

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaverseny

A megoldások beküldésére az alábbi útmutatás vonatkozik:

- A feleletválasztós, illetve gondolkodtató kérdéseket **egy-egy lapra**, a számolási példákat pedig **külön-külön lapokra** kérjük megoldani, kizárólag **kézzel, olvashatóan írt** megoldásokat fogadunk el.
- Minden lap jobb felső sarkában **jól látható** módon fel kell tüntetni a versenyző regisztrációkor kapott **azonosítóját** és **kategóriáját**, valamint a feladat számát. Fontos, hogy a neveteket ne írjátok rá a lapokra.
- Átláthatatlanul, vagy nem kellő alaposággal kidolgozott, illetve olvashatatlan megoldásokat jó végeredmény esetén sem fogadunk el.
- A beadott feladatokat kizárólag **szkennelt formában, pdf fájlként** tudjuk elfogadni, a korábbi irányelvek betartásával, az [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com) címre küldve. A dokumentum neve tartalmazza a versenyző azonosítóját, illetve kategóriáját. (pl.: Fordulo1\_AB12\_II\_kat.pdf) Amennyiben a szkennelt kép a nyomtatás után nem jól látható, azaz rossz minőségben lett beolvasva, a megoldást nem áll módunkban értékelni.
- Az e-mail tárgya tartalmazza a **MEGOLD\_1\_KAT** betűkombinációt, mert ez alapján lesznek válogatva a feladatsorok! A megoldásokat tartalmazó e-mailekbe **NE** írjatok megválaszolendő kérdést!
- Kizárólag azok a feladatlapok kerülnek értékelésre, amelyek a határidő napján **23:59-ig** beérkeztek.

Leadási határidő: 2015. október 25.

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

1 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaaverseny

A feladatsorokat lektorálta:

Dóbiné Cserjés Edit

Együttműködő partnerek:



BME VEGYÉSZMÉRNÖKI ÉS BIOMÉRNÖKI KAR  
VEGY-ÉRTÉK TEHETSÉGPONT



Támogatók:



Egyetemi Hallgatói Képviselő



BME  
V B K  
Hallgatói Képviselő



Leadási határidő: 2015. október 25.

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

2 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaaverseny

### Feleletválasztós kérdések (10p)

*Készíts egy táblázatot a feladatok számából és a hozzájuk tartozó helyes válasz betűjeléből, ezek egy külön lapra kerüljenek!*

1. A tojás héja köztudottan kemény, ám ha pár percre sósavba merítjük, ez a szilárd héj szép lassan eltűnik pezsgés kíséretében. Mely a tojáshéjban megtalálható anyaggal reagál a sósav?
  - a) magnézium-klorid
  - b) kalcium-szulfid
  - c) kalcium-karbonát
  - d) trikálcium-foszfát
2. Melyik kénvegyület jelenléte nem mérhető az atmoszférában?
  - a) kén-dioxid
  - b) kén-trioxid
  - c) kénsav
  - d) kénessav
3. Az alábbiak közül melyik ital segít a legtöbbet annak, akinek a szervezetébe véletlenül sósavoldat került?
  - a) víz
  - b) tej
  - c) kóla
  - d) vodka
4. Melyik a következő elem a tórium-232-es bomlási sorban a rádium 224-es izotópja után?
  - a) aktínium 222
  - b) tórium 228
  - c) radon 220
  - d) polónium 220
5. Az alábbi fajok közül melyiknek a szervezetében a leggyorsabb a koffein metabolizmusa?
  - a) ember
  - b) elefánt
  - c) egér
  - d) cibetmacska

**Leadási határidő: 2015. október 25.**

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

3 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaverseny

6. Kiről kapta a nevét a Prométium?
- Prométheuszról, görög alkímistáról
  - Prométheuszról, a mitológiai titánról
  - Prométheusz Ivan-ról, orosz kémikusról
  - Prométheusz Francois-ról francia kutatóról
7. Melyik fém legnagyobb oxidációfokú oxidja sárga?
- gadolinium
  - antimon
  - vas
  - réz
8. Miből készülnek a *nejlonzacskók*?
- polietilénből
  - nejlonból
  - PVC-ből
  - polisztirolból
9. Egy csomagolás szerint E620-as ízfokozót tartalmazó anyagot vékonyréteg kromatográfiával tesztelve ki tudtuk mutatni a hozzá tartozó aminosavat. Azonban kipróbáltuk ezt a módszert egy olyan termékkel is, amely csomagolás szerint nem tartalmaz ízfokozót, és ismét pozitív eredményt kaptunk ugyanarra az aminosavra. Melyik anyag nem lehetett a második teszt alanya az alábbiak közül?
- szőlőlé
  - margarin
  - paradicsomlé
  - szójaszós
10. Egy híres geológus 111. születésnapjához közeledik, ezért barátai szeretnék valamilyen szép ékszerrel meglepni. Egy geológusnál ez persze messze nem ilyen egyszerű, hisz nem ajándékozhatnak neki egyszerű szilícium vagy alumínium származékokat. Ezért kitalálják, hogy olyan drágakővel lepik meg, amelynek képlete minél többféle fémeket tartalmaz. Melyiket válasszák?
- zafír
  - smaragd
  - ametiszt
  - rubin

Leadási határidő: 2015. október 25.

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

4 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaverseny

### Számolási feladatok (13p)

*A számolási példák megoldásai külön-külön lapokra kerüljenek!*

- Hétvégén családi összejövetel lesz a nagymamánál. Nagyi a karácsonyra kapott, egyedi készítésű fazekat veszi elő, mely 97% rezet és 3% alumíniumot tartalmaz, és 2000 gramm tömegű. A család kedvence a tojásleves, így hát ez is lesz az ebéd. Hat személyre összesen két liter leves készül. Recept szerint került bele 2 evőkanál (összesen 30 ml) ecet is, hiszen a család is így szereti. Az egyetlen probléma ezzel az, hogy az ecet kioldotta az edény alumíniumtartalmának 10%-át. Nem elég, hogy tönkrement a méregdrága fazék, még az is lehetséges, hogy a család alumíniummérgezést kapott! **(6p)**
  - Mekkora az alumíniumion-koncentráció a levesben? (A réz oldódásától tekintsünk el!) **(2p)**
  - Megmérgeződtek-e a családtagok? (Egy főt számoljunk egységesen 75 kg-nak, és a levest egyenletesen elosztották egymás között, valamint mindenki elfogyasztotta a saját adagját az utolsó cseppig. Az alumíniumion ideiglenes napi bevitelének egészségügyi határértéke 1 mg/testsúly-kilogramm.). **(2p)**
  - Ha igen, mennyi levest kellett volna készíteni, hogy ne történjen meg ez a sajnálatos baleset? **(2p)**
- A laborban Mohr-sóval szeretnénk kísérletezni, ezért vízmentes Mohr-sót szerettünk volna készíteni ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ), de sajnos nem sikerült jól az előállítása, így vas(II)-szulfát is maradt a sóban. A keverékből kivettünk 500 mg-ot, és elkezdtük hevíteni. 100–110 °C környékén színtelen gáz távozott, melynek térfogata 0°C-on és 0,1 MPa nyomáson 73 cm<sup>3</sup> volt. 340 °C környékén a keletkezett kénsav is elpárolgott, így 100%-os vas(II)-szulfát maradt vissza. További hevítés hatására a vas(II) szulfát is elbomlott 400 °C felett. **(7p)**
  - Írd fel a Mohr-só bomlásának egyenletét! Milyen gáz távozott a keverékből? **(3p)**
  - Mekkora volt a keverék tényleges Mohr-só-tartalma? **(4p)**

Leadási határidő: 2015. október 25.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

Honlap: szasz.ch.bme.hu/olahverseny

5 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaverseny

### Gondolkodtató kérdések (8p)

*A gondolkodtató kérdések megoldásai egy lapra kerüljenek!*

1. A vegyészek medencés partit tartanak, ahol mindenhez desztillált vizet használnak. Itt kértünk egy teli pohár vizet öt jégkockával. Hány fázisú, és hány komponensű a poharunkban található rendszer? Sorold fel őket! **(3p)**
2. Nagymama pudingot főz. Mielőtt azonban a pudingport a tejbe öntené, először cukorral keveri el, majd csak ezután a tejjel. **(5p)**
  - a) Mi történne, ha nem használnánk cukrot? (Azon kívül, hogy nem lenne édes a puding.) **(2p)**
  - b) Mi a jelenség magyarázata? **(3p)**

### Gondolatkísérlet (14p)

A gondolatkísérlet megoldása egy konkrét kémiai anyag. A feladat ennek a meghatározása egyértelmű módon. Ehhez szükséges a megfelelő reakcióegyenletek feltüntetése, melyeket számozással jeleztünk. A teljes értékű megoldáshoz szükséges a megoldás menetét is feltüntetni. Ehhez feltüntetendők a számokkal jelölt reakcióegyenletek és ezek alapján a lehetséges ionok és a reakciók sorozatából jelölendő, hogy miként szűkül le a keresett ionokra a megoldás. A végleges megoldás az anyag képletéből, a kért egyenletekből és a megoldáshoz vezető logikusan leírt útból tevődik össze.

A vizsgált anyag fehér színű s vízben jól oldódik. Az oldat savas kémhatású. Az oldathoz ammónium-szulfidot adva fehér csapadék válik le (1). Az oldathoz nátrium-hidroxidot adva fehér csapadék képződik (2), mely a reagens feleslegében feloldódik (3). Az oldat ammóniával szintén fehér csapadékot ad (4). A csapadék nem oldódik fel ammónia feleslegében. Az oldatból ezüst-nitrát hatására fehér túrós csapadék válik ki (5), mely ammóniában jól oldódik (6).

**Leadási határidő: 2015. október 25.**

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

6 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaaverseny

### Esettanulmány (15p)

Börcsök Bence, Molnár Dániel

### **Ha a pénz beszélni tudna, avagy régi pénzermék vizsgálata modern analitikai módszerekkel**

A Magyar Tudományos Akadémia [...] „AKI kíváncsi kémikus” kutatótáborában 2009 nyarán lehetőségünk volt arra, hogy egy héten keresztül megismerjük két modern kémiai analitikai technika elméleti alapjait és a mérésekre alkalmas készülékek működését. A két módszerrel esettanulmányként néhány régi és mai fémpénz kémiai összetételét vizsgáltuk, és már ebből a „kóstolóból” láhattuk, milyen érdekes eredmények kaphatók ezekkel a gyors analitikai módszerekkel. [...]

A két módszer közül az egyik az induktív csatolású plazma optikai emissziós spektroszkópia (ICP-OES) [...], a másik a röntgen fluoreszcencia spektroszkópia (XRF) volt.

### **Az ICP vizsgálat alapja a plazmaállapot**

A plazma az anyag negyedik, és egyben a legmagasabb energiaszintű halmazállapota. Akkor jön létre, ha egy gázzal nagy mennyiségű energiát közlünk és az atomokról elektronok szakadnak le. A plazma valójában egy ionizált gázelegy, ami elektronokat, kationokat, valamint gyököket, molekulákat, molekulaionokat tartalmaz. A plazma kívülről elektromosan semleges, de mivel a töltéssel rendelkező részecskék szabadon mozognak benne, elektromosan vezető. Bár a Földön természetes körülmények között ritkán (például villámcsapáskor) fordul elő, az univerzumban a leggyakoribb halmazállapot, egyes becslések szerint az univerzum csaknem 99%-a plazma állapotú.

A részecskék mozgási energiája külső energiaközlés hatására nagyon nagymértékben megnő, és a plazmaláng hőmérséklete akár a 10000 Kelvint is elérheti. Ezeket a plazmákat meleg (termikus) plazmáknak nevezzük. A termikus plazmák analitikai alkalmazása az 1980-as évektől kezdve vált egyre elterjedtebbé. Az ICP-OES módszernél egy LC rezgőkörbe kötött tekercs belsejében egy kvarcból készült égőn keresztül argon gázt áramoltatunk. A rezgőkör segítségével nagy frekvenciájú (27 MHz), és nagy teljesítményű (kb. 2 kW) elektromágneses teret indukálunk. Az ekkor képződő szikra segítségével az argonatomok egy részét ionizáljuk.<sup>1</sup> Mivel nagy feszültséggel mozgatunk töltéssel rendelkező kis tömegeket, a részecskék nagy sebességgel kezdenek el mozogni, és az ütközések következtében egyrészt ionizáció megy végbe, ami egy pozitív visszacsatolású folyamat, másrészt magas hőmérséklet alakul ki. A Spectro Genesis típusú ICP-OES készülék plazmalángját, amely tehát nem kémiai égésen alapul, a 1. ábrán mutatjuk be.

<sup>1</sup> Valójában az ICP begyújtása egy külön szikrával történik, magában a nagyfrekvenciás tér nem elég az ionizációhoz. Amikor már vannak töltéshordozók, akkor már önfenntartó a folyamat.

**Leadási határidő: 2015. október 25.**

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

7 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaaverseny



1. ábra A Spectro Genesis típusú ICP-OES készülék plazmaégője működés közben

### A mérés folyamata ICP-OES készülékkel

A készülékkel oldatok vizsgálhatók. Az oldatokból porlasztással aeroszol keletkezik, és ezt az aeroszolt a plazmalángba vezetjük bele. Ott a beszáradó cseppek atomizálódnak, majd a magas hőmérséklet hatására gerjesztődnek, azaz a legkülső héjon lévő elektronok magasabb energiaszintre kerülnek. A gerjesztett részecskék relaxáció (a magasabb energiaszintről alapállapotba visszarendeződés) közben karakterisztikus (csak az adott elemre jellemző) elektromágneses sugarakat bocsátanak ki. A kibocsátott sugarakat a készülék analizátora hullámhossz szerint felbontja, a detektor a különböző hullámhosszakhoz tartozó intenzitást megméri, és a készülék az egész spektrumot rögzíti. A minőségi analíziskor a spektrumon adott hullámhossznál megjelenő csúcsokat azonosítják, vagyis adott elemhez rendelik.

A mennyiségi analízis a sugárzás intenzitása alapján történik, az intenzitás ugyanis egyenesen arányos a koncentrációval. A mennyiségi analízishez ismert töménységű kalibráló oldatokat használunk. Az ICP-OES módszer kimutatási határa a vizsgált elemtől függően általában 10-20  $\mu\text{g/l}$  körül van. A módszer igen sok elem azonosítására és koncentrációjának meghatározására alkalmas. Előnye az igen nagy pontosság (100  $\mu\text{g/l}$  feletti koncentrációknál  $\pm 2\%$ ). Ez annak köszönhető, hogy a módszerrel tömbvizsgálat végezhető (az eredmény a vizsgált minta egészére lesz jellemző), és nincs mátrixhatás (vagyis a vizsgált elem környezete nincs hatással a mérésre). Hátránya viszont, hogy nem roncsolásmentes eljárás, hiszen a szilárd mintát mérés előtt oldatba kell vinni, így nem használható például értékes, régi tárgyak vizsgálatára. A 2. ábra egy cink tartalmú ismeretlen koncentrációjú minta (piros görbe) és a 10 mg/l koncentrációjú összehasonlító cinkoldat (zöld görbe) spektrumainak részletét mutatja. A két görbe alatti terület úgy aránylik egymáshoz, mint az oldatok koncentrációi.

**Leadási határidő: 2015. október 25.**

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

8 / 11 oldal



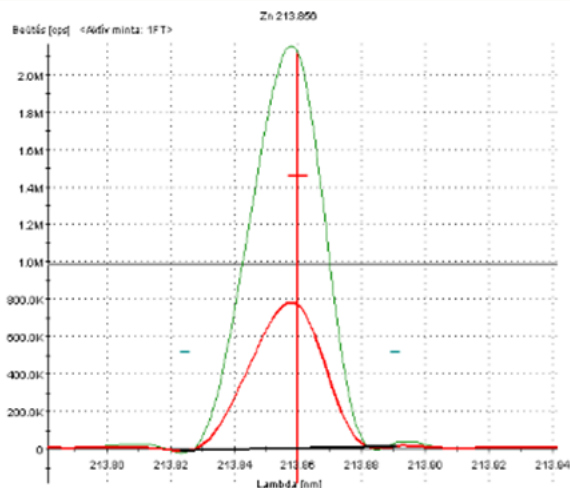
I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaverseny



2. ábra A cink tartalmú ismeretlen koncentrációjú minta (piros görbe) és a 10 mg/l koncentrációjú összehasonlító cinkoldat (zöld görbe) spektrumainak részlete

Az ICP-OES módszer alkalmas félvezető lapkák, talajok, üledékek, különböző vízminták oldott, illetve savval oldható fém- (pl.: kálium, kalcium, kobalt, nikkel, réz, vas, cink, stb.) valamint kén-, és szilícium tartalmának a meghatározására. Használja többek között az elektronikai- és a félvezetőipar, a geológia, az élelmiszeripar, a gyógyszerészet, a toxikológia, a kriminalisztika, valamint a környezetvédelem.

A módszer tanulmányozásakor megfigyelhettük a plazmában az alkálifémek közül a kálium ibolya, a nátrium sárga, a cézium halványkék, az alkáliföldfémek közül a kalcium téglavörös, a stroncium bíborvörös, a bárium faközöld, valamint a ritkaföldfémek közül az ittrium vörös lángfestését. Ezen fémek esetében a kibocsátott sugárzás a látható fény tartományába esik, így megfelelően magas koncentráció esetén az „megfesti” a plazmát.

## Az XRF módszer alapjai

Az XRF (röntgen fluoreszcencia spektroszkópia) az elemekre jellemző elektronrendszer vizsgálatán alapul, de az ICP-OES-sel ellentétben itt nem az atom külső elektronjai gerjesztődnek, hanem a közölt energia az elektrónhéj belső elektronjainak kilökéséhez is elegendő. Az atomra bocsájtott nagy energiájú röntgensugár átadja az energiáját az atom egyik belső héjon elhelyezkedő elektrónjának, ami ettől elhagyja a pályáját, és kilökődik [...]. Így egy belső héjon egy betöltetlen pálya keletkezik. Ez az állapot nem stabil, az energia minimumra való törekvés elve szerint valamelyik magasabb energiájú héjról egy elektron a betöltetlen pályára ugrik, ezáltal egy alacsonyabb energiájú helyre kerül. Az atom ezt az energiakülönbséget röntgensugárzás formájában adja le, és ezt a

**Leadási határidő: 2015. október 25.**

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

9 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaaverseny

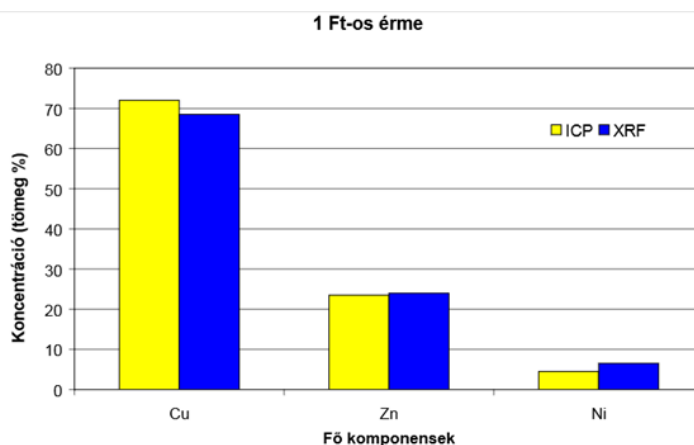
karakterisztikus (elemre jellemző) sugárzást detektálja a műszer. A sugárzás intenzitása az ICP módszerhez hasonlóan arányos az elem koncentrációjával.

A forrás által kibocsátott gerjesztő sugarak illetve a mintából származó karakterisztikus sugarak igen hamar elnyelődnek, ezért a módszer leginkább felületi analízisre alkalmas (kb. 300  $\mu\text{m}$  mélységig). Fontos jellemzője, hogy nem tesz kárt a mintában, úgynevezett roncsolásmentes vizsgálatot tesz lehetővé. Ezen tulajdonsága különösen alkalmassá teszi régészeti leletek vizsgálatára. [...]

### Modern és régi pénzermék összetételének vizsgálata

Miután megismertük mindkét módszer elméleti hátterét, az általuk kapható eredmények összehasonlítása céljából megvizsgáltuk a nemrégiben a forgalomból kivont 1 forintos érme összetételét mindkét analitikai módszerrel. A mérések eredményeit a 3. ábra mutatja.

Mindkét módszerrel az adódott, hogy az ötvözet kb. 70% rezet, kb. 25% cinket és kb. 5% nikkelt tartalmaz. A kétféle módszerrel kapott eredmények eltérését valószínűleg az okozta, hogy az ICP esetében tömbvizsgálat történt, azaz a teljes érme összetételét jellemző adatokat kapunk, míg az XRF felületi analízist végez, és a felület összetétele különbözhet az egész minta összetételétől még akkor is, ha nincs bevonat a mintán. Ez kiváltképp igaz a pénzekre, hiszen megannyi szennyeződés kerülhet rá veretés és használat közben, ezért az ICP eredményeit tekintjük pontosabbnak. Az XRF módszernek viszont nagy előnye a gyorsasága, hiszen a minta minden előkészítés nélkül vizsgálható, míg az ICP mérés előtt az érmét fel kellett oldanunk.



3. ábra A forgalomból kivont 1 Ft-os pénzermék összetétele

Leadási határidő: 2015. október 25.

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

10 / 11 oldal

I. kategória

Első forduló



# Oláh György

## Országos Középiskolai Kémiaverseny

Az XRF módszernek azt a fontos tulajdonságát, hogy vele a mintadarabok roncsolásmentesen analizálhatók, a műkincsnek számító vagy forgalomban lévő pénzermék vizsgálatánál használtuk fel. [...]

Az „AKI kíváncsi kémikus” kutatótábor tette lehetővé, hogy megismerkedhessünk a korszerű analitikai módszerekkel és a vizsgált pénzermék érdekes tulajdonságaival. Szeretnénk megköszönni a tábor szervezőinek a munkáját, az érdekes numizmatikai előadást és a történelmi pénzerméket Lengyel Istvánnak, a szakmai irányítást és a betekintést a kutatói életbe a témavezetőinknek: Bartha Cecéliának és May Zoltánnak.

*AKI Kíváncsi Kémikus kutatótábor 2009, <http://www.ttk.mta.hu/kutatotabor>*

1. Hogyan nő a részecskék kinetikus energiája a hőmérséklet függvényében (képlet)? **(2p)**
2. Mi az anyagszerkezeti magyarázata annak, hogy a cikkben említett fémek festik a plazmát? **(1p)**
3. A mérések eredménye alapján az egy forintos érme belsejében, vagy felületén van több réz? Válaszod indokold! **(2p)**
4. Egy gyakorlatlan analitikus nem tartja elég közel a felülethez az XRF készüléket, hanem attól 4-5 cm-re mért. Miért okozott ez hibát a mérésben? **(2p)**
5. A két analitikai módszer közül melyik esetben melyiket használnád? Indokold minél körültekintőbben, több szempontot figyelembe véve válaszaid! **(8p)**
  - a) Felmerült a gyanú, hogy egy település ivóvize arzénnel szennyeződött. Ezt kell bebizonyítanunk, vagy cáfolnunk. **(2p)**
  - b) Bebizonyosodott, hogy egy élelmiszer gyártó cég termékébe különböző, már nyomnyi mennyiségben is veszélyes fémek oldódtak be, melyek nagy valószínűséggel a homogén összetételű konzervdobozokból származnak. Melyik módszerrel döntenéd el egyértelműen, hogy a konzervdoboz-e a forrás? **(2p)**
  - c) Római kori cserépminták származási helyét szeretnénk megtudni. (Hasonlóság fedezhető fel az ugyanonnan származó edények összetételében, illetve a nyomelemek mennyiségében.) **(2p)**
  - d) Egy nyomozás során, a helyszínen talált kicsi, néhány cm átmérőjű fémgombról kell bebizonyítanunk, hogy a gyanúsított farmernadrágjáról hiányzik-e. **(2p)**

**Leadási határidő: 2015. október 25.**

E-mail cím: [olahverseny@gmail.com](mailto:olahverseny@gmail.com)

Honlap: [szasz.ch.bme.hu/olahverseny](http://szasz.ch.bme.hu/olahverseny)

11 / 11 oldal