

BŰNÜGYI TÖRVÉNYSZÉKI LABORATÓRIUMI VI ZSGÁLATOK: Nehézfém szennyezés azonosítása (Eredeti cím: FORENSIC SCIENCE: Identifying heavy metal pollution)



Szerző

F.H. Bosman, H. Hotsma, R.A. van Iterson, Drenthe College, van Schaikweg 94
Emmen, the Netherlands, Kapcsolattartó: H. Hotsma@inter.nl.net

Nyelv

Angol, magyar

Összefoglalás

Egy építkezés során egy hordót találtak. A hordóból kevés, ismeretlen anyagi minőségű folyadék szivárgott. Az építkezés területén néhány évvel ezelőtt három vállalat működött, akik a hordó megtalálásának helye közelében egy-egy kis üzemet működtettek. Az eredetvizsgálatok három lehetséges gyanúsítottat mutattak ki. A ti feladatotok bebizonyítani, hogy melyik vállalat a felelős a környezetszennyezésért.

Feladatcsoport típusa G

Természettudományos ismeretek használata problémamegoldásra

Problémamegoldás csapatmunkával

Kommunikáció

Pénzügyi és anyagi erőforrások kezelése

Mérési technikák

Térfogatos és gravimetriás analízis (argentometria)

Ultraibolya és látható (UV-VIS) abszorpciós spektroszkópia

Atomabszorpciós spektrofotometria (AAS)

Potenciometria

Azonosítási kémcsőreakciók/tesztek

Alkalmazási terület

Környezeti kémia

Idő

Gyakorlati órák:	420 perc
Elméletre szánt idő:	90 perc
Iskolán kívüli idő:	90 perc

StandardBase szabványvizsgálatok

Determination of iron in mosskiller using AAS

Determination of iron in water using visible spectrophotometry

Determination of phosphate in diet Coca Cola using visible spectrophotometry

Determination of phosphoric acid in diet Coca Cola using potentiometry

Determination of copper in pig food using AAS

StandardBase mérési technikák

Volumetric and gravimetric analysis (Argentometry)

Ultraviolet and Visible (UV-Vis) Absorption Spectroscopy

Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

Potentiometry

Egyéb források

Technomatch, Emmen, Netherlands: www.technomatch.nl

<http://en.wikipedia.org/wiki/Pollution>

http://www.who.int/water_sanitation_health/en/

<http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search>

Diák feladatleírás

BŰNÜGYI TÖRVÉNYSZÉKI LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK:

Nehézfém szennyezés azonosítása

(Eredeti cím: FORENSIC SCIENCE:

Identifying heavy metal pollution)

Egy építkezés során hordókat találtak. A hordókból kevés ismeretlen folyadék szivárgott. Néhány évvel ezelőtt három vállalat egy-egy kis üzemet működtetett ennek a helynek a közelében. Az eredetvizsgálat három lehetséges tettet mutatott ki. A mintát közvetlenül a hordóból vették. A ti laboratóriumotok részt vett a mintavételben.

- A** Vállalat neve: Európai Acél Vállalat
Vezérigazgató: Mrs Icara Coldsma

A szomszédok szerint a vállalat tönkrement, mert a szennyvizükben levő mérgező vegyületek eltávolítása túl sokba került. Ezért a gyárat 1993-ban lerombolták. Azóta az üzem területét nem használták semmi másra. A hulladék anionok és különböző fémionok keveréke volt.



A hulladék kénsavat, foszforsavat, vas(III)- réz(II)- és stroncium(II)-ionokat tartalmazott. A vaskoncentráció a réztartalomhoz viszonyítva magas volt.

- B** Vállalat neve: Krómozó Üzem
Tulajdonos: Mr Ferdinand Bosmean MSc

Ez a vállalat a versenyek díját képező serlegeket vont be krómmal. Körülbelül 10 évvel ezelőtt a vállalat elköltözött egy olyan országba, ahol a munkabér jóval alacsonyabb.



Egy interjú során Mr. Bosmean kifejtette, hogy nem felelősek semmilyen vegyi eredetű környezetszennyezésért. Nem használtak foszforsavat a folyamat során, hanem kénsavat és sósavat alkalmaztak. Használtak viszont működésük közben vas(III), króm(III) és stroncium(II) tartalmú anyagokat.

C Vállalat neve: Villám tűzijáték
Vezérigazgató: Mr Angus Mclterson

2001-ben egy tragikus baleset történt, és egy óriási robbanás következett be. A gyár legnagyobb része megsemmisült. Túlélők nem voltak, de a tűzijáték fantasztikus volt.



A tűzijátékokat három különböző fémsó keverékéből készítették (szulfátokból, kloridokból és nitrátokból). A hulladék kénsavat, foszforsavat, vas(III)-at, réz(II)-t és sok stroncium(II)-t tartalmazott. A vaskoncentráció a réztartalomhoz képest relatíve alacsony volt.

A Nemzeti Környezetvédelmi Laboratórium által korábban elvégzett vizsgálatok eredményeit az alábbi táblázat mutatja. A szennyezőanyagot tartalmazó tartályokat évente megvizsgálták, és a laboratórium éves jelentést készített a hulladékokról. Az **A**, **B** és **C** betűk a három vállalat jelét mutatják az első oszlopban.

	H ₃ PO ₄ ppm	RSD %	H ₂ SO ₄ mol/L	RSD %	HCL mol/L	Fe ³⁺ ppm	RSD %	Cu ²⁺ ppm	RSD %	Sr ²⁺ ppm	RSD %	Cr ³⁺ ppm	RSD %
A	1000	4	0,1	5	0	100	2	20	2	100	6	0	8
B			0,01	5	0,05	200	2	0	2	100	6	200	8
C	800	4	0,1	5	0	20	2	150	2	100	6	0	8

RSD= relatív standard deviáció

Rövid összefoglaló

Egy környezetvédelmi vizsgálatokat végző laboratóriumban dolgoztok és azt akarjátok kimutatni, hogy melyik vállalat okozta a környezetszennyezést.

A csoportok száma: minimum 2

Csoportlétszám: 4-6 fő

Ha több különböző csoport van, akkor párhuzamosan végezhetik a munkát, vagy a csoportok alkalmazhatnak különböző mérési technikákat is.

(Például a vasat meghatározhatják atomabszorpciós és a látható fény tartományában működő, azaz VIS spektroszkópiával is.)

Elvégzendő vizsgálatok

Vizsgáljátok meg a mintát a várt komponensekre. A mintát meg kell szűrni, hogy tiszta oldatot kapjatok. Először végezzétek el az azonosítást: lángfestés és kémcsőreakciók segítségével határozzátok meg, hogy mely komponensek vannak jelen a mintában.

Amikor már ismert, hogy milyen összetevők vannak jelen, akkor kezdhettek el a mennyiségi analízist. A bíróságon be kell bizonyítanotok, hogy melyik vállalat okozhatta a legnagyobb valószínűséggel a szennyeződést. Meg kell állapítani minden egyes analízisnek a konfidencia intervallumát, azaz megbízhatósági tartományát (használjátok a <http://en.wikipedia.org/wiki/Student>

%27s-t-test linken található **t tesztet**). A megbízhatósági tartomány közvetlen kapcsolatban van az időbeosztásokkal (azaz a párhuzamos mérések éppen megfelelő számával). A bíró vagy az esküdszék a vád tanújaként fog benneteket meghallgatni. A védőügyvéd pedig nyilván meg fogja kérdőjelezni a mért eredményeitek megbízhatóságát. Ezért teljesen biztosnak kell lennetek abban, hogy következtetéseitek korrektségét be is tudjátok bizonyítani. Mivel a vizsgálat költségét visszatérítik, ezért ki kell számítanotok a mérések összköltségét is.

Minden csoportnak:

1. Feladat

Azonosítsátok a fémionokat és az anionokat lángfestéssel, valamint specifikus és érzékeny kémcsőreakciókkal. (**Tanulói feladatlap: Ionok azonosítása és a meghatározáshoz használható mérési technikák**)

2. Feladat

Határozzátok meg az azonosított anyagok koncentrációját. [**Tanulói feladatlap: Vízmintha stroncium (Sr) tartalmának meghatározása atomabszorpcióval és Króm meghatározása atomabszorpcióval; a Fe^{3+} , Cu^{2+} , PO_4^{3-} és a Cl^- meghatározására alkalmazzátok a megfelelő **StandardBase** eljárásokat.**]

3. Feladat

Töltsétek ki a saját táblázatokat és vonjátok le belőle a következtetést arra nézve, hogy melyik vállalat okozhatta a környezetszennyezést! Következtessetek arra is, hogy mely vállalatok nem okozhatták a szennyezést!

Olvassátok el a három vállalatról szóló szöveget. A csoportnak minden egyes komponensre vonatkozólag el kell döntenie, hogy hogyan analizálja azt. Néhány esetben választanotok kell különböző mérési technikák között. Később a bíróságon az esküdszéket meg kell majd győznötök arról, hogy a várható koncentrációtartománynak megfelelő eljárást választottátok.

Keressétek meg a kiválasztott **StandardBase** eljárásokat; a csoport minden tagjának legyen belőlük egy másolata. Olvassátok át alaposan az eljárásokat és bizonyosodjatok meg arról, hogy mindenki érti mit kell csinálnia.

Készítsetek egy munkatervet, foglaljátok le a szükséges eszközöket és anyagokat. Becsüljétek meg mindegyik vizsgálat költségét.

Készítsetek egy - az összes eredményeket tartalmazó - táblázatot.

Célszerű kiszámítanotok belőlük az átlagot és a standard deviációt is.

Következtessetek arra, hogy melyik gyanúsított a bűnös.

Mivel a csoportotok segíti az ügyességet abban, hogy megtalálja a felelős vállalatot, ezért el kell mennetek a tárgyalásra.

A csoportotoknak el kell döntenie, hogy hogyan készíthettek olyan bemutatót, ami meggyőzi majd az esküdszéket.

A gyakorlati munka megkezdése előtt kockázatbecslést kell végezni!

Gyakorlati munka

Gyűjtsetek információkat az alkalmazott mérési technikákról.

Beszélgjétek meg a terveteket a tanárokkal (beleértve a műszereket és a vegyszereket is).

Vonjátok le a következtetés: melyik vállalat okozta a szennyezést?

Gyűjtsétek össze az összes vizsgálat eredményét.

Hasonlítsátok össze a csoporton belüli eredményeket és ha lehetséges, a másik csoport (vagy több csoport) eredményével is vessétek össze ezeket. Készítsetek egy összehasonlító táblázatot.

Megfeleltethetőek-e az eredményeitek és pontosságuk a korábbi mérések során tapasztaltaknak?

Vajon mennyire vagytok biztosak az állításaitok megbízhatóságában?

Írjatok egy részletes beszámolót, amely tartalmazza az eredményeiteket és következtetéseiteket is.

Önellenőrző feladatok diákoknak

Ehhez töltsétek ki a **ProBase** weboldalon található „*Készségfejlesztés értékelése.doc*” fájlt!

Következtessetek arra, hogy melyik működtető(k) nem okozhatták a szennyeződést.

Határozzátok meg az anyagok koncentrációját az alábbi vizsgálati módszerek segítségével!

Komponensek

Sr^{2+}

Cr^{3+}

Fe^{3+}

Cu^{2+}

PO_4^{3-}

Cl^-

Analízis

AAS [**Tanulói adatlap:** *Vízminta stroncium (Sr) tartalmának meghatározása atomabszorpcióval*]

AAS (**Tanulói adatlap:** *Króm meghatározása atomabszorpcióval*)

AAS vagy VIS spektrofotometria (**StandardBase**)

AAS (**StandardBase**)

VIS spektrofotometria (**StandardBase**)

Argentometria (**ProBase SALT AND DIET** feladat)

Tanulói adatlap: Vízminta stroncium (Sr) tartalmának meghatározása atomabszorpcióval

Alkalmazási terület

Atomabszorpciós spektroszkópiával több mint 70 elemet határozhatunk meg; főként fémeket, így a stronciumot is. A stroncium meghatározását csak gáz, ill. gőz állapotban végezhetjük el, ahol a stroncium atomos vagy ionos formában van jelen.

Alapelv

A vízmintát megszűrjük, majd az oldatot beporlasztjuk a lángba. A lángban a részecskék gőzállapotú atomokká és elemi ionokká alakulnak. A gázfázisú fématomok speciális (meghatározott) hullámhosszúságú fényt tudnak elnyelni. Az elnyelés (abszorbancia) mértéke egyenesen arányos a fémkoncentrációval. Oxidáló hatású levegő-acetilén lángot kell használni („rich, red”).

Standard stroncium oldat: 100 mg Sr/dm³

Oldjunk 0,2415 g stroncium-nitrátot [$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$] 100 cm³ ionmentes víz és 10 cm³ tömény sósav (HCl) elegyében és hígítsuk 1 dm³-re ionmentes vízzel.

Eljárás

Minta

Szűrjük a vízmintát üvegszűrőn keresztül egy száraz lombikba. Mérjük meg a minta és az összehasonlító (standard) oldatok abszorbanciáját atomabszorpciós spektrofotométerrel 460,7 nm hullámhossznál 0,2/0,4 nm résszélességgel.

A kalibrációs görbe felvétele

A standard stroncium-oldat 0,00; 1,00; 2,00; 3,00; 4,00 és 5,00 cm³ -ét mérjük be 100 cm³ -es mérőlombikokba. Töltsük fel desztillált vízzel a jelig és keverjük jól össze úgy, hogy a lombikot tízszer fel-le megforgatjuk.

Mérjük a minta és a standard oldatok abszorbanciáját atomabszorpciós spektrofotométerrel 460,7 nm hullámhossznál és 0,2/0,4 nm résszélességnél.

Számítások

Az abszorbanciát a koncentráció (mg/dm³) függvényében ábrázoljuk: a minta koncentrációját interpolálással határozhatjuk meg. Ezt végezhetjük Microsoft Excel program segítségével is.

Az eredmények megadása

Az eredményeket ppm Sr-ban adjuk meg.

Példa

Sr koncentráció mg/dm ³	Abszorbancia
0,000	0,000
1,000	0,058
2,000	0,113
3,000	0,172
4,000	0,227
5,000	0,286

A regressziós egyenes a legkisebb négyzetek módszere szerint a következő eredményeket adja:

Függvény: $A = 0,0570 C + 0,0001$

Minták

		VI (95%)	
Y érték	X (számított)	X (min)	X (max)
0,136	2,3831	2,3253	2,4408
0,140	2,4532	2,3955	2,5110
átlag	2,4182	2,3745	2,4618

Tanulói adatlap: Króm meghatározása atomabszorpcióval

A Sr esetében megadott *Vízminta stroncium (Sr) tartalmának meghatározása atomabszorpcióval* c. **tanulói adatlapon** leírt eljárást követjük és króm-vájtatódos lámpát használunk, 357,9 nm a specifikus hullámhosszal és 0,7 nm szélességgel. A kalibrációs görbe 5 ppm Cr koncentrációig lineáris.

Standard króm oldat, 100 mg Cr/dm³

Oldjunk 0,4577 g króm(III)-nitrátot $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ 100 cm³ ionmentes víz és 10 cm³ tömény sósav (HCl) elegyében és hígítsuk ionmentes vízzel 1 dm³-re.

Tanári útmutató

Rövid áttekintés a mérési feladat céljairól

A tanulók analitikusokként dolgoznak egy környezetvédelmi laboratóriumban és bizonyítaniuk kell a bíróságon, hogy melyik vállalat okozta legnagyobb valószínűséggel a környezetszennyezést. A diákok egy összetett természettudományos probléma megoldását itt ahhoz hasonló módon tanulják meg, mintha puzzle-t raknának ki. Hogyan tudják vajon összeilleszteni a megfelelő részeket? Sokféle próbát és mérést végeznek a lángfestéstől a spektroszkópiáig, de a végeredmény egyszerűen az, hogy ártatlan, vagy bűnös-e az adott vállalat.

Készségfejlesztés

A tanulók megtanulják:

- Gyakorlati és elméleti tudásukat felhasználni természettudományos problémák megértésére a látható (VIS) spektrofotometria és atomabszorpciós spektrofotometria (AAS) területén
- Megfigyelni, megmérni, analizálni és kiértékelni adatokat, beleértve a spektrofotometriával mért adatokat is
- Együtt dolgozni másokkal, információt cserélni csoporttársakkal
- Elméleti tudásukat problémamegoldásra használni
- Csoportmunkában problémákat megoldani
- Egy általuk készített, és a hallgatóság által megvitatott munkaanyag segítségével gyakorolni a kommunikációt
- Az anyagi és pénzügyi erőforrás-tervezés alapjait

Szervezés

Minimum csoportszám: 2

Csoportlétszám: 4-6 fő

Több csoport esetén választhatunk: a csoportok párhuzamosan dolgozva azonos feladatokat végeznek, vagy különböző vizsgálati módszereket és mérési technikákat is alkalmazhatnak. (Például a vasat meg lehet határozni atomabszorpciósan és látható spektroszkópiával is.)

Lehet, hogy a csoportmunka során a diákoknak segítségre lesz szükségük.

Minden tanulónak részt kell vennie a tervezésben, a gyakorlati munkában és a beszámoló megírásában is. Biztosítani kell, hogy a csoport vagy csoportok bemutassák a tanárnak a kiválasztott mérési módszereket.

Adott esetben változtatásokra is szükség lehet.

Óraterv a tanároknak

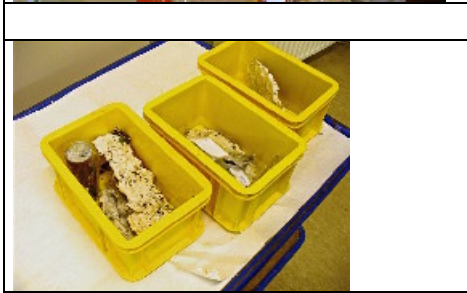
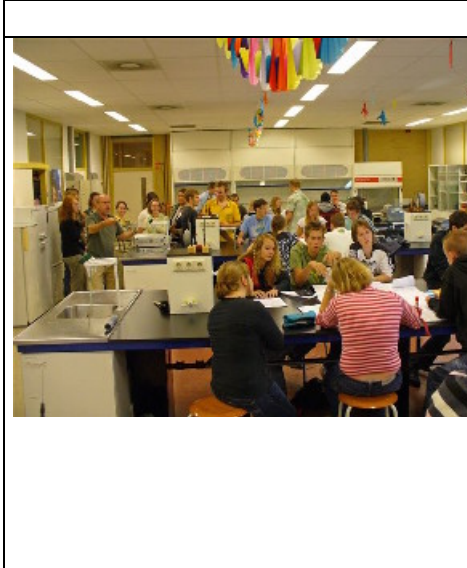
Ha egy valódi tárgyalást szervezünk, az további motivációt jelent a tanulóknak arra, hogy jó előadást tartsanak. Szükség van egy esküdtszékre vagy egy bíróra. Kell még egy ügyvéd (hívjuk dr. Ördög Jánosnak), aki a vállalatokat képviseli. Ő majd igyekszik cáfolni az eredményeket azzal, hogy megpróbálja bebizonyítani, a csoport nem szabályos módon végezte a méréseket vagy a számításokat. (Például: hogyan vettek mintát, hogyan tartották azt, biztosították-e megfelelő címkézéssel, hogy a minták ne keveredjenek össze, abszolút biztosak lehetünk-e abban, hogy valóban a szennyezésért felelős vállalatot nevezték meg?)

- A téma tanári bevezetője (45 perc)

- o Vázoljuk a projekt célját
 - o Megjelöljük az elvárt eredményt (tartalmi és formai szempontok szerint)
 - Információgyűjtés, diagnosztikus értékelés a témához kapcsolódó kérdések segítségével, a csoportmunka megszervezése (45 perc)
 - A gyakorlati munka végrehajtása (420 perc)
 - A beszámoló elkészítése, az eredmények kiértékelése és a hallgatóságnak való bemutatása (90 perc)
- Amennyiben szükséges, a diákok a munkájukat otthon is befejezhetik.

Ötletek a tanároknak a feladat elvégzésére

	Egy helyi gazda földjén kijelöltünk egy kosárlabdapálya nagyságú területet. Speciális fehér és piros műanyag szalaggal kerítettük körbe. Minden (kb. 6 fős) csoportnak be kellett lépnie a bűntény területére. Előírás szerinti papír védőruha használatát is lehetővé tettük. Ez fokozta a kívánt hatást.
	A belépés előtt megkapták a lehetséges leletek jegyzékét: pl. keressenek meg egy hordót, amelyet mi tettünk oda. A csoportnak meg kellett beszélnie a különböző feladatokat. Fontos feladat volt a jegyzőkönyv felvétele és azoknak a helyeknek a megjelölése, ahol a különféle tárgyakat találták. Ezután minden tételt felcímkéztek, megjelöltek. Felhívtuk a figyelmüket arra, hogy minden tételt elszállítunk az iskolába és nyilván jó lenne, ha biztosak lehetnének abban, hogy a saját mintáikat vizsgálják majd meg.
	Minden csoportnak megvoltak a saját „leletei”, amelyeket a területre való belépésük előtt helyeztünk oda. A fémdetektor, amelyet a képen látunk egy könnyen használható amatőröknek való érzékelő. A területre való belépés előtt a csoportok tagjainak meg kellett osztani egymás között a feladatokat.

	<i>Ez a rész nem kötelező, csak választható:</i> Néhány lábnyomot is elhelyeztünk a mintavételi területen. A tanulóknak ki kellett találni, hogy hogyan elegyítsék az összetevőket, hogy olyan gyorsan kötő keverékhez jussanak, ami lehetővé tette a lábnyomok lenyomatainak iskolába való szállítását további vizsgálatok céljából. Egy kis térképet kellett rajzolniuk, amelyen minden hely rajta volt, ahol leleteket találtak. Az irányító tanár és a technikusok minden csoport számára új leleteket rejtettek el az alatt, amíg egy új csoportot tájékoztattak a feladatokról. A diákok természetesen készíthettek fényképeket a vizsgálataikról. Ezeket a fotókat mutatták be a szülőknek tartott beszámoló bevezetője során.
	Az iskolában a csoportoknak minden mintát analizálni kellett. A direkt, egyszerű spektroszkópiától a jóval fejlettebb atomabszorpciós spektrofotometriáig többféle mérési módszert alkalmaztak. E ProBase projekt első kipróbálását elsőéves diákok végezték, de másodéves diákok segítettek és irányították őket a mérések és számítások elvégzése során.
	A címkézés fontossága akkor lett teljesen nyilvánvaló, amikor a csoportoknak azonosítani kellett, hogy melyik lábnyom az övék. Gondoltuk, hogy a lenyomat azonosítása és összehasonlítása a gyanúsított lábnyomával nehéz lesz. S így is volt: az egyik csoport elfelejtette felcímkézni a műanyag dobozát.
	A vizsgálatok és a számítások elvégzése után minden csoportnak készítenie kellett egy posztert, amit a bíró és az esküdtszék meggyőzésére használtak a törvényszéken (bírószágon). Végül minden diák nagyon igyekezett, hogy hatásos posztert készítsen. Nem engedtünk Power Point-ot készíteni, hogy meggyorsítsuk a bíró és az esküdtszék jelenlétében lefolytatott tárgyalást. A vizsgálat alatt a három gyanúsított védelmét dr. Ördög képviselte. Dr. Ördög észrevételeket tett arra vonatkozólag, hogy csoportok hogyan gyűjtötték össze az ún. bizonyítékokat és hogy vajon a mintavétel idejét és helyét korrekt módon feltüntették-e a jegyzőkönyvben.

Gyakorlati tanácsok

Felszerelés és vegyszerek

Anyagok és CAS számaik

Név	Tisztasági fok	CAS-szám
Króm(III)-nitrát	AR	13548-38-4
Ammónium heptamolibdát	Reagens	12027-67-7
Réz-szulfát-pentahidrát	Reagens	7758-99-8
Ammónium-tiocianát	Reagens	13746-66
Ezüst-nitrát	Reagens	7761-88-8
Bárium-klorid	Reagens	10361-37-2
Ammónia	Reagens	7664-41-7
Dimetil-glioxim	Reagens	95-45-4
Foszforsav	Reagens	7664-38-2
Kénsav	Reagens	7664-93-9
Sósav	Reagens	7647-010-0
Vas(III)-ammónium-szulfát dodekahidrát	Reagens	10138-04-2
Stroncium-nitrát	AR	10042-04-2

Készülékek

Műszerek

- UV/VIS spektrofotométer
- Atomabszorpciós spektrofotométer
- Kalibrált analitikai mérleg

Eszközök a lángfestési és a kémcsőpróbákhoz

- Platinadrót (hurok alakú)
- Gázégő
- Gyufa
- Kémcsövek
- Kereskedelembe kapható gyorseszteszt az ionok azonosítására

Üvegeszközök és egyéb felszerelés

- 100cm³ –es mérőlombik
- Kalibrált kétjeles pipetták (1, 2, 3, 4, 5 cm³)
- 1000cm³ –es mérőlombik

Előkészítés

Minta

A diákok által használt minták készítésekor a következő szempontokat kell figyelembe venni. Általában csoportonként egy mintát kell készíteni. Lehet azonos összetételű mintát is adni minden csoportnak, mert ezzel versenyhelyzetet teremthetünk.

A csoportok javaslatokat tesznek arra vonatkozóan, hogy milyen műszereket akarnak használni a mérésekhez. A legvalószínűbb, hogy atomabszorpciós és látható (VIS) fotométert használnak majd. Például a vas meghatározásánál a választaniuk kell a látható (VIS) spektrofotometriát alkalmazó o-fenantrolinos és az ASS között. Nem biztos, hogy mindkettő használatára van mód, ez attól függ, hogy milyen készülékek állnak rendelkezésre.

Vigyázzunk arra, hogy a három (**A**, **B** és **C**) vállalat profiljának megfelelő összetételű mintákat készítsünk.

Még érdekesebbé tehetjük a feladatot, ha megrendezünk egy „törvényszéki” tárgyalást, ahol minden csoport előadja a bizonyítékait és a következtetéseit, melynek során egy kollégánk játssza a bíró szerepét. Egy másik kolléga alakíthatja dr. Ördögöt, a védőügyvédet (azaz az „ördög ügyvédjét”). Dr. Ördögnek meg kell próbálni megtámadni az ügynevezett „bizonyítékokat” és ellenőrizni, hogy a mintavételi eljárás során nem történt-e szabálytalanság.

Minden minta egy-egy vállalathoz A-hoz, B-hez vagy C-hez kapcsolható
Válasszuk ki azt a vállalatot, amelyik felelős lesz a környezetszennyezésért és készítsük el a megfelelő mintát.

A minta

100 ppm Fe = 862,8 mg $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

20 ppm Cu = 78,55 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

100 ppm Sr = 241,53 mg $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$

9,40 cm³ 1 mol/dm³ H_3PO_4

100 cm³ 1 mol/dm³ H_2SO_4

Töltsük fel a mérőlombikot desztillált vízzel az 1 dm³-es jelig.

B minta

200 ppm Fe = 1725,6 mg $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

100 ppm Sr = 241,53 mg $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$

200 ppm Cr = 915,4 mg $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$

10 cm³ 1 mol/dm³ H_2SO_4

50 cm³ 1 mol/dm³ HCl

Töltsük fel a mérőlombikot desztillált vízzel az 1 dm³-es jelig.

C minta

20 ppm Fe = 172,6 mg $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

150 ppm Cu = 589,14 mg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

100 ppm Sr = 241,53 mg $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$

7,55 cm³ H_3PO_4

50 cm³ 1 mol/dm³ HCl

100 cm³ 1 mol/dm³ H_2SO_4

Töltsük fel a mérőlombikot desztillált vízzel az 1 dm³-es jelig.

Példa az anyagi és pénzügyi erőforrások tervezésére

Ösztönözzük a diákokat az Excel használatára és arra, hogy számításaik a saját országukban érvényes valódi árakon alapuljanak. Például egy adott vizsgálatra:

Vegyszerek	Ár € / kg	Felhasznált mennyiség (kg)	Költség €
kénsav	10,00	0,88	9
Bérlet	Ár €/ óra	Használati idő (óra)	Költség*
készülék, berendezés	50,00	4	200
épület (beleértve a víz, villany és fűtés szolgáltatást)	200.0	4	800
vizsgálati idő (óra)	50,00	4	200
Összes költség			1209

* Költség=ár szorozva a felhasznált mennyiséggel.

TESZTFELADATOK

1. Nézd meg a táblázatban (ld. **Diák feladatleírás**), hogy melyik vállalatnál volt a legalacsonyabb az összes fémion-koncentráció?

- a) **A**
- b) B
- c) C

2. Nézd meg a táblázatban (ld. **Diák feladatleírás**), hogy melyik vállalatnál találták a legmagasabb fémion-koncentrációt?

- a) A
- b) **B**
- c) C

3. A Népegészségügyi és Környezetvédelmi Intézet meghatározta a hulladékban jelenlevő króm(III) vegyületek toxicitását. A növények által felvett króm mennyisége:

- a) **Függ a krómsók vízben való oldhatóságától**
- b) Nincs különbség az oldódó és a nem oldódó króm(III)-vegyületek között
- c) A króm(III) vegyületek nem mérgezőek

4. A tanulók egy korábbi csoportja által mért értékek a következők voltak: $\mu = 80$ ppm Fe és $\sigma = 15$ ppm Fe. A 95%-os megbízhatósági tartományt figyelembe véve a környezetszennyezésért felelős vállalat:

- a) **A**
- b) B
- c) C

5. A táblázat alapján (ld. **Diák feladatleírás**) melyik fémet nem érdemes vizsgálni?

- a) Vas
- b) **Stroncium**
- c) Réz
- d) Króm

6. Hogy az egyik vállalat felelőssége kizárható legyen a következő ionokra érdemes vizsgálni:

- a) **klorid és króm**
- b) klorid és stroncium
- c) stroncium és vas

7. Lehetséges az, hogy csak a foszforsavra, kénsavra és sósavra vizsgálunk, a fémekre nem, és mégis hozzá tudjuk rendelni a mintát a tulajdonosához?

- a) Igen
- b) Nem
- c) **Nem, de a B vállalatot ki tudjuk zárni.**

8. Milyen lámpa használatát javasolja a fémek vizsgálatához?

- a) egyszerű lámpa
- b) **több kémiai elem meghatározására alkalmas lámpa**
- c) mindegy

Megjegyzés: A válaszokat pirossal írtuk a szövegbe.

TESZTFELADATOK

1. Nézd meg a táblázatban (ld. **Diák feladatleírás**), hogy melyik vállalatnál volt a legalacsonyabb az összes fémion-koncentráció?
 - a) A
 - b) B
 - c) C
2. Nézd meg a táblázatban (ld. **Diák feladatleírás**), hogy melyik vállalatnál találták a legmagasabb fémion-koncentrációt?
 - a) A
 - b) B
 - c) C
3. A Népegészségügyi és Környezetvédelmi Intézet meghatározta a hulladékban jelenlevő króm(III) vegyületek toxicitását. A növények által felvett króm mennyisége:
 - a) Függ a krómsók vízben való oldhatóságától
 - b) Nincs különbség az oldódó és a nem oldódó króm(III)-vegyületek között
 - c) A króm(III) vegyületek nem mérgezőek
4. A tanulók egy korábbi csoportja által mért értékek a következők voltak:
 $\mu = 80 \text{ ppm Fe}$ és $\sigma = 15 \text{ ppm Fe}$. A 95%-os megbízhatósági tartományt figyelembe véve a környezetszennyezésért felelős vállalat:
 - a) A
 - b) B
 - c) C
5. A táblázat alapján (ld. **Diák feladatleírás**) melyik fémet nem érdemes vizsgálni?
 - a) Vas
 - b) Stroncium
 - c) Réz
 - d) Króm
6. Hogy az egyik vállalat felelőssége kizárható legyen a következő ionokra érdemes vizsgálni:
 - a) klorid és króm
 - b) klorid és stroncium
 - c) stroncium és vas
7. Lehetséges az, hogy csak a foszforsavra, kénsavra és sósavra vizsgálunk, a fémekre nem, és mégis hozzá tudjuk rendelni a mintát a tulajdonosához?
 - a) Igen
 - b) Nem
 - c) Nem, de a B vállalatot ki tudjuk zárni.
8. Milyen lámpa használatát javasolja a fémek vizsgálatához?
 - a) egyszerű lámpa
 - b) több kémiai elem meghatározására alkalmas lámpa
 - c) mindegy

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.