magába az anyag.

https://hu.wikipedia.org/wiki/Fel%C3%BCleti_fesz%C3%BClts%C3%A9g

<http://doktori.uni-sopron.hu/id/eprint/633/>

(Fafelületek attribútumainak elemzése a nedvesíthetőség vonatkozásában, különböző fafajokon)

16sieht vor – *előíranyozza / előre vetíti / célozza meg (Molnár Alexandra) // NEM: előírja*

17würde zurückgeworfen – *viszavetné (Sipos Zita, Kenderesy Karina, Molnár Alexandra) // NEM: visszaesne*

18chemische Beständigkeit – *vegyszerállóság (jó: Nyíri Réka Fanni, Kenderesy Karina Anna, Molnár Alexandra Judit)*

19frei von jeglichen Verunreinigungen – *minden féle / fajta szennyeződéstől mentes*

20Polymerverarbeitungshilfsmittel – *szép: polimertechnológiai segédanyagok (Sipos Zita)*

21durch Verwitterung und physikalische Belastung – *az időjárás és a fizikai igénybevétel hatására (Nyíri Réka) / fizikai terhelés (Kenderesy Karina) / mechanikai hatásokra (Molnár Alexandra) // NEM: fizikai stressz*

22in Mikroplastik zerfallen – *mikroműanyagká eshetnek szét (Kenderesy Karina) // nem igazán: bomlanak, mert csak fizikai és nem kémiai változás történik!*

**A második fordulóra beküldött fordításukért
dicséret illeti az alábbi tanulókat:**

	NÉV	Oszt.	ISKOLA	ÖSSZ. (max.100)
1.	Molnár Alexandra Judit	12.B	Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szki.	92,5
2.	Kenderesy Karina Anna	10.B	Városmajori Gimnázium	80,5
2.	Nyíri Réka Fanni	10.B	Városmajori Gimnázium	80,5
3.	Horvát Flóra	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	68,5
4.	Nyaka Dóra	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	64,5
5.	Sipos Zita	10.C	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma	56

A két fordulóban elért összesített eredményéért jutalomban részesül **Molnár Alexandra Judit** és **Nyíri Réka Fanni**.

Gratulálok a díjazottaknak!

Aki szeretné az itt tárgyalt problémákat angolul, film formájában megnézni, annak ajánlom az alábbi, vadonatúj videót!

How One Company Secretly Poisoned the Planet

Veritasium (17.9M subscribers) / Megjelent: 2025.05.14.

<https://www.youtube.com/watch?v=SC2eSujzrUY>

Az igényes és érdekesítő összeállítás történeti sorrendben mutatja be az „örök vegyi anyagok” ill. a fluorpolimerek problematikáit 1929-től kezdődően. A felfedezés körülményei és kapcsolódása a Manhattantervhez, majd a Teflon nagyüzemi gyártása során felmerült dilemmák valódi dokumentumok, riportok és kémiai animációk felhasználásával kerülnek elmagyarázásra. A hallás utáni szövegértés fejlesztésére is kiváló lehetőséget kínál!

Kémia angolul

Szerkesztő: Barabás Gergő

A 2025/1. számban megjelent szakszövegek helyes fordítása:

A(z) MAD útmutatója az ételek füstöléséhez

Az elmúlt évtizedben az élelmiszerek/ételek füstölése újjáéledt/újra népszerű lett a konyhákban világszerte. Első pillantásra ezek a technikák egyszerűnek és primitívnek tűnnek (és sok tekintetben azok is), de a rengeteg változó, a részlet és a tudományos felvetés miatt az ételek füstölése/az ételfüstölés témája zavaró lehet. Ezen kihívások leküzdésének/navigálásnak megtanulása új ízek világát nyithatja meg.

[...] A konfitálás évszázadokon át a kacsá, a sertés és más állatok húsa tartósításának a népszerű módja volt ezen a vidéken, de valamiért (még) senkinek sem jutott eszébe a lazac konfitálása. [...] Skandinávia nyirkos és hideg vidékén a füstölés – a hő növelésével és a páratartalom csökkentésével – lehetővé tette az ételek gyorsabb kiszáradását. Ez a technika önmagában nem volt elegendő a romlás megelőzésére, de sózással együtt egész télen meg tudta védeni az ételeket.

A só és a füst közötti kölcsönös függés egyértelművé válik a különböző skandináv étkezési hagyományok felfedezésekor. Norvégia és Svédország egyes részein, ahol nem állt rendelkezésre só, a vízfelvonást és a mikrobaszaporodást nem lehetett kellőképpen csökkenteni, ezért a halat füstölés helyett laktofermentálták – ez a mikrobiális átalakulási folyamat, amely számtalan más termék mellett kimchit és savanyú káposztát is előállít. Erről a vidékről/területről származott a szúrós/átható szagú surströmming, a rakfisk és az ősi gravlax. Ahol azonban rendelkezésre állt só, (ott) a füstölt termékeket részesítették előnyben.

Számtalan generáció óta/generáción keresztül az emberek és őseik közel 1500 különböző növényfajt égettek el kifejezetten az általuk termelt füst miatt. Sokukat – például a dohányt és a kannabiszt – használnak gyógyászati vagy rekreációs/élvezeti célokra. Mások füstjei hallucinogén anyagokat tartalmaznak, és vallási rituálékban/rituálék

alatt/során használják. Ezek a növényi eredetű füst legrégebbi ismert felhasználási módjai. Más növényeket azonban évszázadok óta/régóta elégettek, hogy megpróbálják elűzni a bosszantó kártevőket és a gonosz szellemeket, és/valamint, hogy megóvják az ételeket a bosszantó/károsító mikrobáktól.

A tűz évezredek során lehetővé tette számunkra, hogy új ételeket fedezzünk fel és bővítsük étrendünket, így alapvető szerepet játszott saját evolúciónkban és fejlődésünkben. Ez egy másik ok, amiért annyira szeretjük a füstölt ételeket: a nem tudatos/tudat alatti, de nagyon erős vonzódás a rendelkezésre álló tápanyagok illata iránt.

Manapság a szakácsok szerte a világon a füst segítségével új dimenziót adnak a főzés(ük)hez, ami egy izgalmas fejlemény. Az étel jó/megfelelő füstölése azonban sokkal többről szól, mint egy kis fadarab égéséről/egy kis fadarabot csak égni hagyni. Ahhoz, hogy a legtöbbet kihozzuk ebből a technikából a konyhában, többet kell tudnunk a füsttről és annak működéséről/jobban meg kell értenünk a füstöt és annak működését.

AZ ALAPOK

A füst nem egy egyszerű gáz. Három halmazállapot keveréke: szilárd, folyékony és gáznemű részecskék aeroszolja. Ezek a gáz-halmazállapotú részecskék – elpárolgott állapotban lévő vegyszerek – a füst teljes térfogatának csak 10%-át teszik ki, de a munka több mint 90%-át végzik. Ezek a molekulák befolyásolják a színt, az ízt, az állagot és a tartósságot, ezért fontos megismerni őket. Ehhez meg kell érteni a tüzelőanyag elégetésének természetét, a szükséges égési feltételeket és ezeknek a változóknak a(z) irányított/kontrollált szabályozását.

A fa a leggyakrabban használt füstölő/füsttermelő növény, amellyel megvédi az ételeket a romlástól. Hasznosságát elsősorban a szerkezetének köszönheti. A fa három fő anyagból áll. Egy fasejtben cellulózból (40-50%) és hemicellulózból (15-25%) álló, ligninnel (15-30%) impregnált mikrofibrillákat találunk. Az első két anyag nagyon hasonló: a cellulóz egy hosszú, lineáris glükózlánc, míg a hemicellulóz különféle cukrok – nem csak glükóz – rövidebb, elágazó lánc. A lignin ezzel szemben az egyik legösszetettebb természetes anyag, a füstölés szempontjából a fő tulajdonsága a fenolmolekulák bonyolult hálózata.

A tűz képes felszabadítani az e három anyagban rekedt illatos és terápiás vegyi anyagokat. Ezt a felszabadítási folyamatot pirolízisnek nevezik – a szerves anyagok termokémiai lebontása magas hőmérsékleten.

A cellulóz és a hemicellulóz lebontása Maillard-reakciót vált ki, amely a sárgától a sötétbarnaig terjedő színt hoz létre. Kisebb, illékony molekulák is keletkeznek, amelyek édes, kenyér-szerű, diós és virágos jegyeket adnak a terméknek. Ez a lebomlás olyan savakat is felszabadít, amelyek csökkentik az élelmiszer felületének pH-értékét és lassítja a baktériumok növekedését.

A lignin lebontása további tulajdonságokhoz járul hozzá. A ligninben lévő fenolok olyan antioxidánsok, amelyek késleltetik a zsírok avasodását – nagyon hasznosak a hús, a zsíros hal és más zsíros anyagok feldolgozásakor. A lignin pirolízise során alapvető ízvegyületek – karbonilok és fenolok – is keletkeznek, amelyek a termék felületéhez tapadnak és belediffundálnak, szegfűszeges, tőzege, vaníliás és fűszeres jegyeket hozva létre.

Ezeknek a kívánt füstölési hatásoknak elérése elsősorban a fa izzási hőmérsékletétől függ, amely közvetlenül összefügg az izzási/parázslási sebességgel/mértékkel. Az izzás mértékét – és ezzel a hőmérsékletet – elsősorban a légárammal tudjuk szabályozni. Ha az égés során lángok keletkeznek, a hőmérséklet túl magas, és a légáramlást csökkenteni kell. És ha az égő anyag nem izzik, növelni kell a légáramlást. Az izzási hőmérsékletet befolyásoló további fontos tényezők közé tartozik a páratartalom, a fa típusa, valamint a faforgács mérete és alakja.

Egy jó (étel)füstölőnek kulcsfontosságú tudása a pirolízis szabályozásának ismerete ezeken a változókon keresztül. Úgy tűnik, hogy a 400 °C/A 400°C tűnik a legjobb parázslási/izzási hőmérséklet/nek a cellulózból és hemicellulózból származó édes és savas molekulák, valamint a ligninből származó erősebb fenolok közötti egyensúly megteremtésére. Magasabb hőmérsékleten ezek az izmolekulák egyszerűbb, keserű/fanyar és végül íztelen vegyületekké bomlanak le. Alacsonyabb hőmérsékleten, különösen 200 °C alatt a cellulóz és a hemicellulóz ecetsavra, hangyasavra és egyéb savakra bomlik. Ezek a savak fontos szerepet játszanak a tartósításban, de nagy mennyiségben fanyar/keserű ízt adnak a terméknek.

The aroma of cocoa

The two most important intermediate products from the seeds of the cocoa plant (*Theobroma cacao* L.), the cocoa bean, are cocoa butter and cocoa mass, from which cocoa powder and chocolate are made/which are used to produce cocoa powder and chocolate. Although the cocoa bean has significant physiological effects, the products made from it are consumed primarily for their enjoyment value. This means that the scent and aroma compounds of cocoa powder play an important/key role in the quality of these luxury foods. Cocoa powders with different fat contents are commercially available: those with higher fat content usually contain 20–22% (cocoa butter), while those with lower fat content contain 10–12%. The smell/scent of products with a higher cocoa butter content is noticeably more intense and aromatic, even for laic people/consumers. After the fermentation, the drying and the roasting of cocoa beans cocoa powder is produced by fine grinding, after/following/followed by crushing and peeling. Once the appropriate grain size has been reached, it is cooled, sieved and then packaged. The quantity and quality of the aroma substances present in cocoa beans are essentially/mainly/basically influenced by two things: the type of cocoa tree and the individual/certain steps of the processing process - in particular/particularly the fermentation time and roasting. During the processes aroma precursors (free amino acids, short-chain peptides, reducing sugars) are produced/formed first, and then the aroma components themselves during roasting. The characteristic cocoa aroma develops in/during the Maillard reaction mentioned above/during the aforementioned Maillard reaction.

When examining cocoa powders, we tried two methods for extracting aroma substances: solid-phase microextraction and steam distillation. Our samples were fatty and reduced-fat-content cocoa powder from various manufacturers. With/For both types of cocoa powder, we were able to extract more aroma components through the distillation process and the intensity of the components proved to be more meaningful. Each cocoa powder had a fragrant appearance/seemed to have a fragrant appearance/seemed fragrant, the number of identified aroma compounds was over 100 in each case. Fatty acids were the most prevalent in all cocoa powders/appeared with the highest/greatest intensity, with the practically odorless palmitic acid dominating. Some of the

fatty acids are originally contained in cocoa but are also formed during roasting. Despite their high intensity, these compounds - especially those with long carbon chains - have little scent, rather they are of mild, waxy, greasy-oily character. Characteristic components included heterocyclic (nitrogen and oxygen-containing) compounds that are formed during heat treatment, as a result of the Maillard reaction and various ring-closing reactions. Their presence in cocoa powder therefore only indicates that it is a heat-treated product/the product has undergone heat treatment that/which contains amino acids and reducing sugars. These volatile compounds give no indication of the plant raw material from which the product was made. Within the heteroaromatic compounds mentioned (earlier/above), the number and area ratio of the various pyrazines were most significant; their aroma (characteristics) is mostly reminiscent of walnuts, hazelnuts, roasted oil seeds. With the distillation method used, a larger number of pyrazine compounds can be extracted from the samples compared to solid-phase microextraction - this observation is also supported by literature data. The striking aroma richness of the fattier cocoa powder compared to that of the lower-fat cocoa powders is partly due to the more volatile members of this group of compounds with lower molecular mass: as these pyrazine compounds appeared in greater numbers and (with greater) intensity in the chromatogram, together with various hydrocarbons and aldehydes in greater number and intensity. Due to their relatively high volatility, these aroma components are partially or completely removed from the product while the fat content is being reduced - when different amounts of cocoa butter are extracted/removed from cocoa mass by pressing, depending on the desired fat content of the cocoa powder - this may be the reason for the weaker smell/scent of low-fat cocoa powder(s). Terpene compounds are widespread in the plant world: they often play a characteristic role in fruits and spices. Although these components were not dominant in cocoa powders, they probably play an important role in the creation of the pleasant aroma: woody, plant-like α - and β -pinene; spicy β -myrcene; Citrusy δ -3-carene and DL-limonene, floral linalool and many other terpene compounds, mainly monoterpenes with floral-fruity characteristics appeared. Esters also contribute to the rich aroma of fatty cocoa powder: as we identified a significant proportion of these compounds, those with higher molecular mass, less volatile fatty, with a slightly

floral scent and the ones with smaller mass with a fruity, winey, sweet scent. The differences in the aromatic composition of cocoa powders with different fat contents therefore suggests that, in parallel with the removal of cocoa butter, many aroma components are also lost. As a result, the smell/scent of reduced-fat cocoa powder is significantly weaker, and its caramel-nutty-roasted character is milder.

A 2025/2. számban megjelent szakszövegek helyes fordítása:

Milyen a tavasz illata?/Mi (is) a tavasz illata?

Lehet, hogy rossz az elképzelésed!

A tavasz férgek szagától bűzlik/férgektől bűzlik. Vagy inkább a maradványaiktól. És korhadt száraktól, levelektől, rovarrészektől és egyéb bomló szerves anyagoktól. Ez az egész borzasztóan romantikus, nem/ugye/nem igaz?

Amit tavaszszagnak nevezünk/a tavasz illatának nevezünk, az mindaz, ami a különböző felületekről elpárolgó (ki)olvadó vízből eléri a szaglóreceptorainkat. Vidéki területeken/Vidéken és külvárosokban ez főként az olvadó/felmelegedő föld illata teljes szerves pompájában/annak minden/teljes szerves pompájában.

Olvadó víz

A szerves anyagok bomlása a kémiai elemek átalakulása összetett szerves vegyületekből egyszerű ásványi anyagokká. Ezt a folyamatot mineralizációnak nevezik. A nappali hőmérséklet emelkedésével a hó alatt megfagyott lehullott levelek, az egyéves/egynyári növények, az elhullott rovarok és a férgek mineralizációja felgyorsul. A talajba szerves savak és sóik, valamint bomlástermékekből képződő szerves ásványi komplexek, továbbá/valamint nitrogén-, foszfor- és kénvegyületek kerülnek be. A levegőbe pedig illékony kén- és foszforvegyületek jutnak. Némelyikük meglehetősen szagos is/kellemetlen szagú. Például az aminok - szerves vegyületek, amelyek az ammónia származékai. Például a kadaverin és a putreszcin. Ezek a rothadó fehérje-bomlástermékekben találhatóak, és erős rothadó hús szaguk van/rothadó hús szagot árasztanak.

Szerves anyagok bomlása

Ezt az aromakoktél a geozmin anyag jelentősen felerősíti. Ezt/A geozmint föld felszínén élő cianobaktériumok és aktrinobaktériumok termelik. És a nedves földnek illata is ennek az anyagnak tudható be/a geozminnak tudható be.

Az emberi szaglás rendkívül érzékeny a geozminra. Ezt a szagot öt molekula/billió koncentrációban is meg tudjuk érezni/megérezzük. A harcsa és a ponty egyébként a 2-metil-izoborneollal kombinált geozmin miatt olyan sáros/sárra emlékeztető szagú. Ezek az anyagok felhalmozódnak a zsír- és izomszövetekben. A geozmin savas közegben lebomlik, ezért édesvízi halak készítésekor gyakran használunk ecetet és citromot.

A városban a "tavasz illata" megjelenésének fő oka a nappali hőmérséklet-emelkedés és a harmatos nedvesség elpárolgása. De a romantikus tavasz kémiai vegyületét itt jelentősen kiegészítik az útfelületek, az építőanyagok és a por mikroszkopikus részecskéi. Főleg/Főként nedves betonból származó, légköri nedvességgel átitatott karbonátok és kalcium-szilikátok, valamint gyári csövekből és autók kipufogógázából származó koromszemcsék (amorf szén, a tökéletlen égés egyik terméke).

Hóvirágok

A tavasz másik jellegzetes illata a fák /tél utáni újjászületéséből fakad a tél után. Törzsükben és kéregükben a fanedv elolvad/megolvad. Ennek (a) kémiai összetétele a különböző fák esetében eltérő. A tanninok például egyes fák kérgében találhatóak. A fenolvegyületek ezen csoportja nagyszámú -OH csoportot tartalmaz. A tannin kellemetlen/csípős szagú, az élelmiszeriparban az italok fanyar ízét biztosítják/érik el vele. A tannint bőr és szőrme cserzésére is használják.

A fák gyakorlatilag a tavaszi aromák egyetlen tisztességes/tiszteletre méltó forrásai. De bármilyen furcsának is tűnik/tűnhet a nedves por és a bomló férgek szaga iránti örömmünk/iránt érzett gyönyörünk, ezek (attól) még mindig a tavasz illatai. A tavasz pedig azt jelenti, hogy (most) vége (van) a hideg időnek, és valószínűleg/bizonyára minden rendben lesz.

Ozone depletion/The depletion of the ozone layer

Ozone does not even constitute even one millionth of the gases, but it plays an extremely important role in protecting life, primarily (in/)by filtering the most dangerous wavelengths of ultraviolet radiation (UV-C and UV-B) from the Sun that affect living organisms. Today, we are facing two problems at the same time: the depletion of/decrease in stratospheric ozone and the increase in ground-level ozone concentrations in industrialized and traffic-heavy environments. About 90% of the ozone content in the atmosphere is found in the stratosphere, but even in small concentrations the amount of ozone in the troposphere near the ground is dangerous for living organisms (Fodor 2006).

Ozone (O₃) is an unstable molecule consisting of 3 oxygen atoms, it decomposes into an ordinary oxygen molecule (O₂) and a highly reactive single-atom oxygen/single oxygen atom called nascent oxygen. A continuous cycle creates the ozone layer, which ensures/ensuring the constancy of the amount of ozone. In 1929, S. Chapman published the theory of ozone formation and decomposition (*Figure 11.1*) (Uherek 2003).

The ozone content of the atmosphere is given in Dobson Units (DU) – named after the British meteorologist G. M. B. Dobson, who measured the amount of ozone in the stratosphere with a simple spectrometer. 1 dobson is the amount of atmospheric ozone that would form a 0.01 mm thick layer at Earth's surface temperature and pressure. The long-term average value of stratospheric ozone is 300 dobson: it would form a 3 mm thick layer above the Earth's surface. Its average concentration depends on geographical latitude (260-280 dobson above the tropics, 380-400 dobson at (around) 60° latitude), there are also daily and seasonal rhythms - the natural change is on average 25% between the summer and winter extremes, it is influenced by solar flares, particle streams, supernova(e) explosions, and (there are) irregular changes, (too); therefore, it was not easy to decide clearly what could be considered natural variations and what was of anthropogenic origin.

Human activity affects the ozone cycle in both the stratosphere and the troposphere: it reduces the amount of ozone in the upper atmosphere ("good ozone") that absorbs deadly ultraviolet (UV) rays and increases the amount of ground-level ozone ("bad ozone") that is dangerous to

human health, vegetation, and artifacts (Mészáros 2005). Nobel-prize-winner/winning chemists (Paul) Crutzen, F. Sherwood Rowland, and Mario Molina have shown that halogenated hydrocarbons (which also contain a halogen atom - F, Cl, Br, I - in addition to carbon and hydrogen atoms) break down/up ozone molecules when they reach the stratosphere (Kerényi 2003a), so/confirming ozone depletion is a real phenomenon.

Ozone-depleting chemicals are generally various compounds consisting of combinations of chlorine, fluorine, bromine, carbon and hydrogen, known as halogenated hydrocarbons. These compounds, when they reach the stratosphere, decompose under the influence of ultraviolet rays, releasing elements that are dangerous to the ozone layer and accelerating the breakdown of ozone. Due to their harmful environmental impact/effect, CFCs (chlorofluorocarbons: commonly known as freons) and HCFCs (hydrochlorofluorocarbons) are subject to international and national restrictions. As a result of the 1985 Vienna Convention on the limitation and phase-out of emissions of substances that deplete the ozone layer, and the related Montreal Protocol signed in 1987, their use and atmospheric emissions had already decreased significantly in the 1990s and will be eliminated in the early 21st century. However, from a climate change perspective, it is important to note that the greenhouse effect of the "ozone-friendly" soft freons (unsaturated or hydrogenated freons) used to replace them is also significant (International Cooperation 2003).

Pályázati kiírás – Hannus István Kémiantanári Díj

1. A Hannus István Kémiantanári Díjat a Magyar Kémikusok Egyesülete Csongrád-Csanád Vármegyei Csoportja (MKE CsMCs) alapította 2024-ben kiváló általános- és középiskolai kémia szakos tanárok munkájának elismerése céljából a Csoport 2022-ben elhunyt örökös tiszteletbeli elnöke, Prof. Hannus István tanár úr emlékére.
2. A díjat évente egyszer adományozzuk, egy általános iskolai és egy középiskolai kémiantanár számára.
3. A díj egyenként 250.000 forint készpénzből és elismerő oklevélből áll.
4. A díj odaítéléséről az MKE CsMCs vezetősége dönt, titkos szavazással, a helyezési pontszámok összesítése alapján.
5. A díjat az évente megrendezésre kerülő Kémiai Előadói Napok megnyitó ünnepségén adjuk át, ahol a pályázó életművének rövid ismertetésére is sor kerül.
6. A pályázásra jogosultak köre: magyar állampolgárságú vagy magyar anyanyelvű, a Dél-Alföldi régióban (Csongrád-Csanád, Jász-Nagykun-Szolnok, Békés és Bács-Kiskun vármegyék) valamint a régióban a határon túl (Vajdaság, Partium) tevékenykedő, továbbá az SZTE bázis iskoláinak általános- és középiskolai kémia szakos tanárai.
7. A díjjal a pályázó kémiantanári kiválóságát (ami nem feltétlenül jelenti az életművét) kívánjuk elismerni.
8. A díjra magyar nyelven írott pályázatot kell benyújtani. A pályázat benyújtási határideje minden év szeptember 30. A pályázatnak tartalmaznia kell a következőket:
 - A pályázó szakmai önéletrajzát (max. 2 oldal);
 - A pályázó kémia tanári tevékenységének részletes ismertetését (max. 2 oldal);
 - A pályázó tehetséggondozásban kifejtett tevékenységének részletes ismertetését (max. 1 oldal);
 - A pályázó eredményességének ismertetését a közép- vagy felsőoktatásban, kémia irányban (vegyész, vegyészmérnök, kémiantanár)

továbbtanuló általános- vagy középiskolás tanítványaikat illetően (max. 1 oldal);

- A kémia oktatásában és népszerűsítésében kifejtett egyéb tevékenységének (pl. előadások, írásművek, versenyek vagy konferenciák szervezése stb.) ismertetését, bemutatását (max. 1 oldal).
- Két ajánlást.

9. A díjat a pályázó egy alkalommal nyerheti el. Sikertelen pályázat esetén a pályázat a következő ciklusban újra benyújtható. Nem megfelelő minőségű pályázatok, illetve az anyagi fedezet esetleges hiánya miatt az MKE CsMCs fenntartja a jogot arra, hogy a díjat ne ítélje oda, ill. ne írja ki.

10. A pályázatot elektronikus úton kérjük benyújtani a Magyar Kémikusok Egyesülete Csongrád-Csanád Vármegyei Csoportja mindenkori elnökének címezve (jelenleg Prof. Sipos Pál, SZTE Molekuláris és Analitika Kémia Tanszék, 6720 Szeged, Dóm tér 7.) a sipos@chem.u-szeged.hu e-mail címre.

Ősz Katalin, Várnagy Katalin

Az 57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője – 2025. április 25-27., Debrecen

Az 57. alkalommal megrendezett Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaversenyt a szokásos módon háromfordulós lebonyolítási rendszerben valósította meg a 15 fős Versenybizottság *Ősz Katalin* egyetemi docens (Pécsi Tudományegyetem), a Versenybizottság elnöke irányításával. A 2024-2025. évi versenykiírást 2024. október elején tettük közzé a verseny honlapján (<https://irinyiverseny.mke.org.hu/>), a nevezők regisztrációja október 22-én indult és december 20-ig tartott.

Az első forduló feladatait minden diák a saját iskolájában írta meg 2025. január 23-án, akkor összesen 1967 diák kezdte meg a versenyt. A 2025. március 6-án tartott második fordulóra 665 diák jutott tovább, ezt a fordulót megyénként egy-egy helyszínen rendeztük meg. Az április 25-27 között rendezett döntőben a továbbjutott 201 diákhöz csatlakozott a Felvidékről érkező 4 és az Erdélyből érkező 7 diák, így összesen 214 diákkal kezdődött meg a háromnapos, remek hangulatú esemény.

2019, 2022, 2023 és 2024 után 2025-ben jelenléti helyszínként ötödik alkalommal a Debreceni Egyetemen rendeztük meg az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny döntőjét. Ezúttal ismét az Egyetem téri Campuson voltunk, a Kémiai Épület frissen felújított Eszárnyában és az Élettudományi Épületben. A laborfordulók vadonatúj laborokban zajlottak, a zsűri-megbeszélések és a javítások Kémia Épület tantermeiben, a szombat esti előadás a K2 kémiai nagyelődoban volt. Az írásbeli és a szóbeli vizsgák, valamint a megnyitó és a díjátadó az Élettudományi Épületben volt. A versenyző diákok mellett mintegy harminc szülő is elkísérte a diákokat, a verseny lebonyolításában pedig 112 kémiatanár és 80 segítő működött közre.

A megnyitót április 25-én este tartottuk az Élettudományi Épület nagy előadótermében. Először *Várnagy Katalin*, a helyi szervezőbizottság elnöke, a DE Kémiai Intézetének igazgatója köszöntötte a verseny diák résztvevőit, a felkészítő tanárokat, emellett a versenybizottság, a Magyar Kémikusok Egyesülete, valamint a helyi szervezőbizottság

tagjait. *Kun Ferenc*, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológia Karának dékánja elmondta, hogy „...az Irinyi verseny nem csak megmérettetés, hanem egyfajta ünnep is, a kémia iránti kíváncsiság, tudásvágy és a tehetség ünnepe. Nemcsak a gyerekeké ez az ünnep, hanem a tanároké is, ilyenkor mi is feltöltődünk, inspirálódunk, megújítjuk motivációinkat, ami tovább lendít bennünket az oktatói, tanári munkában. Akik eljutottak ide a döntőbe azok már mind nyertesek és minden elismerést megérdemelnek, de a tanáraik és felkészítőik is. A Debreceni Egyetem a hazai természettudományos oktatás fellegetvára és szeretettel várják a tanulmányaikat folytatni kívánó diákokat.” A rendezvényen a felszólalók más-más aspektusból mutatták be a kémia társadalmi jelentőségét és szerepét a mindennapi életben.

Balázs Ákos, Debrecen alpolgármestere beszédében kifejtette, hogy „Debrecen egy tudás alapú város és minden olyan kezdeményezést, ami a tudásnak ad helyet és azt táplálja, támogatnak és nagy szeretettel fogadnak. Fontos Debrecen számára, hogy kiváló oktatási intézménye, egyeteme legyen, ezzel is segítve a fiatalok helyben maradását. A világ nagyon komoly változásokon megy keresztül és a kémiában is lépést kell tartani ezzel a környezetünk védelmében. Az egyetemmel több közös projekt is indult, Zöld Kódex készült, ami a helyi stratégiák összessége. Ez tartalmaz 50 intézkedést, ami hosszú távon befolyásolja Debrecen jövőjét, ezek közül az egyik intézkedés a környezeti ellenőrző rendszer, melyben 16 kémiai mérőállomáson folyamatosan mérik a környezet állapotát.”

Győrösi Pál, a Richter Gedeon Nyrt. PR menedzsere elsősorban arra hívta fel a figyelmet, hogy „nagyon fontos a cégek számára, hogy ilyen sokan érdeklődnek a kémia iránt, különösen a Richter Gedeon Nyrt. számára. Fontos a város, a cégek és az egyetem együttműködése, hogy itthon maradjanak a fiatalok, szeretnénk, ha az a magas szintű tudás gazdagítaná a várost és a cégeket egyaránt. Ugyanakkor, ha esetleg valaki érdeklődik a külföldi munkavégzés iránt az ma már cégen belül is megteheti ezt, ebben a Richter lehetőséget kínál 1200 fős kutatóbázisával. Eddig egy gyógyszer kifejlesztése 18-20 évbe telt, de a debreceni biotechnológiai üzemnek köszönhetően sokkal kevesebb idő is elég lesz ehhez. Bízom benne, hogy köztünk ülnek azok a személyek, akik le fogják tenni a névjegyüket pár év múlva ezen a területen.”

Varga Béla, a BorsodChem PR igazgatója előadásában hangsúlyozta, hogy „más vállalatokkal, szervezetekkel karöltve a Kémia Mindenkinek Programban egyre többet teszünk a kémia népszerűsítéséért és évente szervezünk egy projektversenyt is egyetemistáknak, olyan gyakorlati problémára, amit a BorsodChem még nem tudott megoldani és tőlük várják az új megközelítési módok kidolgozását. Az idei évtől a győztes csapat szakmai tanulmányúton vehet részt Kínában az anyavállaltunknál. Aki a kémiától, a kutatásfejlesztés irányába szeretne továbblépni, szívesen látják a Borsodchemnél.”

Végül *Ősz Katalin*, a Versenybizottság elnöke köszöntötte a jelen lévőket és nyitotta meg a versenyt sok sikert és még több közös élményt kívánva diákoknak, tanároknak egyaránt.

Az idei kulturális program keretében a Debreceni Egyetem Zeneművészeti Karának két növendéke, *Vasi Zorka* és *Kovács Krisztián* könnyűzenei előadását hallgathattuk meg. Az estét a diákok és a tanárok is vacsorával zárták.

Másnap, április 26-án az Egyetem téri Campuson folytatódott a verseny az írásbeli és gyakorlati fordulókka. Az előző években már kipróbált és „bevált” menetrend szerint a 9. és 10 osztályos tanulók nem egyszerre írásbeliztek és laboroztak, hanem a 9. osztályosok az írásbelivel, a 10. osztályosok pedig a labor gyakorlattal kezdtek, majd a két csapat helyet cserélt.

A versenyző diákok számára a délután már a pihenésről szólt. Ennek keretében – és a szép időjárásnak is köszönhetően – az egyetem Botanikus kertjében, a Nagyerdő parkosított részén tehetek sétát, az érdeklődők ismertetéssel egybekötött látogatást tehetek az egyetem Főépületében, a Díszudvaron és az Aulában, illetve egy 15 fős csoportnak lehetősége volt az Agóra – Tudományos Élményközpont megtekintésére.

A javítást vállaló kísérőtanárok munkájának eredményeképpen estére részleges eredményhirdetésre kerülhetett sor. Hálásak vagyunk minden kollégának, akik részt vettek a javításban.

A részleges eredményhirdetésre a versenybizottság összeállította azoknak a diákoknak a névsorát, akik a másnapi szóbeli fordulón részt vehettek. Emellett estére a részletes írásbeli- és laborpontszámok is felkerültek a Debreceni Egyetem Kémiai Intézetének Irinyi-oldalára. A

hagyományok szerint azonban ezt az eredményhirdetést mindig megelőzi egy izgalmas előadás – ezt idén *Lente Gábor* egyetemi tanár (Pécsi Tudományegyetem) tartotta „Tudomány a Dúne Univerzumában” címmel.

Az utolsó nap (április 27.) délelőtti szóbeli forduló az Élettudományi Épület nagy előadótermében került megrendezésre. A diákok előadásait pontozó zsűri elnöke *Szalay Péter* egyetemi tanár, az MKE elnöke volt, a zsűri tagjai *Bárány Zsolt Béla* kémia tanár, *Musza Katalin* kémia tanár, egyetemi docens, *Ósz Katalin* egyetemi docens, valamint *Várnagy Katalin* egyetemi tanár voltak. A szóbeli fordulón – ahogy azt már megszokhattuk – tartalmas, érdekes és remekül felépített 5-5 perces előadásokat hallgathattunk meg különböző stílusokban. A szóbeli forduló – és így az egész rendezvény – az ünnepélyes eredményhirdetéssel és zárófogadással fejeződött be, melynek során *Lente Gábor*, a PTE Kémia Intézetének igazgatója vette át az Irinyi-zászlót *Várnagy Katalintól*, a DE Kémia Intézetének igazgatójától.

Jövőre a Pécsi Tudományegyetem ad otthont az Irinyi Verseny döntőjének 2026. április 10-12. között. Mindenkit sok szeretettel várunk a jövő évi versenyre is!

A versenyről további információkat talál az alábbi oldalakon:

- <https://www.irinyiverseny.mke.org.hu/>: az MKE Irinyi-oldala (innen letölthető a verseny története, a versenykiírás, az egyes fordulók feladatsorai és megoldókulcsaik, valamint fényképek)
- <https://kemia.unideb.hu/irinyi-janos-orszagos-kozepiskolai-kemia-verseny-2025>: a Debreceni Egyetem Irinyi-oldala (ahol elérhető a gyakorlati forduló feladatsora és megoldókulcsa, a verseny elméleti és gyakorlati fordulójának az összesített eredménye, fényképek, valamint információk a versenyhelyszínekről)

A verseny kiemelt támogatója volt a Richter Gedeon Nyrt., EGIS Gyógyszergyár Zrt., az EUROAPI Hungary Kft., a BorsodChem Zrt. és a Debrecen Megyei Jogú Város Önkormányzata. A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-24-B-0040 azonosító számú pályázati támogatásból valósult meg.

A 2022-ben alapított és idén immár negyedik alkalommal odaítélt, legjobb szóbeli fordulós előadásért járó *Pálinkó István díjat* a zsűri döntése alapján idén **Desics Panni** (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, felkészítő tanára: *Rakota Edina*) vehette át.

A verseny 9. és 10. osztályos Irinyi-díjasa 2025-ben a 9. osztályosok közül **Kiss Mihály** (ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, felkészítő tanárai: *Varga Bence és Villányi Attila*), a 10. osztályosok közül pedig **Milovecz Fruzsina Panka** (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, felkészítő tanára: *Albert Attila*) lett.

Az egyes kategóriák helyezettjei és a különdíjasok az alábbiak lettek. A szürke háttérrel kiemelt versenyzők az Irinyi-plakettet is elnyerték:

I.A kategória:

1. **Széll András**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Varga Bence*)
2. **Desics Panni**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Rakota Edina*)
3. **Verebély Levente Péter**, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnázium, Pécs (felkészítő tanárok: *László Szilárd, Petz Andrea*)
4. **Szabó Ármin**, Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium (felkészítő tanár: *Labancz István*)
5. **Wéber Zara**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Keglevich Kristóf*)
6. **Deák Patrik László**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Varga Bence*)
7. **Gincsei Gábor**, Budai Ciszterci Szent Imre Gimnázium (felkészítő tanár: *Gruber Ildikó Margit*)

8. **Rajtik Sándor Barnabás**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Keglevich Kristóf*)
9. **Pászti Sámuel**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Keglevich Kristóf*)
10. **Berta András**, Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium (felkészítő tanár: *Labancz István*)
11. **Hicsó Máté Kristóf**, Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Kurucz Dóra*)
11. **Rettegi Ákos**, Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Szakkollégium (felkészítő tanárok: *Borzsák István, Drozdik Attila*)
12. **Lovas Bernadett**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Varga Bence*)

I.B kategória:

1. **Kiss Mihály**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: *Varga Bence, Villányi Attila*)
2. **Gelencsér Gergő**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: *Varga Bence, Villányi Attila*)
3. **Balaton Kristóf**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: *Varga Bence, Villányi Attila*)
4. **Sovák Csenge Sára**, Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Kertészné Bagi Beatrix*)
5. **Batár Hanna Dóra**, Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen (felkészítő tanárok: *Dr. Várallyainé Balázs Judit, Hotziné Pócsi Anikó*)

I.C kategória:

1. **Kósik Noel Dániel**, Baranya Vármegyei Szakképzési Centrum Pollack Mihály Technikum és Kollégium, Pécs (felkészítő tanár: *Selényi Zsófia*)
2. **Galgóczi Ádám**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest (felkészítő tanárok: *Barabás Gergő*)
3. **Lakatos Norbert**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest (felkészítő tanár: *Tóth Krisztina*)

Az I. kategóriában a *legjobb számítási feladatmegoldó Kiss Mihály* volt. A *legjobb elméleti feladatmegoldók Verebély Levente Péter és Bognár Bertalan* lettek. A *gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban a legeredményesebbeknek Gelencsér Gergő, Rajtik Sándor Barnabás, Fekete Fruzsina Flóra, Kiss Mihály, Csoma Regina Réka és Pántya Nóra* bizonyultak. A laboratóriumi gyakorlat során a *legkreatívabb hibakompenzációért járó elismerést Széll András* nyerte el.

II.A kategória:

1. **Milovecz Fruzsina Panka**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
2. **Major-Nemes Marcell**, Gödöllői Török Ignác Gimnázium (felkészítő tanárok: *Kalocsai Ottó, Karasz Gyöngyi*)
3. **Perger Mátyás**, Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest (felkészítő tanár: *Elekné Betz Beatrix*)
4. **Erdélyi Berta**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
4. **Keszte Ádám**, Budapesti V. kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Tóthné Tarsoly Zita*)
5. **Rancea Alex-Krisztián**, Báthory István Elméleti Líceum, Kolozsvár (felkészítő tanár: *Nyitrai Apollónia*)
6. **Szepesi Zoltán László**, Budapesti V. kerületi Eötvös József Gimnázium (felkészítő tanár: *Tóthné Tarsoly Zita*)

7. **Csatári Bence**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
8. **Borsi Attila**, Kisvárdai Bessenyei György Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanár: *Tóth Eszter*)
9. **Tusnády Sára**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: *Albert Attila*)
10. **Popovits Réka Zsófia**, Egri Dobó István Gimnázium (felkészítő tanár: *Dr. Prokainé Hajnal Zsuzsanna*)

II.B kategória:

1. **Rauf Máté Gábor**, Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium (felkészítő tanár: *Dr. Huszákné Miklós Dóra*)
2. **Kis Ákos**, Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium (felkészítő tanár: *Csúri Péter*)
3. **Bálint Orsolya**, Keszthelyi Vajda János Gimnázium (felkészítő tanár: *Szabó Péter*)
4. **Hetényi Lőrinc Attila**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Czédulás Katalin*)
5. **György Paula**, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: *Sebő Péter*)

II.C kategória:

1. **Takács Dániel**, Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanár: *Mocsári Nóra*)
2. **Kreisz Levente**, Esztergomi SZC Bottyán János Technikum (felkészítő tanárok: *Szekeresné Czinege Erzsébet, Mártáné Kánya Renáta*)
3. **Dobos Dominik**, Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum (felkészítő tanár: *Dr. Feketéné Kiss Judit*)

A II. kategóriában a *legeredményesebb elméleti feladatmegoldó* **Kis Ákos** lett. A *legeredményesebb számítási feladatmegoldók* **Milovecz Fruzsina Panka** és **Rancea Alex-Krisztián** lettek. A *gyakorlati (laboratóriumi) fordulóban* **Major-Nemes Marcell**, **Erdélyi Berta**, **Hetényi Lőrinc Attila**, valamint **Tóth Balázs** értek el kiemelkedő eredményt.

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi felkészítő tanárok kaptak elismerést:

Keglevich Kristóf (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium)

Labancz István (Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium)

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi iskolák kaptak különdíjat:

Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa REANAL vegyszercsomag

Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnázium, Pécs RICHTER gyárlátogatás

Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc EUROAPI gyárlátogatás

Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Kollégium, Általános Iskola és Alapfokú BÁLINT ANALITIKA gyárlátogatás

Művészetoktatási Iskola, Bonyhád

Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata EGIS gyárlátogatás

Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen Lars Herzbach és csapata interaktív előadása (BMW Group Debreceni Gyár)

57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

Országos döntő feladatai (írásbeli rész)

I.A, I.B és I.C kategória

Munkaidő: 150 perc

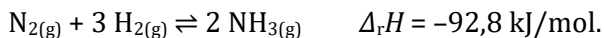
Összesen: 180 pont

Elmélet

E1. feladat

9 pont

Az ammónia nitrogénből és hidrogénből történő képződése egyensúlyra vezető folyamat:



- a) Hogyan változik a kiindulási anyagok egyensúlyi koncentrációja (nő, csökken, nem változik) a paraméterek változtatásával? Töltsd ki az alábbi táblázatot! A válaszaidat indokold is meg röviden!

	a kiindulási anyagok egyensúlyi koncentrációja	a termékek egyensúlyi koncentrációja
A hőmérséklet növelésére		
Indokolás:		
A nyomás növelésére (állandó hőmérsékleten)		
Indokolás:		
Katalizátort hozzáadására az egyensúlyi rendszerhez		
Indokolás:		

E2. feladat**36 pont**

Egészítsd ki az alábbi táblázatot!

	Elemi kén	Kén-dioxid	Szén-dioxid	Ammónia	Fehér foszfor
Összegképlet:					
Szerkezeti képlet:					
σ -kötések száma:					
π -kötések száma:					
Nemkötő elektronpárok száma:					
Molekula alakja:					
Molekula polaritása:					
Halmazállapot (25 °C, 0,1 MPa)					
A halmazban fellépő legerősebb kölcsönhatás:					
Rácstípusa szilárd állapotban:					

E3. feladat**10 pont**

TOTÓ: Karikázd be minden sorban az egyetlen helyes válasz jelét (1., 2. vagy X.)!

Vízben való oldásakor nem nő az oldat oxóniumion-koncentrációja	1. kén- hidrogén	2. sósav	X. nátrium- szulfát
3-as pH-jú oldatban az oxóniumion-koncentráció	1. 0,1 mol/dm ³	2. 0,3 mol/dm ³	X. 0,001 mol/dm ³
0,01 mol/dm ³ koncentrációjú oldatának a legkisebb a pH-ja	1. kénsav	2. sósav	X. nátrium- hidroxid
50 cm ³ 0,1 mol/dm ³ koncentrációjú sósavat semlegesít	1. 50 cm ³ 0,1 mol/dm ³ -es Ca(OH) ₂ - oldat	2. 25 cm ³ 0,1 mol/dm ³ -es Ca(OH) ₂ - oldat	X. 25 cm ³ 0,1 mol/dm ³ - es KOH- oldat
Vizes oldata savas kémhatású	1. nátrium- klorid	2. ammónium- nitrát	X. nátrium- acetát
0,01 mol/dm ³ koncentrációjú oldatához azonos térfogatú vizet adva a pH-ja csökken	1. HCl-oldat	2. NaCl-oldat	X. NaOH- oldat
0,01 mol/dm ³ koncentrációjú oldatához azonos térfogatú vizet adva a pH-ja nem változik	1. HCl-oldat	2. NaCl-oldat	X. NaOH- oldat

A 2-es pH-jú oldatra jellemző	1. [H ₃ O ⁺] = = 2 mol/dm ³	2. [OH ⁻] = = 10 ⁻² mol/dm ³	X. [H ₃ O ⁺] > [OH ⁻]
Vizes oldata semleges kémhatású	1. kősó	2. sziksó	X. timsó
Vízben való oldódásakor nem változik az oldat pH-ja	1. szén-dioxid	2. konyhasó	X. ammónia

E4. feladat**10 pont**

Igaz vagy hamis az alábbi tíz, *szigma-kötésre vonatkozó állítás*? X-eld be a megfelelő választ!

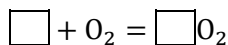
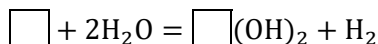
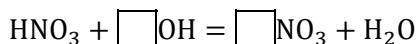
	Igaz	Hamis
Lehet lokalizált és delokalizált.		
Létrejöhet datív módon is.		
Tengelyszimmetrikus.		
Mindig apoláris jellegű.		
Száma megegyezik a kapcsolódó atomok párosítatlan elektronjai számával.		
A vízmolekulában 2 db van belőle.		
Minden molekularácsos anyag halmazában megtalálható.		
Az NH ₃ molekulájában 1 db van belőle.		
A gyémántban a rácsot összetartó kémiai kötés.		
Csak apoláris molekulákból felépülő vegyületekben találunk.		

E5. feladat**10 pont**

Minden vastag keretes téglalapba **egy-egy elem vegyjelét** írd be úgy, hogy ténylegesen is lejátszódó reakcióegyenleteket kapj. Azonban, ha valamelyik esetben többféle megoldást is tudnál írni, akkor azt írd be, amelyekben az elemek rendszáma a lehető legnagyobb, mert a kapott pont – helyes reakcióegyenlet esetén – attól függ, hogy mennyi a cellákba írt elemek rendszáma!

Az egyenletekbe sztöchiometriai együtthatókat sehol ne írd, azok már be vannak írva!

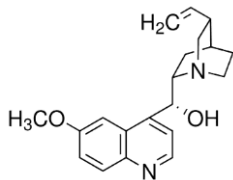
Ahol nincs megadva, ott add meg a **lejátszódó reakció típusát** is a szaggatott vonalas cellában!

Kiegészítendő reakcióegyenlet:**Reakció típusa:***csapadékképződés*

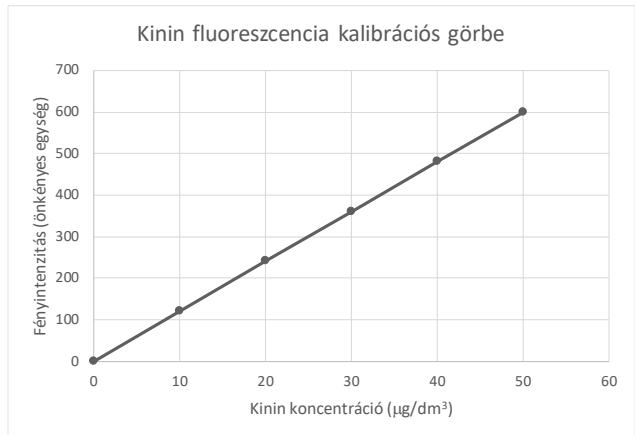
*égés***E6. feladat****4 pont**

A fluoreszcens molekulák (mint pl. a malária gyógyszereként is ismert, de a közkedvelt tonik üdítőital keserű ízéért is felelős kinin, ld. képlet alább) olyan anyagfélések, amelyek megvilágítás hatására fényt bocsátanak ki.

Ha egy kinint tartalmazó oldatot UV-fénnyel megvilágítunk, az oldat minden irányban kékes színű fényt bocsát ki. A kibocsátott fény erőssége (vagy intenzitása) híg oldatban egyenesen arányos a kinin koncentrációjával.



A kinin képlete



Elkészítettünk egy kinint ismert mennyiségben tartalmazó, rendre 0, 10, 20, 30, 40 és 50 µg/dm³* koncentrációjú oldatsorozatot (ún. kalibrációs oldatsorozatot). Ezzel állapítjuk meg, hogy a berendezésünk (spektrofluoriméter) által mért fényintenzitás hogyan változik a fluoreszcens vegyület koncentrációjával (ld. grafikon). Ezt követően egy ismeretlen kinin koncentrációjú oldatot helyezünk a berendezésbe. A műszerünkről 355 egységnyi fényintenzitást olvastunk le.

- a) Az ábra alapján becsüld meg, mennyi az ismeretlen oldat kinin koncentrációja!

- b) Egy 18 µg/dm³ koncentrációjú oldat esetében kb. mit mutatna a műszer?

* A µg jelölés mikrogrammot jelöl. 1 µg = 0,001 mg, azaz 1 milligramm ezredrésze.

E7. feladat**11 pont**

Egy reakciósebességi egyenlet megmutatja, hogyan függ egy kémiai folyamat reakciósebessége a jelen lévő anyagok koncentrációjától, állandó hőmérsékleten. A reakciók jelentős részének hatványszorzat alakú sebességi egyenlete van, ami azt jelenti, hogy a sebesség (v) megadható úgy, hogy minden koncentrációt egy megfelelő hatványra emelünk (ennek a neve rendűség), összeszorozzuk őket, majd még egy reakciósebességi állandóval is szorzunk. Képlettel kifejezve:

$$v = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta \cdot [C]^\gamma$$

ahol $[A]$, $[B]$ és $[C]$ a jelen lévő anyagok koncentrációja, α , β és γ a rájuk vonatkozó rendűségek, k pedig a reakciósebességi állandó.

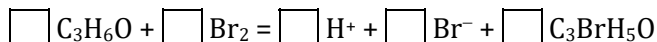
Mi a reakciósebesség (v)
mértékegysége?

A rendűségek gyakran egész számok, de esetenként lehetnek negatív számok (!) vagy törtszámok is. Noha egyszerű reakciók (ún. elemi reakciók) esetén a rendűségek azonosak a rendezett reakcióegyenletben szereplő sztöchiometriai együtthatókkal, általánosan ez nem igaz. A rendűségeket ezért mindig kísérletileg kell meghatározni. Ráadásul időnként egy reakció sebessége olyan anyag koncentrációjától is függ, amely nem is szerepel a rendezett reakcióegyenletben.

Hogy nevezzük azokat az
anyagokat, amik növelik a reakció
sebességét?

Hogy nevezzük azokat az
anyagokat, amik csökkentik a
reakció sebességét?

Ebben a feladatban az acetón (C_3H_6O) és a bróm között vizes oldatban lejátszódó reakciót tanulmányozzuk savas közegben. A gyakorlatilag egyirányú folyamat reaktánsai és termékei a következők:



Rendezd a fenti egyenletet! Akkor is írd be a sztöchiometriai együtthatót az üres négyzetbe, ha az értéke 1!

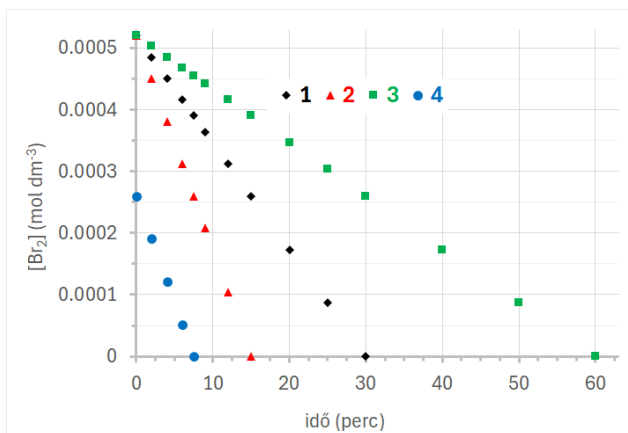
Négy kísérletet állítunk össze úgy, hogy bennük az összekeverés utáni pillanatban a bróm, az aceton és a perklorosav koncentrációja előre megszabott érték volt. Ezeket a koncentrációkat tartalmazza az alábbi táblázat:

kísérlet sorszama	[C ₃ H ₆ O] (mol/dm ³)	[Br ₂] (mol/dm ³)	[HClO ₄] (mol/dm ³)
1	0,100	0,000520	0,100
2	0,200	0,000520	0,100
3	0,100	0,000520	0,050
4	0,200	0,000260	0,100

(A perklorátion nem vesz részt egyetlen reakcióban sem.)

Melyik reaktáns fogy el teljesen a reakcióban minden esetben?

Az elvégzett kísérletekben a Br₂ koncentrációját a reakció elindítása után több időpontban is meghatározták és az idő függvényében ábrázolták:



A reakció sebességét úgy lehet ezekből a mérésekből kiszámolni, hogy a koncentrációváltozást elosztjuk az eltelt idővel. Az 1. kísérletnél pl. a bróm koncentrációja $0,000520 \text{ mol/dm}^3$ -rel csökkent 30 perc (azaz 1800 s) alatt, így a reakció sebessége:

$$v_1 = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0,000520 \text{ mol/dm}^3}{1800 \text{ s}} = 2,89 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Számold ki a másik három kísérletben is a reakciósebességet!

--

Mennyi a reakció rendűsége ...

- az acetona nézve?
- a brómra nézve?
- az oxóniumionra nézve?

Számítás**Sz1. feladat****29 pont**

Minden kérdésre egyetlen helyes válasz van. Keresd meg a helyes választ és karikázd be a betűjelét! Ha egynél több választ karikázol be, akkor semmiképpen nem jár pont, akkor sem, ha a helyes válasz is köztük van! A számolás menetét nem kell leírni!

1. Hogyan változik meg az $A + 2B \rightleftharpoons C$ egyensúlyi rendszerben az egyensúlyi állandó értéke, ha változatlan hőmérsékleten a B kiindulási koncentrációját a háromszorosára növeljük?
 - A) háromszorosára nő
 - B) változatlan marad
 - C) kilencszeresére nő
 - D) harmadára csökken
 - E) nem határozható meg
2. Milyen tömegarányban keverjük össze 10%-os, 40%-os oldatokat, valamint vizet, hogy 25%-os oldatot kapjunk?
 - A) 1:1:3
 - B) 2:1:7
 - C) 5:5:8
 - D) 5:10:3
 - E) 1:1:1
3. Milyen arány kell összekeverni 10%-os és 50%-os oldat, hogy 20%-os oldatot kapjunk?
 - A) 1:3
 - B) 2:1
 - C) 3:1
 - D) 7:5
 - E) 1:1

4. A 107,9-es moláris tömegű ezüst két izotóp keveréke. Az egyik a ^{109}Ag . Melyik lehet a másik?
- A) ^{112}Ag
 - B) ^{111}Ag
 - C) ^{110}Ag
 - D) ^{108}Ag
 - E) ^{107}Ag
5. Mennyi hidrogén fejleszhető 111,6 g vasból feleslegben vett tömény kénsavval?
- A) 2 mol
 - B) 2 g
 - C) 1,5 mol
 - D) 0,2 g
 - E) 0 mol
6. Mennyi hidrogén fejleszhető 111,6 g vasból feleslegben vett híg kénsavval?
- A) 2 mol
 - B) 2 g
 - C) 1,5 mol
 - D) 0,2 g
 - E) 0 mol
7. 2,0 dm³, 0,1 mol/dm³ koncentrációjú kénsavoldat előállításához mekkora térfogatú 1,83 g/cm³ sűrűségű 98 tömegszázalékos kénsavra van szükség?
- A) 10,93 cm³
 - B) 9,21 cm³
 - C) 17 cm³
 - D) 5,0 cm³
 - E) 1,1 cm³

8. 200 g 15%-os oldathoz mennyi sót kell adni, hogy 25%-os legyen?
- A) 26,67 g
 - B) 50 g
 - C) 30 g
 - D) 20 g
 - E) 25 g
9. Ecetsav – etanol elegyben a kiindulási anyagmennyiség-arány 1:2. Mekkora az észteresítési reakciónak egyensúlyi állandója, ha az ecetsav 50%-a alakul át?
- A) 0,33
 - B) 0,66
 - C) 3,0
 - D) 1
 - E) 1,27
10. Mennyi a HPO_4^{2-} és H_2PO_4^- ionokban lévő elektronok számának különbsége?
- A) 1
 - B) 2
 - C) 50
 - D) 0
 - E) 15
11. 1,0 mol metán és 2,0 mol szén-monoxid keverékét 10-szeres térfogatú oxigénnel összekeverve, majd a reakcióelegyet meggyújtva, mekkora lesz a füstgázban a szén-dioxid mennyisége 200 °C-on?
- A) 25%
 - B) 50%
 - C) 100%
 - D) 13%
 - E) Nem lesz benne szén-dioxid.

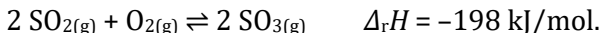
Sz2. feladat**22 pont**

A kénsavgyártáshoz ősidők óta használt egyik alapanyag a zöld vitriol ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Ennek egy mintáját levegőn hevítették zárt rendszerben. A gáz-halmazállapotú termékek lecsapásával kénsavoldatot kaptak, s mellette három vastartalmú anyag 59,0 g tömegű keveréke keletkezett. Ennek 18,1 tömegszázaléka hematit (Fe_2O_3), 30,7 tömegszázaléka magnetit (Fe_3O_4), a maradék pedig goethit (FeOOH) volt.

- Hány tömegszázalék vasat tartalmaz ez a keverék?
- Milyen tömegű zöld vitriolt hevítettek?
- Milyen tömegű és hány tömegszázalékos kénsavoldatot sikerült készíteni?

Sz3. feladat**11 pont**

A kén-trioxid kén-dioxidból történő képződése egyensúlyra vezető folyamat:



Amennyiben a kiindulási anyagok mennyisége 1,00-1,00 mol, a kialakuló egyensúlyban a kén-trioxid egyensúlyi koncentrációja (zárt, 2,00 dm³ állandó térfogatú tartályban, 420 °C hőmérsékleten) 0,30 mol/dm³.

- A kén-dioxid és az oxigén hány százaléka alakult át?
- Mekkora 420 °C-on az egyensúlyi állandó?

Sz4. feladat**16 pont**

Bármely sósav g/cm^3 -ben kifejezett sűrűségét elég nagy pontossággal meg lehet adni úgy, hogy 1-hez hozzáadjuk a tömegszázalék $1/200$ -ad részét. Így pl. a telített HCl-oldatnak, amely $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on $39,37$ tömegszázalékos, a sűrűsége $1,197\text{ g/cm}^3$.

- Számítsd ki a telített oldat anyagmennyiség-koncentrációját, valamint a HCl oldhatóságát 100 g vízre vonatkoztatva!
- $150,0\text{ cm}^3$ tömény sósavból kinyerünk $28,00\text{ dm}^3$ térfogatú $25\text{ }^\circ\text{C}$ -os, standard nyomású HCl-gázt. Mennyit csökken a sósav térfogata?

Sz5. feladat**12 pont**

Kálium-nitrátból és vízből $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatot készítettünk. Ezután az oldatot felmelegítettük $60\text{ }^\circ\text{C}$ -ra és annyi szilárd kálium-nitrátot adagoltunk még hozzá, hogy $60\text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldatot kapjunk.

Ezután a telített oldathoz 100 cm^3 vizet adtunk, majd az oldatot visszahűtöttük $20\text{ }^\circ\text{C}$ -ra. A hűtés hatására $52,53\text{ g}$ szilárd kálium-nitrát vált ki az oldatból.

Hány gramm volt a kiindulási, $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on telített oldat?

A KNO_3 oldhatósága $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on $21\text{ g só}/100\text{ g víz}$, $60\text{ }^\circ\text{C}$ -on $110\text{ g só}/100\text{ g víz}$. A víz sűrűsége $1,00\text{ g/cm}^3$.

**57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny
Országos döntő (laboratóriumi gyakorlat)**

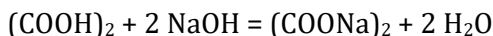
I.A, I.B és I.C kategória

Munkaidő: 120 perc

Összesen: 50 pont

Oldat oxálsavtartalmának meghatározása sav-bázis titrálással

A varroa atka a méhészek egyik legádázabb ellensége, mivel a kolóniában élő méhek között szaporodnak el, és teljesen legyengítik a méheket. Ellene többféle módon lehet védekezni, az egyik hatásos készítmény a cukorból és oxálsavból készített oldat. Egy ilyen készítménynek megfelelő keverékből készítettünk oldatot, és ennek oxálsavtartalmát kell meghatároznod. Az oxálsav a legegyszerűbb kétértékű szerves sav, amely nátrium-hidroxiddal közömbösíthető az alábbi egyenletnek megfelelően:



Útmutató a meghatározáshoz

- a) Az asztalon találsz egy kis üvegben az ismeretlen mintát. Az előző lapon található bekeretezett rovatba írd be a helyszámodat és a minta azonosító számát!
- b) A kis üvegben levő oldatot tölcsér segítségével juttasd a 100,00 cm³ térfogatú mérőlombikba, és a kémcső többszöri átmosása, valamint a tölcsér átmosása után töltsd fel jelig az oldatot desztillált vízzel, majd a tartalmát alaposan rázd össze.
- c) Az így elkészített törzsoldatból pipettával mérjél ki a titráló vagy kis Erlenmeyer lombikokba 10,00-10,00 cm³-t. Ellenőrizd, hogy a pipettád egyjelű vagy kétjelű pipetta-e! Ha egyjelű pipettád van, abban az esetben az oldatot addig kell kiengedned, amíg „magától” kifolyik, a legvégében maradt cseppet nem szabad kirázni. Adjál a mintákhoz 3-4 csepp fenolftalein indikátort.
- d) Töltsd fel a bürettát a kiadott NaOH-oldattal. Ha szükséges, használd a kistölcsért. Jegyezd fel a NaOH-oldat pontos koncentrációját.

- e) Titráld meg a mintákat a NaOH-oldattal! Az oldathoz keverés mellett addig kell adagolnod a NaOH-oldatot, amíg az indikátor színe színtelenből nagyon halvány rózsaszínre nem változik.
- f) Érdeemes egy próbatitrálást végezni, és ezt követően három mintát pontosan megtitrálni.

Feladatok és számítások

A mérési adatokat és az átlagfogyást két tizedesjegy pontossággal jegyezd fel az alábbi táblázatba. Minden további eredményt négyértékes jegy pontossággal adjál meg!

A NaOH-oldat koncentrációja: mol/dm ³
A leolvasott mérőoldat fogyások: 1. titrálás: cm ³
2. titrálás: cm ³
Próbatitrálás: cm ³ 3. titrálás: cm ³
A mérőoldat átlagfogyása: cm ³

1) Számítsd ki, hogy

- a) mennyi a törzsoldatban az oxálsav anyagmennyisége?
- b) mennyi a kisüvegben kiadott oldat anyagmennyiség koncentrációja oxálsavra nézve?

A törzsoldatban az oxálsav anyagmennyisége:
---	-------------

Az eredetileg kiadott oldat anyagmennyiség koncentrációja oxálsavra nézve: ¹ mol/dm ³
---	---------------------------

¹ A kiadott minta térfogatának ismerete nélkül nem oldható meg.

Számítások (a számítások a feladatlap hátulján folytathatók):

Atomtömegek: $A_r(\text{H}) = 1,00$; $A_r(\text{C}) = 12,00$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{Na}) = 23,00$;
a víz sűrűsége: $1,000 \text{ g/cm}^3$

- 2) A készítmény 300,0 ml vízből, 300,0 g cukorból és 30,00 g kristályvizes oxálsavból $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ készült. Számítsd ki, hány tömegszázalékos az így készített oldat az oldott oxálsavra nézve!

A készítmény tömegszázaléka oxálsavra nézve:
--	----------

- 3) Ebből a készítményből készítettünk oldatot, és ebből az oldatból kaptad az ismeretlen mintát. Számítsd ki, hogy eredetileg mekkora térfogatú oldatot készítettünk ebből a készítményből!

A készítményből készült oldat térfogata: ²
---	----------

² A kiadott minta térfogatának ismerete nélkül nem oldható meg.

57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Országos döntő feladatai (írásbeli rész)

II.A, II.B és II.C kategória

Munkaidő: 150 perc

Összesen: 180 pont

Elmélet

E1. feladat

18 pont

Tegyél + jelet a táblázatba, ha a fent szereplő fémre igaz az állítás! Ügyelj arra, hogy a rossz helyre beírt + jelért pontlevonás jár!

	Fe	Cu	Ag	Al
Híg sósavból hidrogéngázt fejleszt.				
Amfoter elem.				
Tömény salétromsavban oldódik.				
Többféle oxidációs állapotban fordul elő.				
Halogenidjei fényérzékenyek.				
Tiszta állapotban vörös színű.				
Nemesfém.				
A Daniell-elem katódja.				
Könnyűfém.				
Híg kénsavoldatból H ₂ -gázt fejleszt.				
A bronz összetevője.				
Vegyülete a lágysz.				
Ionjai vizes oldatban színtelenek.				

E2. feladat**24 pont**

Az alábbi feladatban olyan vegyületekkel találkozhatasz, amelyek molekuláiban C=O molekularészlet található. Töltsd ki értelemszerűen a táblázatot!

A C=O molekularészlethez kapcsolódó ...		A vegyület neve:	Jellemző reakciójának rendezett egyenlete:
egyik atomcsoport:	másik atomcsoport:		
H-	CH ₃ -		Fehling-próbájának egyenlete:
HO-	HO- ¹		Reakciója mészkővel:
		glicerinaldehid	Ezüsttükörpróbájának egyenlete:
		metilacetát	Reakciója nátriumhidroxiddal:
HO-	H-		Reakciója brómmal:
		butanon	Tökéletes égésének egyenlete:
HO-	CH ₃ -		Reakciója szódabikarbónával:

¹ Valójában ilyen molekula csak nagyon kis koncentrációban létezik, azaz instabil.

E3. feladat**14 pont**

Ebben a feladatban a **termék** oszlopban szereplő anyag előállítása a cél. Az előállítás egy lépésben, melléktermék képződése nélkül, szénhidrogénből történik. Félkonstitúciós (atomcsoportos) képlettel dolgozz (pl. $\text{CH}_3\text{-CH}_3$)! Soronként egy lehetséges megoldást adj csak meg!

1. anyag (szénhidrogén) +	2. anyag (reagens) =	termék
		1,2-diklórbután
		2-klórbután
		2,3-diklórbután
		3,4-diklórbut-1-én
		1,4-diklórbut-2-én
		3-klórbut-1-én
		1-klórbut-2-én

E4. feladat**10 pont**

Add meg a megfogalmazásban megadott szempontnak megfelelő legkisebb szénatomú, telített vegyület félkonstitúciós képletét és szisztematikus vagy közönséges nevét!

1. Legnagyobb H:C arányú szénhidrogén:

Képlet:	Név:
---------	------

2. Másodrendű (szekunder) szénatomot is tartalmazó szénhidrogén:

Képlet:	Név:
---------	------

3. Másodrendű (szekunder) alkohol:

Képlet:	Név:
---------	------

4. Kétértékű, stabilis alkohol:

Képlet:	Név:
---------	------

5. Kétértékű karbonsav:

Képlet:	Név:
---------	------

E5. feladat**9 pont**

Kémia a szivárvány minden színében – TOTÓ

Karikázd be a helyes válasz jelét (1., 2. vagy X.) és válaszolj röviden a feltett kérdésekre!

1. Az alábbiak közül melyik VÖRÖS színű vegyület?

1. réz(I)-oxid	2. réz(II)-oxid	X. vas(II)-oxid
----------------	-----------------	-----------------

2. Az alábbiak közül melyik NARANCS színű vegyület?

1. KMnO_4	2. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	X. K_2CO_3
--------------------	--------------------------------------	----------------------------

3. Az alábbiak közül melyik SÁRGA színű?

1. Ag	2. AgCl	X. AgI
-------	---------	--------

Hogyan változik a színe napsütés/fény hatására?

4. Az alábbiak közül melyik ZÖLD színű?

1. $\text{Fe}(\text{OH})_2$	2. $\text{Fe}(\text{OH})_3$	X. Fe
-----------------------------	-----------------------------	-------

5. Az alábbiak közül melyik KÉK színű vegyület?

1. lúgkő	2. vasgálic	X. rézgálic
----------	-------------	-------------

Mi a kék vegyület képlete?

6. Az alábbiak közül melyik sötét IBOLYA színű?

1. KMnO_4	2. MnSO_4	X. Mn
--------------------	--------------------	-------

Mennyi benne a fém oxidációs száma?

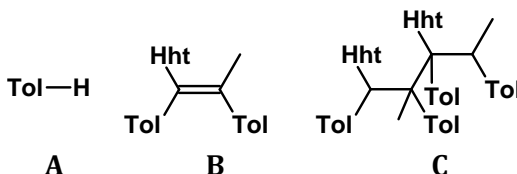
E6. feladat**14 pont**

A tolim csoport (Tol-) úgy képezhető, hogy a toluol (vagy metil-benzol) egy aromás hidrogénjét eltávolítjuk, a hexahidrotolim csoport (Hht-) pedig úgy, hogy a hexahidrotoluol (vagy metil-ciklohexán) bármely hidrogénjét eltávolítjuk.

- a) Rajzold fel az összes tolim csoportnak és az összes hexahidrotolim csoportnak a szerkezetét!

Tolim csoportok (3 féle):				
Hexahidrotolim csoportok (5 féle):				

Háromféle molekulát (A, B és C) láthatsz az alábbi ábrán ezekkel a csoportjelölésekkel:



- b) Mi az **A**, a **B** és a **C** molekulák összegképlete?

A:	B:	C:
-----------	-----------	-----------

- c) Hány különböző szerkezeti izomerje van az **A**, a **B** és a **C** molekuláknak? Ezeket nem kell felrajzolni, csak a számukat add meg!

A:	B:	C:
-----------	-----------	-----------

Számítás**Sz1. feladat****35 pont**

Minden kérdésre egyetlen helyes válasz van. Keresd meg a helyes választ és karikázd be a betűjelét! Ha egynél több választ karikázol be, akkor semmiképpen nem jár pont, akkor sem, ha a helyes válasz is köztük van! A számolás menetét nem kell leírni!

1. $0,05 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, kétértékű erős sav vizes oldatát százszorosára hígítva, mekkora lesz az oldat pH-ja?
 - A) 4,0
 - B) 3,0
 - C) 2,5
 - D) 11,0
 - E) 10,5
2. 200 g 15%-os oldathoz mennyi sót kell adni, hogy 25%-os legyen?
 - A) 26,67 g
 - B) 50 g
 - C) 30 g
 - D) 20 g
 - E) 25 g
3. pH = 1,0-es sósavat és vizet milyen térfogatarányban kell összekeverni, hogy a keletkező oldat pH-ja 1,3 legyen?
 - A) 1:1000
 - B) 1:1
 - C) 3:5
 - D) 1:10
 - E) Nem határozható meg

4. $2,0 \text{ dm}^3$ $\text{pH} = 2,0$ -es sósavba mennyi szilárd NaOH -t kell tenni, hogy a pH -ja 10 egységgel változzon? A térfogatváltozás elhanyagolható.
 - A) $0,40 \text{ mol}$
 - B) $0,80 \text{ g}$
 - C) $1,6 \text{ g}$
 - D) 8000 mg
 - E) $0,020 \text{ mol}$
5. Milyen arányban kell összekeverni $\text{pH} = 2$ -es sósavat és $\text{pH} = 13$ -as NaOH -t, hogy $\text{pH} = 7$ -es rendszer alakuljon ki?
 - A) $100:3$
 - B) $20:7$
 - C) $1:1$
 - D) $10:1$
 - E) Nem megoldható
6. Mennyi időre lenne szükség $1,2 \text{ kg}$ Al timföld olvadékból való leválasztásához, ha háztartási áramot, azaz 10 A áramerősséget használnánk?
 - A) 1042 nap
 - B) 3 év
 - C) $14,9 \text{ nap}$
 - D) $1,5 \text{ év}$
 - E) 651 nap
7. Egy standardállapotú metán – etán elegy átlagos moláris tömege 23 g/mol . A rendszert sztöchiometrikus mennyiségű oxigénnel összekeverve, majd elégetve, hogyan változik meg a nyomás (az oxigénnel kevert elegyhez képest), ha a kiindulási hőmérsékletre visszahűtjük?
 - A) nem változik
 - B) 40% -ra csökken
 - C) kétszerese lesz
 - D) 10% -kal csökken
 - E) harmadára csökken

8. 1,0 mol metán és 2,0 mol szén-monoxid keverékét 10-szeres térfogatú oxigénnel összekeverve, majd a reakcióelegyet meggyújtva, a füstgáz hány térfogatszázaléka lesz a szén-dioxid 200 °C-on?
- A) 25%
 - B) 50%
 - C) 100%
 - D) 13%
 - E) Nem lesz benne szén-dioxid.
9. Egy kén-hidrogén, kén-dioxid gázelegy átlagos moláris tömege 58 g/mol. 10 mol elegyből kiindulva a reakció lejátszódása után mennyi kén válhat ki maximálisan?
- A) 3 mol
 - B) 8 mol
 - C) 1 mol
 - D) 4,5 mol
 - E) 0,25 mol
10. Mekkora lehet a 0,010 mol/dm³ koncentrációjú ammónium-klorid-oldat pH-ja?
- A) 1,9
 - B) 12,0
 - C) 10,67
 - D) 5,63
 - E) 8,37

Sz2. feladat**16 pont**

Egy szerves sav 71,1 tömegszázalék oxigént és 2,22 tömegszázalék hidrogént tartalmaz. Ennek a savnak 0,405 g-ja $2,7 \cdot 10^{21}$ molekulát tartalmaz.

a) Mi a sav képlete?

A sav kalciumsójának erőteljes hevítéskor csak szilárd anyag és két különböző gáz keletkezik. Egyik gáz sem elem.

b) Írd fel a kalciumsó hevítéskor végbement reakciót!

c) Milyen lesz a keletkezett vizes oldat kémhatása, ha a hevítéskor keletkező szilárd anyagot vízzel összekeverjük? Írj reakcióegyenletet is!

d) A sav vizes oldatában a sav tömegszázaléka kétszerese az anyagmennyiség-százalékban megadott értékének. Számítsd ki a sav vizes oldatának tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!

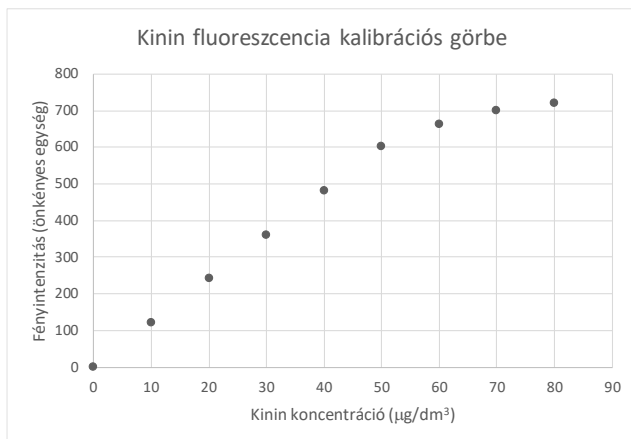
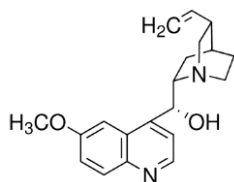
Sz3. feladat**9 pont**

Egy egyértékű gyenge sav $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatának pH-ja 3,00. Ennek az oldatnak adott térfogatú részletét 1000 cm^3 -re hígítottuk. Ekkor az oldat pH-ja egy egységgel változott meg a kiindulási oldatéhoz képest. Mekkora térfogatú oldatot hígítottunk 1000 cm^3 -re?

Sz4. feladat**8 pont**

A fluoreszcens molekulák (mint pl. a malária gyógyszereként is ismert, de a közkedvelt tonik keserű ízéért is felelős kinin, ld. képlet alább) olyan anyagfélések, amelyek megvilágítás hatására fényt bocsátanak ki.

Ha egy kinint tartalmazó oldatot UV-fénnyel megvilágítunk, az oldat minden irányban kékes színű fényt bocsát ki. A kibocsátott fény erőssége (vagy intenzitása) híg oldatban egyenesen arányos a kinin koncentrációjával, de nagyobb koncentrációknál telítésbe hajlik (ld. fenti grafikon).



A kinin képlete

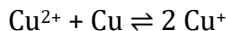
Elkészítettünk egy kinint ismert mennyiségben tartalmazó, rendre 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 és 80 µg/dm³* koncentrációjú oldatsorozatot (ún. kalibrációs oldatsorozatot). Ezzel állapítjuk meg, hogy a berendezésünk (spektrofluoriméter) által mért fényintenzitás hogyan változik a fluoreszcens vegyület koncentrációjával. 80 µg/dm³-nél nagyobb koncentrációjú oldatokat azért nem mértünk, mert azoknál már gyakorlatilag mindig ugyanazt a fényintenzitást kapnánk, így ott már a fényintenzitásból úgyszem lehetne meghatározni a koncentrációt.

- Ezt követően egy ismeretlen kinin koncentrációjú oldatot helyezünk a berendezésbe. A műszerünkről az oldatra 360 egységnyi fényintenzitást olvastunk le. Az ábra alapján becsüld meg, mennyi az első ismeretlen oldat kinin koncentrációja!
- Egy másik oldatról azt tudjuk, hogy a koncentrációja kb. 220 µg/dm³. Írj javaslatot arra, hogy hogyan határoznád meg ebben az esetben az oldat pontos koncentrációját! Ehhez a spektrofluoriméter, illetve mindenféle pipetták, mérőlombikok, és egy teli desztillált vizes flaska áll rendelkezésedre.

* A µg jelölés mikrogrammot jelöl. 1 µg = 0,001 mg, azaz 1 milligramm ezredrésze.

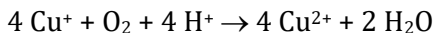
Sz5. feladat**11 pont**

A CuCl_2 savas kémhatású vizes oldatához elemi rezet adva a következő úgynevezett szinproporcionálódási folyamat játszódik le:



A CuCl rosszul oldódik tiszta vízben, de kloridionok feleslegének jelenlétében jól oldódó (pl. CuCl_2^-) szintelen komplex ionok képződnek, emiatt ilyen körülmények között a fenti egyensúly teljesen a jobb oldal irányába tolódik el. Ez abból is látszik, hogy az eredetileg a Cu^{2+} miatt kék színű oldat egy idő után elszíntelenedik (a Cu^+ és komplexei ugyanis szintelenek).

A reakció lejátszódása után így kapott Cu(I) -oldatot gázokból oxigénnyomok eltávolítására (azaz oxigénscapdaként) használják, ha ugyanis a rendszerbe oxigén kerül, a Cu^+ oxidálódik Cu^{2+} -vé az alábbi reakcióegyenlet szerint:



a képződött Cu^{2+} -t pedig a jelenlévő Cu visszaalakítja Cu^+ -gyé.

- Írd fel a bruttó egyenletet a két megadott egyenlet alapján (bruttó egyenletnek azt a reakcióegyenletet nevezzük, ami egyetlen rendezett kémiai egyenletben összefoglalja a többlépéses reakció lényegét, azaz, hogy miből mi keletkezik.): ... Cu + ... O_2
- Készítünk 1000 cm^3 , HCl -re $1,000 \text{ mol/dm}^3$, CuCl_2 -re $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot, és belehelyezünk egy $30,0 \text{ g}$ tömegű rézdrótot, majd a lombikot légmentesen lezárjuk. (Az oldószer oxigéntartalmát és az oldatkészítés során a rendszerbe került oxigén mennyiségét az egyszerűség kedvéért hanyagoljuk el.) Hány liter standardállapotú O_2 eltávolítására alkalmas ez az oldat?
- Számítással igazold, hogy ugyanennyi lenne-e az oxigénfogyás, ha az oldatunk HCl -re nézve $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú lenne!

Sz6. feladat**12 pont**

Egy, a laboratóriumi munkában még kevésbé járatos vegyészhallgató egy szilárd halmazállapotú szerves sav molekulaképletét szeretne volna meghatározni. A biztonság kedvéért mindenféle adatot megmért és feljegyzett a füzetébe. Ezeket írta le:

„A szilárd halmazállapotú sav sűrűsége 25 °C-on 1,79 g/cm³, olvadáspontja 168 °C. Szilárd állapotban a vegyület moláris térfogata 0,0838 dm³/mol.

A sav 222,2 mg-ját elégetve 1705 J hő fejlődik, miközben 260,72 mg szén-dioxid és 79,98 mg víz keletkezik.

A sav 147,3 mg-ját 1390,8 mg vízben oldva 1,47 cm³ oldat keletkezik, amelynek a fagyáspontja –1,3 °C. Az oldathoz további 12,4335 g vizet adva a térfogata 13,90 cm³, a fagyáspontja –0,2 °C lesz. Ezt az oldatot 0,1344 mol/dm³ koncentrációjú, 1,047 g/cm³ sűrűségű NaOH-oldattal titrálva, indikátorként 0,08 cm³ 0,01%-os fenolftalein-oldatot használva az ekvivalenciapontig a fogyás 14,61 cm³, az ekvivalenciapontban mérhető pH 8,47. Az ekvivalenciapont után a titrálószerből még 2,33 cm³-t az elegyhez adva a pH 12,00-ra növekszik.”

Mi a sav molekulaképlete?

57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Országos döntő (laboratóriumi gyakorlat)

II.A, II.B és II.C kategória

Munkaidő: 120 perc

Összesen: 50 pont

1. feladat

Egy kémcsőállványban 5 kémcsőben oldatok voltak. A kémcsövek jelölése: A, B, C, D és E.

Minden oldat egyetlen vegyületet tartalmaz az alábbiak közül:

AgNO_3 , CoCl_2 , CuCl_2 , FeCl_3 , HgCl_2 , NaCl , NiCl_2 , ZnCl_2 .

A kémcsövek tartalmának a megismeréséhez nátrium-szulfid és reagens ammónia oldatokat használtunk.

Kísérletek: valamennyi mintából kémcsövekbe kb. fél ujjnyi magasságú folyadékot töltöttünk, amelyekhez kis mennyiségben, majd pedig nagy feleslegben öntöttünk nátrium-szulfid vagy ammónia oldatokat. A tapasztalatokat az alábbi táblázat foglalja össze.

Kémcső betűjele	+ nátrium-szulfid	+ ammónia
A	nincs látható változás	nincs látható változás
B	fekete csapadék jelenik meg	Kis mennyiségű barnás csapadék válik le, mely az ammónia kis feleslegének a hatására színtelenül oldódik.
C	fekete csapadék jelenik meg	Halványkék csapadék válik le, amely az ammónia feleslegének hatására mély ibolya színnel feloldódik.
D	fekete csapadék jelenik meg	Fehér csapadék jelenik meg, amelyet az ammónia feleslege nem old.
E	fekete csapadék jelenik meg	A kezdetben leváló halványkék csapadék sárga színnel oldódik, amely állás közben be barnul.

Ezeknek az ismereteknek a birtokában határozd meg, milyen vegyületeket tartalmaznak az A, B, C, D és E kémcsövek! Írd fel a megadott tapasztalatokat leíró reakcióegyenleteket!

Tapasztalatok elemzése

Az egyes kémcsövekben lévő vegyületek neve vagy képlete:

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat
Vegyület					
Az oldat színe					

A kimaradt vegyületek neve vagy képlete:

Írj reakcióegyenletet minden csapadékképződéssel járó reakcióhoz! Értelmezd reakcióegyenletekkel a csapadékok oldódását is! Amennyiben egy adott reakciónál több változás is tapasztalható, mindegyiket értelmezd reakcióegyenlettel!

Reakcióegyenletek

	Az összeöntés során bekövetkezett változások reakcióegyenletei:
B + Na ₂ S	
B + NH ₃	
C + Na ₂ S	
C + NH ₃	
D + Na ₂ S	
D + NH ₃	
E + Na ₂ S	
E + NH ₃	

2. feladat

A kémcsőállványon levő azonosító szám:

Egy kémcsőállványban 6 kémcsőben oldatok vannak. A kémcsövek jelölése A, B, C, D, E és F.

Minden oldat egyetlen vegyületet tartalmaz az alábbi hat vegyülepár közül: **Al(NO₃)₃ vagy CaCl₂, Fe(NO₃)₃ vagy Zn(NO₃)₂, HgCl₂ vagy AgNO₃, KCl vagy KNO₃, NaI vagy Na₂SO₄, NaOH vagy Na₃PO₄.**

Határozd meg, hogy melyik kémcsőben, melyik vegyület oldata található. A vizsgálatokhoz a kémcsőben lévő kb. 10 cm³-nyi mintákon kívül csak üres kémcsövek és ioncserélt víz áll rendelkezésedre.

A minták kb. egy-egy cm³ részleteit reagáltasd egymással úgy, hogy az egyik reagensből először csak néhány csepp oldatot adagolj, majd utána kb. egy-két cm³-t, és figyeld meg a változást. Jegyezd fel a tapasztalatokat! 5-10 perc eltelte után is érdemes ellenőrizni az összeöntött oldatokat!

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat	F oldat
Az oldat színe						
B oldat						
C oldat						
D oldat						
E oldat						
F oldat						

A szóbeli témakörei**Összesen: 25 pont****I.A és I.C kategória:**

Fizikai és kémiai változások energiaviszonyai

I.B kategória:

Reakciók csoportosítása különböző szempontok alapján, példákkal

II.A és II.C kategória:

Halogének szervetlen és szerves kémiai reakciói

II.B kategória:

A víz mint reagens

Eredmények

I.A kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):							Számítás (Sz):					Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.			
Szell András	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence	9	36	10	10	7	4	9	29	22	11	15	12	42	24	240
Desics Panni	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Rakota Edina	9	35.5	10	10	7	4	10	29	14	11	14	12	46	25	236.5
Verebély Levente Péter	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	László Szilárd, Petz Andrea	9	36	10	9	10	4	9	29	15	11	8	8	49	22	229
Szabó Ármin	Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium	Labancz István	9	35	10	9	7	4	9	23	14	11	16	12	47	21	227
Wéber Zsara	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	9	32.5	10	10	8	4	7	29	13	11	14	12	48	19	226.5
Deák Patrik László	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence	9	34	10	10	9	4	9	29	14	9	16	6	49	18	226
Gincsei Gábor	Budai Ciszterci Szent Imre Gimnázium	Gruber Ildikó Margit	9	32	10	8	8	3	7	26	14	11	16	12	49	-	205
Rajtik Sándor Barnabás	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	9	30.5	10	10	7	4	11	20	14	11	16	12	50	-	204.5

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):							Számítás (Sz):					Labor:	Szóbeli:	Σ	
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.				
Pásztói Sámuel	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	7	34	10	10	7	4	8	8	29	13	11	9	12	49	-	203
Berta András	Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium	Labancz István	8	30.5	8	10	5	4	10	10	26	14	11	16	11	48.5	-	202
Hícsó Máté Kristóf	Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium	Kurucz Dóra	9	36	9	10	7	4	8	8	29	14	11	16	3	45	-	201
Rettegi Ákos	Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Szakkollégium	Borzsák István és Drozdik Attila	9	31	10	9	7	4	10	10	23	13	11	16	12	46	-	201
Lovas Bernadett	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence	8	35	10	9	9	4	7	7	29	12	11	14	6	46	-	200
Bányász Alex	Gödöllői Török Ignác Gimnázium	Kalocsai Ottó, Karasz Gyöngyi	9	35	9	8	7	4	8	8	23	13	11	14	8	48	-	197
Bognár Bertalan	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence	9	36	10	10	8	4	10	10	23	14	11	14	2	45	-	196
Nagy Zalán	Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda, Miskolc	Jurkó Dávid	9	35	10	9	5	4	9	9	23	14	11	15	2	49	-	195
Barna Ákos	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Dr. Várallyainé Balázs Judit, Hotziné Pócsi Anikó,	8	30.5	10	8	6	4	11	11	23	14	11	16	2	49	-	192.5

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):										Számítás (Sz):					Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.						
Kiss Géza	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	9	36	8	9	6	4	8.5	26	14	11	5	4	49	-	189.5			
Fekete Simon	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	9	34	8	9	7	4	8	23	14	9	10	44	-	188				
Árendás Ábel Bendek	Esztergomi Dobó Katalin Gimnázium	Takács Anikó	4	36	9	8	5	3	7	26	14	11	4	12	48	-	187			
Fejérvári Kamilla	Péterfy Sándor Evangélikus Gimnázium, Általános Iskola, Óvoda, AMI és Kollégium, Győr	Győryné Timár Henriette	8	31	8	8	4	4	8	23	12	10	16	12	43	-	187			
Dobos Lilla	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	9	34.5	10	8	8	1	5	26	14	11	16	4	40	-	186.5			
Szabó M. Katalin Luca	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Tőkéné Czvitkovics Szilvia	0	30	9	9	7	4	7	23	12	10	15	12	48	-	186			
Kolthay- Kauzler Norbert	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Klug Viktória, Hanga Ildikó	8	32.5	9	10	7	4	9	26	10	11	11	2	45	-	184.5			
Kerekes Márton	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Keglevich Kristóf	6	35	6	9	5	4	8	26	14	8	7	12	42.5	-	182.5			
Lovas Márk	Pécsi Janus Pannonius Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	9	33	10	9	8	4	7	26	13	11	2	3	47	-	182			
Street Boldizsár	Dunakeszi Radnóti Miklós Gimnázium	Horváth Henrietta	4	35	8	8	5	4	7	23	12	11	13	3	48	-	181			

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):										Számítás (Sz):					Labor:	Szöbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.						
Falus Gergely László	Deák Teri Evangélikus Gimnázium, Budapest	Tasi Zsuzsanna	8	33.5	10	8	7	4	8	8	8	17	14	11	16	4	40	–	180.5	
Bora Ádám	Egri Dobó István Gimnázium	Dr. Prokainé Hajnal Zsuzsanna	8	25.5	7	9	6	4	8	8	23	22	2	5	12	46	–	177.5		
Földesi Balázs	Lovassy László Gimnázium, Veszprém	Szintay Gertrúd, Dr. Ertlí Tímea	9	34	10	9	6	4	8	8	23	14	11	5	1	43	–	177		
Petrás Áron István	Szentendrei Református Gimnázium	Éliás-Szalay István	8	35	8	9	6	4	6	17	12	4	6	12	49.5	–	176.5			
Békés Balázs	Ráckevei Ady Endre Gimnázium	Békésné Balázs Edit és Kátai Zita Beáta	9	33	9	10	6	4	6	20	15	0	8	12	44	–	176			
Tóth Vászoly Vata	Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium és Kollégium	Göbl László	8	32.5	8	9	6	4	7	29	12	11	2	1	45	–	174.5			
Nagy Viktória	Gárdonyi Géza Ciszterci Gimnázium és Kollégium, Eger	Pótáné Márton Mária	4	35	10	9	7	4	6	26	9	11	6	1	46	–	174			
Tóth Szabolcs	Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda, Miskolc	Jurkó Dávid	9	29	8	9	5	3	4	26	14	5	12	4	43	–	171			
Máthé Csongor Örs	Verseygy Ferenc Gimnázium, Szolnok	Farkas Réka	7	32.5	9	7	8	4	8	21	14	1	10	12	34.5	–	168			
Bálint Zalán	Márton Áron Főgimnázium, Csikszereда	Oltean Éva	8	28	9	9	4	4	9	23	14	2	16	5	36.5	–	167.5			

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):										Számítás (Sz):					Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.						
Jeles Dávid Krisztián	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Szepesiné Medve Judit	8	19.5	9	10	6	4	7	7	7	23	14	8	9	3	46	-	166.5	
Farkas Bence	Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	8	35	9	9	6	4	7	7	14	9	9	5	7	44	-	166		
Leitem Villő	Kecskeméti Bányaí Júlia Gimnázium	Labancz István, Vargáné Hajdú Mária	7	34	7	8	6	4	7.5	11	14	14	11	9	2	44	-	164.5		
Nagy Ágoston	Révai Miklós Gimnázium és Kollegium, Győr	Póheimné Steinger Éva	2	33	9	7	6	4	7	26	13	2	8	0	46.5	-	163.5			
Brünner Barnabás	Bathányi Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	Csörgöcsné Balogh Edit	7	34	8	9	4	4	2	17	10	11	5	1	49.5	-	161.5			
Ottmár Dorika	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium, Szarvas	Borzováné Burai Julianna	7	33	5	9	6	3	7	17	10	11	6	1	46	-	161			
Hegyi Dorotty	Boldog Brenner János Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely	Ernyey Tiborné	9	34	9	10	7	4	7.5	20	14	0	3	0	43	-	160.5			
Litauszky Nikolett	Vajda Péter Evangélikus Gimnázium, Szarvas	Borzováné Burai Julianna	9	29	9	7	6	4	5	23	6	11	0	2	47	-	158			
Felső-Nemes Viola	Pécsi Janus Pannonius Gimnázium	Hegyiné Király Krisztina	2	35.5	7	5	5	0	7	23	10	11	0	8	43	-	156.5			
Sárosy Illés	Pannonhalmi Bencés Gimnázium és Szakkollégium	Borzák István és Drozdik Attila	5	25	9	9	5	4	5	14	0	11	7	12	49	-	155			
Makai Nóra	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Versits Livia	4	27.5	9	9	6	3	8	20	0	5	10	4	48	-	153.5			

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):								Számítás (Sz):					Labor:	Szöbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.				
Bálint Péter	Kaposvári Munkácsy Mihály Gimnázium	Ábrahámné Csákányi Ildikó	8	29	7	7	6	4	5	5	20	13	2	14	2	35	–	152
Gombos Domokos Adrián	János Zsigmond Unitárius Kollégium, Kolozsvár	Péter Rozália	2	24	8	8	6	4	9	9	23	14	0	12	0	41	–	151
Telekes Ábel	Dunajvárosi Széchenyi István Gimnázium	Fekete Zoltán	6	31.5	8	9	4	4	9	14	11	0	6	0	47	–	149.5	
Adrovicz Bálint István	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Dr. Bóbits Lilla	3	27.5	9	7	3	4	3	23	9	4	8	2	46	–	148.5	
Horváth Dóra Emília	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr	Póheimné Steinger Éva	4	34	10	8	5	4	6	26	12	0	10	0	29.5	–	148.5	
Magyar Levente Árpád	Egri Dobó István Gimnázium	Dr. Prokainé Hajnal Zsuzsanna	4	35	9	9	6	0	3	17	14	11	5	12	23	–	148	
Czakó Lóránt	Nyíregyházi Kőlcsey Ferenc Gimnázium	Bedő Éva	5	29	3	8	6	4	8	20	9	2	3	1	49.5	–	147.5	
Tóth Alíz	Vetési Albert Gimnázium, Veszprém	Csepelyné Gáncs Judit	6	30	7	8	3	4	4	20	8	1	4	2	49	–	146	
Maknics Gyula Bendegúz	Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata	Pataki Zsuzsanna	2	20	10	7	5	4	9	20	14	5	0	0	49	–	145	
Alexi Benjámin János	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Dr. Regdon Ibolya	2	31	6	7	5	3	9	11	12	2	6	3	45.5	–	142.5	
Vastag Vanda Lujza	Bathányi Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	Csörgöcsné Balogh Edit	7	24	10	9	5	4	7.5	17	9	1	0	2	47	–	142.5	

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):										Számítás (Sz):	Labor:	Szóbeli:	Σ			
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.					4.	5.	
Czudor Áron	Lehel Vezér Gimnázium, Jászberény	Gubáné Kaszab Judit	6	24	8	8	6	4	4	8	8	20	12	11	10	3	20	-	140
Pántya Nóra	Gyöngyösi Berze Nagy János Gimnázium	Dr. Ludányi Lajos	8	26	6	9	4	4	4	5	11	9	2	3	2	2	50	-	139
Mészáros Menyhért	Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata	Pataki Zsuzsanna	4	27	8	8	4	4	4	7	17	13	2	0	0	0	41.5	-	135.5
Kiemens Barnabás	Batsányi János Gimnázium és Kollégium, Tapolca	Vargáné Horváth Gabriella	6	26	7	6	6	4	4	3.5	17	8	5	3	0	0	41.5	-	133
Kassai Olivér Dominik	Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár	Ridég Gabriella	2	26.5	4	7	6	4	4	6.5	20	9	0	5	0	0	38.5	-	128.5
Kobra Tünde	Magyar-Angol Tannyelvű Gimnázium és Kollégium	Rasztovics Gizella, Mód Rudolf	4	18.5	9	10	6	4	4	5	17	14	0	0	2	2	36	-	125.5
Révész Dorottya	Szent Imre Katolikus Gimnázium, Két Tanítási Nyelvű Általános, Kollégium, Óvoda és AMI	Szegediné Bécsi Szilvia	9	29	7	9	8	4	4	3.5	14	0	0	0	0	0	26	-	109.5
Péter Tamás	Selye János Gimnázium	Fiala Andrea	0	14	5	8	3	4	4	6	17	10	0	0	0	0	35.5	-	102.5
Potoczky Gréta	Nyíregyházi Kötőcey Ferenc Gimnázium	Bedő Éva	0	27	8	5	5	4	4	5	11	0	0	0	1	1	4.5	-	70.5
Frühwald Hanna	Vámhígy Ármán Magyar Tannyelvű Gimnázium - Dunaszerdahely	Mgr. Karácsony Magdoléna	2	25	3	6	6	0	0	2	11	5	0	0	0	0	4.5	-	64.5

I.B kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):									Számítás (Sz):					Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.					
Kiss Mihály	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	8	36	10	10	8	4	9,5	29	22	11	16	12	50	24	249,5		
Gelencsér Gergő	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	9	34	9	9	7	4	10	29	14	11	10	12	50	17	225		
Balaton Kristóf	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	9	30	9	9	5	4	7	26	13	11	16	12	47	-	198		
Sovák Csenge Sára	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix	7	31	9	8	6	4	8	23	22	11	15	2	49	-	195		
Batár Hanna Dóra	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Dr. Várallyainé Balázs Judit, Hotzainé Pócsi Anikó,	8	29,5	9	7	5	4	9	20	14	11	16	12	49	-	193,5		
Ríthi Abigél	Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok	Balázs Zsuzsanna	9	31	9	8	7	4	8	23	20	11	15	2	44	-	191		
Gál Andrea Nóra	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	6	36	8	9	6	3	9	20	16	11	10	6	49	-	189		
Dargai Máté	Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium	Bernátné Drávucz Ildikó, Kakuk Éva	9	34	10	10	9	4	7	23	14	11	13	2	42	-	188		
Leiner Emma	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	László Szilárd, Petz Andrea	9	33	8	9	9	3	9	29	14	11	11	2	41	-	188		

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):										Számítás (Sz):					Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.						
Suhajda Csenge Réka	Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó	9	31.5	10	7	4	4	4	9	23	13	11	16	2	47	-	186.5		
Kaczmarek Szymon	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Áttila	7	25.5	10	9	8	4	4	5	29	14	11	6	12	44	-	184.5		
Fábián Eszter	Dabasi Táncsics Mihály Gimnázium	Baranyi Ilona, Kőkény Katalin	9	34	10	9	6	4	4	7	20	11	11	10	3	49	-	183		
Patai Péter	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szivós Ádám	9	33.5	8	9	6	4	4	5.5	23	14	9	14	1	45.5	-	181.5		
Károly Krisztián	Pécsi Leőwey Klára Gimnázium	Lajos Lilla	9	31.5	7	9	5	4	4	8	23	12	11	7	12	41.5	-	180		
Fricska Levente Miklós	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Áttila	6	27.5	9	8	6	4	4	4.5	17	16	11	15	12	43	-	179		
Ormos Dávid	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Versits Livia	7	36	9	9	7	4	4	3.5	26	8	11	9	2	47	-	178.5		
Gargya Péter	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Dr. Füzési István	9	29.5	10	10	5	4	4	10	23	14	2	11	1	49.5	-	178		
Gonda Sándor	Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája	Majláth Gábor	9	32	8	10	6	4	4	6	17	9	11	13	7	46	-	178		
Szabó Júlia	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	László Szilárd, Petz Andrea	6	30.5	9	9	4	4	4	9	20	14	11	13	2	46	-	177.5		

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):										Számítás (Sz):	Labor:	Szöbeli:	Σ		
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.					4.	5.
Roszkos Vilmos	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Varga Bence, Villányi Attila	9	28.5	9	7	4	4	4	10	23	13	5	7	12	43	-	174.5
Fekete Fruzsina Flóra	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Hotziné Pócsi Anikó, Dr. Várallyainé Balázs Judit	9	31.5	9	9	7	4	4	6	23	8	2	0	10	50	-	168.5
Csanádi Barnabás	Kecskeméti Református Gimnázium	Sápi Anikó	9	21.5	9	7	5	4	4	8	20	14	3	16	2	49	-	167.5
Kertész Réka	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Dr. Várallyainé Balázs Judit, Hotziné Pócsi Anikó,	8	27.5	8	7	6	4	4	8	17	9	11	7	6	49	-	167.5
Orosz Borostyán	Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda, Miskolc	Jurkó Dávid	5	25	8	9	6	4	4	6.5	23	14	1	9	12	45	-	167.5
Forró Anna	Kaposvári Táncscsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix	7	31.5	9	7	6	0	0	9	23	9	11	4	8	42	-	166.5
Csanádi Kata Róza	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Dr. Füzési István	9	35	10	6	6	4	4	6.5	26	10	1	3	2	43	-	161.5
Szécsi Péter Márton	Vereghy Ferenc Gimnázium, Szolnok	Balázs Zsuzsanna	9	27	8	9	5	4	4	7	20	14	9	7	3	39	-	161
Szalai Gábor	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr	Dr. Sávoly Zsolt, Dr. Sárvári István	7	22.5	9	7	4	4	4	7	20	12	5	14	0	48	-	159.5
Nagy Dorka	Bathányi Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	Csörgöcsné Balogh Edit	8	30	8	7	5	4	4	4.5	17	13	9	0	10	43.5	-	159

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):										Számítás (Sz):					Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.						
Omelka Dalma	Dabasi Táncsics Mihály Gimnázium	Baranyi Ilona, Kókény Katalin	9	33	9	9	6	4	7	7	17	11	3	7	3	40	-	158		
Fábián Marcell Tibor	Szekszárdi Garay János Gimnázium	Kovács Attila	6	24	8	6	6	4	6	20	14	2	5	3	48	-	152			
Angyal Attila	Stredná odborná škola chemická	Dömötörová Judita	8	22.5	10	10	8	4	8	14	1	0	4	1	48.5	-	139			
Szatmári László	Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium és Kollégium	Göbl László	7	30	9	10	5	3	5.5	14	9	0	0	0	41	-	133.5			
Szicsev Denisz	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Szepesiné Medve Judit	9	28.5	10	8	6	4	7	14	12	0	5	3	18	-	124.5			
Surányi Teréz	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Kertészné Bagi Beatrix	3	22.5	9	7	5	4	8	26	14	0	0	0	9	-	107.5			
Vidó Csenge Dorina	Oroszházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Franciszi László	5	17	5	5	4	4	6	11	3	0	6	2	33	-	101			
Varga Dorina	Oroszházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Franciszi László	1	9.5	10	10	2	2	7	5	3	1	4	0	40	-	94.5			

I.C kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):							Számítás (Sz):					Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.			
Kószik Noel Dániel	Baranya Vármegyei Szakképzési Centrum Pollack Mihály Technikum és Kollégium	Selényi Zsófia	7	34.5	8	9	8	3	10	26	14	2	14	12	49	18	214.5
Galgóczi Ádám István	Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	6	35	10	10	7	4	9	20	22	1	16	0	45	-	185
Lakatos Norbert	BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Tóth Krisztina	9	34.5	10	9	5	4	7	14	14	11	8	0	41.5	-	167
Csoma Regina Réka	Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő	8	34	9	9	5	0	2	17	10	2	16	2	50	-	164
Vobornik Nóra	Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Fábiánné Kőszegi Erzsébet	9	28	10	8	6	4	9	17	14	11	4	1	41.5	-	162.5
Együd Anna Mikolt	Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Fábiánné Kőszegi Erzsébet	8	32.5	10	10	6	4	9	20	12	1	9	1	39	-	161.5
Hoffmann Iván	Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Fábiánné Kőszegi Erzsébet	9	28.5	9	10	4	4	6	20	9	0	2	0	44	-	145.5

II.A kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Milovecz Fruzsina Panka	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	16	21	14	10	9	12	35	16	9	6	10	12	47	23	240
Major-Nemes Marcell	Gödöllői Török Ignác Gimnázium	Kalocsai Ottó, Karasz Gyöngyi	16	19	14	10	8	14	31	16	5	8	10	12	49	23	235
Perger Mátyás	Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becc Beatrice	16	22	12	10	9	13	31	16	9	6	9	6	45	25	229
Erdélyi Berta	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	14	24	14	7	8	9	31	16	3	8	11	12	49	21	227
Keszte Ádám	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Tóthné Tarsoly Zita	17	19	14	8	9	12	35	16	9	8	3	12	44	21	227
Rancea Alex-Krisztián	Báthory István Elméleti Líceum	Nyitrai Apollónia	16	18	14	6	8	13	35	15	7	8	11	12	40	22	225
Szepesi Zoltán László	Budapest V. kerületi Eötvös József Gimnázium	Tóthné Tarsoly Zita	13	21	14	8	7	12	31	15	8	8	7	11	46.5	-	201.5
Csatári Bence	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	13	21	13	10	9	4	35	16	8	8	3	11	46	-	197
Borsai Attila	Kisvárdai Besenyei György Gimnázium és Kollégium	Tóth Eszter	17	19	13	10	7	14	31	16	9	8	10	12	29	-	195
Tusnádý Sára	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	14	18	14	8	8	11	27	16	7	6	5	12	47	-	193

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):										Számítás (Sz):						Labor:	Szöbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.							
Popovits Réka Zsófia	Egri Dobó István Gimnázium	Dr. Prokainé Hajnal Zsuzsanna	15	21	13	10	8	10	10	35	14	3	6	4	12	37	-	188			
Asszonyi Pongrác	Deák Téri Evangélikus Gimnázium, Budapest	Boller Balázs	15	18	11	10	9	11	28	16	3	8	11	4	40,5	-	184,5				
Kispál Patrik Levente	Szombathelyi Nagy Lajos Gimnázium	Sz.Márkus Teréz	18	14	13	8	8	12	31	14	7	6	5	6	40,5	-	182,5				
Fáy Barnabás	Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest	Elekné Becz Beatrix	15	17	12	9	9	13	31	16	3	6	9	12	29,5	-	181,5				
Csanády Márk	Piarista Gimnázium, Budapest	Gelencsér László	13	20	14	9	9	12	35	10	3	8	3	12	32	-	180				
Czire Boróka Eszter	Berde Mózes Unitárius Gimnázium, Székegykeresztúr	Rafai Dalma	17	19	13	10	9	12	31	7	3	8	1	12	38	-	180				
Molnár Orsolya	Deák Téri Evangélikus Gimnázium, Budapest	Tasi Zsuzsanna, Boller Balázs	14	20	14	10	9	12	27	8	3	3	1	12	46,5	-	179,5				
Denkinger Júlia	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Csóka Balázs, Petz Andrea	16	17	14	9	9	4	27	15	9	6	3	12	34,5	-	175,5				
Mikita Chuyeshkou	Pasaréti Szabó Lőrinc Magyar-Angol Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola és Gimnázium	Berek László	15	18	11	8	8	2	27	14	1	8	3	11	48,5	-	174,5				
Tóth Balázs	Ceglédi Kossuth Lajos Gimnázium	Dudás Erna, Kemeneczei Gábor	13	17	14	10	9	3	31	13	1	6	3	3	49	-	172				
Prinz Olivér	Ceglédi Kossuth Lajos Gimnázium	Dudás Erna, Kemeneczei Gábor	11	16	14	8	7	12	23	6	4	6	5	12	46	-	170				

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Nyógér Liána	Kazinczy Ferenc Gimnázium és Kollégium	Krupits Mária Judit	12	18	14	8	6	11	23	13	3	6	1	3	43	-	161
Németh Ábel	ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Tőkéné Czvitkovics Szilvia	10	15	12	6	8	9	27	16	3	8	3	12	31	-	160
Gombás Dávid	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr	Pozsgai Balázs	11	19	14	9	8	3	27	11	3	6	6	11	31.5	-	159.5
Zsoldos Domonkos	Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium	Albert Attila	11	15	11	9	8	12	23	12	3	6	3	6	39	-	158
Major Lénárd	Oroszázi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Franciszti László	10	17	14	9	9	10	27	9	3	6	6	4	28	-	152
Kolencsik Nándor	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Endrész Gyöngyi	10	15	10	10	6	11	31	5	3	6	3	1	40	-	151
Nagy Kristóf	Tiszaujvárosi Eötvös József Gimnázium és Kollégium	Barabás Katalin	11	15	11	6	8	6	27	15	1	5	2	11	30.5	-	148.5
Szakács Mikeás Soma	Aszódi Evangélikus Petőfi Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium	Osgyániné Németh Márta	16	14	14	7	7	10	19	14	3	5	2	0	32	-	143
Halmosi Dávid	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szívós Ádám	8	16	13	10	8	7	27	5	3	8	6	2	28	-	141
Pintér Panna	Péterfy Sándor Evangélikus Gimnázium, Általános Iskola, Óvoda, AMI és Kollégium, Győr	Győryné Timár Henriette	7	17	14	9	5	10	15	5	3	4	1	4	46.5	-	140.5
Kovács Hunor	Bolyai Farkas Elméleti Liceum, Marosvásárhely	Magyari Gabriella	13	17	9	10	9	11	23	8	3	8	1	0	28	-	140

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szöbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Zámolyi Norbert	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Szóke Károly	14	11	12	9	6	10	27	7	3	8	9	0	19	-	135
Gulyás Kata	Kazinczy Ferenc Gimnázium és Kollégium	Krupits Mária Judit	15	15	10	3	6	9	31	6	2	8	0	24	-	131	
Vigh István Csaba	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szívós Ádám	10	7	2	8	6	9	27	11	2	3	1	43	-	131	
Vitos Dorka	Márton Áron Főgimnázium, Csikszereged	Bilibok Katalin	15	13	13	9	9	10	8	7	0	3	3	0	40	-	130
Milbik Bence	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr	Pozsgai Balázs	15	18	12	4	6	3	19	8	3	3	3	2	32.5	-	128.5
Varga Mikló Máté	Lovassy László Gimnázium, Veszprém	Dr. Ertli Tímea	10	14	14	9	6	4	19	14	1	8	10	1	17.5	-	127.5
Komlósi Kristóf Vince	Miskolci Herman Ottó Gimnázium	Molnár Krisztina	11	12	13	9	8	6	19	13	3	6	1	0	25.5	-	126.5
Mikó Nóra	Nyíregyházi Arany János Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium	Dr. Bódi Antalné	10	21	13	8	7	7	16	8	3	0	2	3	27	-	125
Nócs Dalma	Paksi Vak Bottyán Gimnázium	Bócs Krisztina	8	10	14	7	6	13	11	0	3	8	0	2	43	-	125
Dajka Tamás	Nyíregyházi Arany János Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium	Dr. Bódi Antalné	16	4	13	7	5	0	19	9	1	8	5	4	29.5	-	120.5
Kostyal-Szilágyi Bence	Esztergomi Dobó Katalin Gimnázium	Takács Anikó	10	12	12	7	6	9	15	8	7	6	1	2	25.5	-	120.5

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ	
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.				
Mészáros Kinga	Tiszaparti Római Katolikus Általános Iskola és Gimnázium	Tóth Imola	13	19	3	9	9	9	9	11	5	1	4	0	0	35	-	118
Bárány Bence	Tóparti Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium, Székesfehérvár	Radics Ágota	8	11	14	9	7	6	19	7	3	8	0	3	19,5	-	114,5	
Kecskés Ákos	Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium	Kürucz Dóra	9	15	7	6	6	1	27	4	3	6	2	3	22	-	111	
Pintér Tamás	Szolnoki Széchenyi István Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium	Pápai Sarolta Zita	5	13	7	5	5	5	23	3	2	6	0	2	31	-	107	
Holló-Szabó Roland	Székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium	Szabó Endre	10	13	14	8	8	2	11	7	3	3	1	0	26	-	106	
Szávó Alvin	Nyíregyházi Arany János Gimnázium, Általános Iskola és Kollégium	Dr. Bódi Antalné	13	12	12	5	6	12	11	0	0	6	1	2	21,5	-	101,5	
Páll Adél	Nyíregyházi Kőlcsey Ferenc Gimnázium	Bedő Éva, Kissné Szabó Tünde	14	4	10	8	4	3	23	3	3	2	1	0	24	-	99	
Bartha Áron	Ciszterci Szent István Gimnázium, Székesfehérvár	Moharos Sándor	2	4	11	6	6	11	19	3	0	8	4	0	20,5	-	94,5	
Vasváry Janka Sára	Vetési Albert Gimnázium, Veszprém	Likerné Pucsek Rozália	6	10	12	10	8	1	16	2	0	3	1	0	24,5	-	93,5	
Csutorka Márk	Lehel Vezér Gimnázium, Jászberény	Kiss Beáta	9	5	11	7	6	11	4	1	3	6	0	0	30	-	93	

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ	
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.				
Prédl András	Lovassy László Gimnázium, Veszprém	Dr. Ertli Tímea	4	2	9	6	6	5	5	19	4	1	6	4	0	21.5	-	87.5
Serfőző Balázs	Gyulai Erkel Ferenc Gimnázium és Kollégium	Papp Mónika	9	11	2	10	7	0	4	7	0	3	2	0	27.5	-	82.5	
Sándor Réka	Madách Imre Gimnázium, Somorja	Fröhlich Gusztáv	8	2	10	2	8	0	19	0	0	5	1	2	22.5	-	79.5	
Sebők Dóra	Kisvárdai Bessenyei György Gimnázium és Kollégium	Tóth Eszter	10	9	11	5	7	0	11	0	0	3	0	0	22.5	-	78.5	
Kránicz Dániel	Révai Miklós Gimnázium és Kollégium, Győr	Főheimné Steininger Éva	4	0	10	4	5	3	8	8	3	6	2	0	25	-	78	

II.B kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Rauf Máté Gábor	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Dr. Huszákné Miklós Dóra	17	18	14	10	9	12	31	16	9	8	11	12	43	23	233
Kis Ákos	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Csúri Péter	17	24	14	10	9	13	31	6	7	8	5	12	45	20	221
Bálint Orsolya	Keszthelyi Vajda János Gimnázium	Szabó Péter	17	19	14	10	9	3	35	16	8	6	3	12	45	-	197
Hetényi Lőrinc Attila	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Czédulás Katalin	10	20	14	9	9	14	35	14	6	6	6	1	49	-	193

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
György Paula	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Sebő Péter	16	16	14	10	8	4	31	11	7	8	8	8	46	-	187
Rédling Máté Géza	Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium	Dr. Huszákné Miklós Dóra	15	19	11	10	9	8	35	16	3	8	11	9	30.5	-	184.5
Oláh Ajtony Ambrus	ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium	Sebő Péter	15	22	14	10	9	5	35	16	5	3	1	0	47	-	182
Juhász Krisztián József	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Szepesiné Medve Judit	13	19	13	10	8	12	31	16	3	6	3	12	30.5	-	176.5
Péter Róbert	Siófoki Perczel Mór Gimnázium és Kollégium	Vaskóné Csák Erika	14	19	12	10	8	1	31	16	8	0	1	12	44	-	176
Székeédi Igor	Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium	Labancz István	14	15	14	7	8	10	31	13	3	6	7	5	37.5	-	170.5
Sosterics Dávid	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Csúri Péter	16	12	13	10	9	10	19	11	7	3	3	12	45	-	170
Opposits Boglárka	Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája	Majláth Gábor	14	18	12	10	8	14	23	11	3	5	0	6	42	-	166
Arnold Kinga Anna	Budapest I. kerületi Toldy Ferenc Gimnázium	Szabó Zsóka	12	17	14	10	9	10	27	16	3	8	3	6	30	-	165
Kromek Emese	Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs	Dr. Csóka Balázs	12	21	11	8	8	3	27	11	8	8	1	3	40	-	161

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Fábián Gergő	Kecskeméti Báányai Júlia Gimnázium	Labancz István	16	17	7	7	8	8	19	10	8	8	3	6	43.5	-	160.5
Birkás Borbála	Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest	Dobóné Dr. Tarai Éva	13	17	12	9	7	10	27	11	3	0	2	12	36	-	159
Tóth Máté	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Csúri Péter	16	14	6	10	9	13	23	3	9	5	6	3	37.5	-	154.5
Kerekes Kata	Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium és Kollégium	Csikó Nikolett	12	17	10	10	6	12	19	9	3	3	5	6	39	-	151
Császár Csanád	Hatvani Bajza József Gimnázium	Kiss Judit	14	21	14	8	8	6	24	11	3	0	3	4	32	-	148
Gellén Csongor Endre	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Dr. Bóbits Lilla, Szóke Károly	18	13	13	10	7	10	19	15	3	6	1	0	30	-	145
Varga Sámuel	Mátyás Király Gimnázium és Kollégium, Fonyód	Fejes Anikó Angéla	11	17	12	9	6	3	27	8	3	5	3	8	30.5	-	142.5
Nyíri Ákos	Kecskeméti Báányai Júlia Gimnázium	Labancz István	12	9	7	10	5	11	19	8	3	3	3	8	42	-	140
Szabó Botond Marcell	Érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium	Homoki Árpád	8	15	11	10	6	10	15	5	3	6	9	8	34	-	140
Csinger Levente	Barthány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa	Gazdag Mónika	17	15	10	9	9	2	15	8	3	3	1	3	43	-	138
Zsandár Zénó Szabolcs	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Surányi László	8	13	13	10	7	11	7	5	1	5	0	12	39.5	-	131.5

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (E):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Boros András	Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium és Kollégium	Csikó Nikolett	9	17	11	9	5	6	15	10	3	6	6	8	24	-	129
Ganczer Nóra	Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium és Kollégium	Csikó Nikolett	9	13	12	9	7	0	19	7	1	8	1	2	36	-	124
Nagy Hunor	Földes Ferenc Gimnázium, Miskolc	Szepesiné Medve Judit	7	7	14	10	7	1	19	11	3	6	1	7	29	-	122
Gergely Máttyás	Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen	Surányi László	8	8	4	5	5	3	23	13	2	8	8	0	26	-	113
Dimák Dorottya Edit	Oroszázi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium	Gabnai Edit, Franciszti László	13	16	7	10	7	0	19	5	3	3	0	0	20	-	103
Sashalmi Flóra Zsófia	Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata	Pataki Zsuzsanna	3	15	7	5	3	9	7	6	1	6	0	3	29,5	-	94,5
Baráth Noémi	Verszeghy Ferenc Gimnázium, Szolnok	Farkas Réka	5	13	5	5	8	0	11	11	3	6	1	0	26	-	94
Karácsony Gergely	Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata	Pataki Zsuzsanna	7	8	10	3	5	10	12	2	3	8	0	0	25	-	93
Németh Johanna	Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata	Pataki Zsuzsanna	5	7	14	6	8	0	3	6	2	3	0	0	25	-	79
Pálfi Nóra	Tónparti Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium, Székesfehérvár	Radics Ágota	6	6	10	7	6	4	8	6	1	3	0	0	21	-	78

II.C kategória

Név:	Iskola:	Felkészítő tanár:	Elmélet (EJ):						Számítás (Sz):						Labor:	Szóbeli:	Σ
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.			
Takács Dániel	Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium	Mocsári Nóra	9	15	14	10	6	13	27	6	3	6	1	2	34	18	164
Kreiszl Levente	Esztergomi SZC Bottyán János Technikum	Szekereshné Czinege Erzsébet, Mártáné Kánya Renáta	8	12	14	6	7	1	35	8	6	8	1	11	27.5	16	160.5
Dobos Dominik	Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Technikum	Dr. Feketéné Kiss Judit	14	11	12	5	6	9	27	9	3	8	0	0	34.5	-	138.5
Gyöngyi Bercel	Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Barabás Gergő, Tóth Edina, Dr. Máté Marianna	12	14	14	5	9	4	15	8	3	0	0	1	36.5	-	121.5
Jurász Ákos	Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Siska Dávid, Bozóki Judit, Barabás Gergő	14	15	7	6	7	3	7	3	3	2	2	7	31.5	-	107.5
Simon Máté	Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Siska Dávid, Bozóki Judit, Barabás Gergő	5	3	10	6	6	2	24	6	0	6	0	0	30	-	98
Németh Aron Marcell	Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum	Siska Dávid, Bozóki Judit, Barabás Gergő	11	3	11	4	6	0	12	7	1	2	0	0	39	-	96

Magyarfalvi Gábor

Az első Mengyelejev-verseny Eurázián kívül

A Nemzetközi Mengyelejev Diákolimpiát 2025. május 5-13. között először rendezték meg az Óvilágtól távol, a braziliai Belo Horizonte városában. A szovjet versenyek utóda tavaly hagyta el először a volt Szovjetunió területét, és most már földrészt is ugrott.

A verseny helyszíne a városban található patinás UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais) egyetem volt, de a verseny érdemi részét a jobbára orosz kollégákra épülő zsűri, a finanszírozás jelentős részét pedig a Melnyicsenko Alapítvány biztosította. A szubtrópusi városban a május nagyon kellemes időszak, de olyan sokat ebből a szoros versenyprogramon részt vevő diákok nem láttak.

A verseny részvételi számai is kiemelkedőek voltak. 194 tanuló versenyzett 39 országból. Ezek között az országok között sok volt a nemzetközi kémiaversenyeken új; mind az alapítvány, mind az orosz külképviseletek segítették a toborzást. Ez remélhetően azzal is jár, hogy a jövőben az etióp, a kenyai, a libanoni diákokat is motiválják a versenyek.

A magyar csapat kiválasztása az előző évi diákolimpiai felkészítőtörténik, mert az adott évi versenyek döntői már túl közel vannak a tavasz végi Mengyelejev-versenyhez. Előzetesen öt fő számára nyertünk el támogatást a Nemzeti Tehetség Alaptól az utazásra, de jellemző módon a szervezők csak az utolsó pillanatban tették véglegessé a helyszínt és az időpontot. Abban a pillanatban biztosnak tűnt, hogy az idei versenyről lemaradunk. Nem csupán a repülőjegyek ára volt már az egekben, de a csapat négy tagja is írásbeli érettségit írt a kitűzött napokban. Az Oktatási Hivatal ugyan hivatalos állásfoglalást nem ad ki, de jogértelmezésük arra utalt, hogy ilyen okkal nem váltható ki a vizsga. Végül ez úgy oldódott meg, hogy az érettségiért felelős iskolaigazgatók felvállalták azt a döntést, hogy a kiválóság miatti mulasztás nem felróható az érintett diákoknak (ahogy egyébként a sportversenyen hazánkat képviselő diákoknál is van). Továbbá egy új támogató is bőkezűen kiegészítette az utazás költségeit.

A tavalyi évvel ellentétben idén az utazás sima, és viszonylag gyors volt. Napközben értünk a városba, és tulajdonképp egyetlen független

programunkat aznap le is tudtuk. A támogatóknak, a Diagon Kft-nek ugyanis épp Belo Horizonte-ban van helyi partnere és gyártóbázisa. Az ő hematológiai műszereket és reagenseket gyártó üzemükön vezetett végig a magyar ügyvezető igazgató, és vitt el bennünket egy helyi vacsorára. Másnap már a szabadtéri megnyitó várt, tele brazil programmal (zenekarok, capoeira) és rengeteg beszéddel – városi, egyetemi, tartományi, kormányzati notabilitások, az orosz nagykövetség, a főtámogató mind szóhoz jutottak.

A verseny lebonyolítása évtizedek óta rögzített, de apróságokban történt javulás, pl. idén a gyakorlat pontozását is lehetett ellenőrizni. Az első versenynapon az ötórás elméleti forduló mind a nyolc feladatát meg kell oldani. A második napi elméleti forduló nehezebb feladataiból csak egyet-egyet értékel a zsűri az öt területen kitűzött 3-3-ból, és szintén öt óra a munkaidő. A diákok ezeket a feladatokat az eredeti orosz nyelven vagy a szervezők angol fordításában kaphatják meg, de a kísérő tanárok anyanyelvre fordíthatják őket, ami általában hasznos, és mostanra könnyebb, mert a szervezők adnak nyers gépi fordítást. Ezzel azért nem minden ország él, ugyanis csak a versenyt megelőző éjszakán, szigorú karanténban, telefon és internet nélkül lehet dolgozni, ahonnan nem engedik ki a kialvatlan fordítókat a versenyvizsga kezdetéig.

A harmadik, laboratóriumi forduló is ötórás, de egy pihenőnap után következik csak. Erre a napra jutott az egyetlen turistaprogram. Két óra buszozás vitt el mindenkit az ásványkincseiről híres Minas Gerais állam történelmi bányászvárosába, Ouro Preto-ba. Itt ugyan a város dombjain avokádó, pálma- és banánfák nőnek, és tukánok repdesnek köztük, de a város sokban idézi a Mikszáth által görbe országnak nevezett Selmecebányát, nem csak a bányaakadémiával, a hegyekre-völgyekre épült meredek utcákkal, hanem számtalan barokk templommal is.

Talán a másnapi gyakorlat tűnt a fordító számára a legkeményebb vizsgának, ugyanis négy feladat jutott az öt órára, az egyes mérésekben sok melegítéssel, várakozással. De úgy tűnik a mi diákjaink jól tudták szervezni a munkájukat, ami nem kézenfekvő kezdőknél. Nekik talán az első forduló volt a legkevésbé ínyükre, ahol kevesebb számolás, de több furcsa rejtvény került terítékre. Ezek a feladatok a Mengyelejeven gyakran bukkannak fel – betűvel jelölt vegyületeket kell azonosítani, ami érdekes, amikor például egy szintézissor elemeit kell megtalálni és valós analitikai adatok segítenek. Itt viszont nem egyszer nem a kémia,

hanem szinte a számmisztika kellene segítsen, számtani sorozatba illesztett együttthatókkal, prímtényezőkre felbontott százalékokkal. Azért bőven akadnak érdekes témák, problémák is a sorokban, de tagadhatatlan, hogy nagyon ijesztőnek tűnik némelyik elmesélve, pl. amikor középiskolásoknak a harmonikus oszcillátorokkal modellezett molekularezgésekre állapotösszegeket, és azokból termodinamikai függvényeket kell kézzel számolniuk. Ugyanakkor a részkérdések ezen az úton végigvezették őket, ha a szükséges alapfogalmakkal már találkoztak.

A versenyprogram utolsó teljes napján zajlott a pontozás ellenőrzése és megvitatása. Ezt a diákok végzik, és végre elég időt is kaptak a folyamatra, amikor is megoldásaikat személyesen a feladatok szerzőivel tekintik át. Aznap még számunkra befért egy múzeum és egy piac a belvárosban. Másnap már a záróünnepség, és utána szinte egyből a hazaindulás következett. A beszédek elmaradtak, ugyanis az érmesek felsorolása nem rövid. Emelkedő pontsorrendben hívják ki őket, 10% kap arany, 20% ezüst és 30% bronzérmét. Minthogy nem került túl korán sor a magyarokra, az ünnepség végén elégedett volt a hangulat.

Aranyérmét (14. helyezés) kapott **Viczkó Csaba Péter** (ELTE Apáczai Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Villányi Attila).

Ezüstérmes (37. hely) **Erdélyi Kata** (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila).

Bronzérmét (61., 71. és 83. hely) szerzett:

Bíró Bence Fülöp (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila),

Muraközi Péter (győri Czuczor Gergely Bencés Gimn., tanára: Molnár Zsolt János)

és **Simon János Dániel** (ELTE Apáczai Gimnázium, tanárai: Varga Bence, Villányi Attila).

A magyar csapat előkészítőjét az ELTE Kémiai Intézete végezte a nemzeti tanulmányi versenyek legjobbjai közül válogatva. A felkészítő támogatása az állami költségvetés része. A Mengyelejeven való részvétel a Kulturális és Innovációs Minisztérium által meghirdetett Nemzeti Tehetség Program NTP-NTMV-24-B-0005 pályázati azonosítójú támogatásából valósult meg és a Magyar Kémikusok Egyesületének

segítsége tette lehetővé. Az utazás költségeinek érdemi része volt a Diagon Kft. nagylelkű szponzorációja.

Ugyan Oroszország ukrajnai agressziója óta a Mengyelejev Diákolimpiát a nyilvánosság előtt és a sajtóban nem népszerűsítjük, de a kiváló eredmények így is eljutottak a közvéleményhez, sőt a felelős államtitkár is büszkélkedett velük. Azt reméljük, hogy végre meghallgattatik az a kérésünk, hogy a magyar csapat hivatalosan képviselje ezen a versenyen az országot, és más olimpiákhoz hasonlóan pályázás és támogatók keresése nélkül támogassák részvételünket. Sajnos épp jövőre várható olyan helyszín, Moszkva, ahova biztonságban jelenleg nem lehet, és nem is lenne etikus elutazni, hiába jó emberek a tényleges szervezők.

A csapat támogatói:



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Nemzeti
Tehetség Program



DIAGON[®]
Forschungen und Lösungen

A szám szerzői

Barabás Gergő középiskolai tanár, BMSzC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

Ficsór István Dávid tanárszakos hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Hegedüs Kristóf PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Horváth Judit tudományos munkatárs, Sheffieldi Egyetem

Dr. Keglevich Kristóf középiskolai tanár, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest

Dr. Magyarfalvi Gábor egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Nemeskéri Dániel BSc-hallgató, ELTE TTK, Fizikai Intézet

Dr. Ősz Katalin egyetemi docens, PTE TTK, Kémiai Intézet

Szobota András PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Varga B. Szilárd BSc hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Várnagy Katalin egyetemi tanár, DE Szervetlen és Analitikai Tanszék

Dr. Vörös Tamás igazságügyi szakértő, Nemzeti Szakértői és Kutatói Központ

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

A TANÉV EREDMÉNYEI	125
GONDOLKODÓ	127
KERESD BENNE A KÉMIÁT!	157
Keglevich Kristóf: Keresd benne a kémiát!	157
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	164
Horváth Judit: Kémia németül	164
Barabás Gergő: Kémia angolul	189
NAPRAKÉSZ	198
Pályázati kiírás – Hannus István Kémiatanári Díj	198
VERSENYHÍRADÓ	200
Ősz Katalin – Várnagy Katalin: Az 57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője	200
Magyarfalvi Gábor: Az első Mengyelejev Eurázián kívül.....	265