

Lángoló por

Bakos Katinka és Újvári Szeréna

Felkészítő tanár: **Szász Ágota Judit**

Mentor: **Péter Katica**

Tartalomjegyzék

Bevezető.....	1
A por	1
Mi is a por?	1
A szállópor.....	1
Hogyan néz ki a por?	2
A porminták tömegének meghatározása.....	3
Gravimetria	3
Mérések és eredmények.....	3
A por ólomtartalma	3
Atomabszorpcióról általában	3
Módszerünk a gyakorlatban.....	5
A por radioaktivitása.....	5
Radioaktív anyagok előfordulása az atmoszférában.....	5
A radioaktív sugárzások.....	6
Szintillációs detektorok.....	6
A por átlagos α és β aktivitása	7
A por gamma spektruma	7
Következtetések	7
A levegő szállópor koncentrációja.....	7
A levegő radioaktivitása	8
Függelék.....	8
Képek. Ábrák	8
Táblázatok.....	11
1. táblázat	11
2. táblázat	12
3. táblázat	12
4. táblázat	13
5. táblázat	13
6. táblázat	13
7. táblázat	14
Forrásanyag.....	14

Bevezető

Érdeklődésünket és egyben kutatásaink sorozatát egy érdekes kísérlet indította el, amelyben egy lángnak az árnyékát láttuk kivetítve.

A kísérlet maga nagyon egyszerű: egy nátriumlámpával megvilágított és megsózott Bunsen-égőről van szó. Az történik ugyanis, hogy a nátriumgőz elnyeli a nátriumlámpa által kibocsátott sárga színű fény fotonjainak nagy részét. Érdekes módon, ha az égőt higanylámpával világítjuk meg, akkor ennek a lámpának a fényében nem tűnik fel a láng éles árnyéka (1. kép).

A higanylámpa fotonjai nem nyelődnek el a láng nátriumatomjai által. Ezek a fotonok áthatolnak a lángon, ezért nem látjuk a higanylámpa fényében az éles árnyékot.

Ez a kísérlet adta az ötletet, hogy utánanézzünk az atomabszorpciós spektrometriának. Így derítettük ki, hogy ezt a módszert használják a légszennyezés egyik legjelentősebb forrásának, a szállópor által hordozott fémek mérésére. Így lett dolgozatunk főszereplője a por.

A por

Mi is a por?

A por finom eloszlású szilárd anyag, amelyet a légmozgások diszpergálnak és szállítanak. Kémiai és ásványtani összetételével, valamint szemcsenagyságával jellemezhető. A por összetételét és a szennyeződések forrásait foglalja össze az 1. táblázat¹.

Nagyság tekintetében a por kétféle lehet:

- **Ülepedő por**

A szennyezőforrás körzetében lerakódik és a részecskék 10 µm-nél nagyobbak.

- **Lebegő vagy szállópor**

Ennek részecskéi 10 µm-nél kisebbek, sokáig tartózkodnak a levegőben, a szél messze sodorhatja őket. A 3-4 µm közötti porszemek 1000 m magasságból kb. egy év múlva jutnak vissza a földfelszínre.²

A por káros hatásai az összetételtől és a szemcsemérettől is függenek. Légzőszervi megbetegedéseket okozhatnak, és bizonyítottan növelik a daganatos megbetegedések kockázatát (pl. azbeszt tartalmú por).

Kutatásunk célja a szállópor bizonyos fizikai tulajdonságainak a tanulmányozása: kinézet, méret; koncentráció, radioaktivitás, és a benne található ólom mennyisége mellett a levegő minőségének a vizsgálata is. Tanulmányunk helyszínül iskolánkat választottuk, mert ez az a hely, amelyet állandónak mondhatunk, itt töltjük hétköznapijaink jelentős részét. Furdalt a kíváncsiság, hogy az itt végzett méréseinkből milyen eredményt szűrhetünk le, hisz iskolánk forgalmas városunk központjában helyezkedik el, ugyanakkor ehhez hasonló méréseket még nem végeztek intézményünkben.

A szállópor

A szállóport két nagy csoportra lehet bontani szemcseméret alapján: a 10 µm átmérőjű szemcséket **durva részecskéknek** (PM10³) nevezik, ezek a szemcsék lejutnak az alsó légutakba. A 2,5

¹ www.sulinet.hu

² www.sulinet.hu

mikrométernél kisebb átmérőjű, **finom** porszemcsék (PM_{2,5}) alkotják a belélegezhető frakciónak azon részét, melyek lejutnak a tüdő légútyagocskáiba.

A PM₁₀ frakció, amit mi vizsgálunk iskolánk területén, a talaj eróziójából, valamint az utak kopásából és ipari tevékenységből, de főleg a megnövekedett forgalomnak köszönhető kipufogógázakból származó részecskéket tartalmaz.

A szálló por még a legalacsonyabb koncentrációban is káros, és mennyiségének rövidtávú emelkedése is izgatja a nyálkahártyákat, köhögést, torokkaparást és nehézlégzést válthat ki. Ezen felül a tüdőben felszívódva gyulladásos folyamatot indíthat el, aminek következtében növekszik a vér alvadékonysága, fokozott vérrögződés is kialakulhat.

Munkánk során az első kihívásunk a **porminták begyűjtése** volt.

Erre az egyetlen lehetséges megoldás egy olyan **kumulatív módszer** alkalmazása, amely 24 órás levegőmérések során, **impaktor elvén** működő mintavevő⁴ fejjel ellátott szívó berendezéssel, a porrészecskéket méretük szerint, egy ebbe helyezett 0,8 mikrométer porozitású, 47 mm átmérőjű, síkfelületű **cellulóz szűrőre** gyűjti.

A képeken látható maga a berendezés mérés közben (2. kép), a szívófej (3. kép), a szívófej belső felépítése (4. és 5. kép), a pompa (6. kép) – amiről a pillanatnyi hozamot és az átszívott térfogatot tudtuk leolvasni.

Fontos megjegyezni, hogy a por koncentrációja időben és térben változó, ezért csak átlagot lehet számítani a különböző környezeti tényezők figyelembevételével.

Mérésünk első helyszíne a fizikum volt. Már az első mintánál döbbenetes látványban volt részünk. Minden elvárásunkat felülmúlva a szűrő koromfekete volt (7. kép) a felfogott portól. Ez arra az elhatározásra készítetett bennünket, hogy iskolánkon belül több helyen is végezzünk méréseket. Minden helyszínen mértük a hőmérsékletet, légnyomást, levegő relatív nedvességtartalmát, valamint a beszívott levegő térfogatát.

Hogyan néz ki a por?

Ha egyáltalán valaha is feltettük ezt a kérdést magunkban, valószínűleg a por mindenkinek azon idegesítő „tényező”, amit ismét elfelejtett letörölni az íróasztaláról és még mindig ott ékeskedik - de minek is letörölni? -kérdezhetnénk, és jogosan: percekben belül, ha nem is az előző mennyiségben, de megint ott lesz, hogy aztán megint letörölhessük.

Viszont ez a tényező igen is leírható. Képzeljünk el egy sivatagot az íróasztalunkra, felnagyítva az íróasztalunkon levő port, ha ez régi, valóban úgy néz ki, mint egy sivatag felülnézetből.

Mintáinkat egy CCD kamerával⁵ ellátott optikai mikroszkóp segítségével is tanulmányoztuk (8.kép). Ennek segítségével készítettük a következő felvételeket.

A képeken látható nagyítás méretarányos etalonfelvétellel volt meghatározva.

Így megnézhattuk, hogy hogyan is néz ki a por (9-11. képek). Ugyanakkor ellenőrizni tudtuk porgyűjtő műszerünk pontosságát is, hogy valójában csak a 10 µm-nél kisebb részecskéket gyűjtött-e be. Ezt az objektív mélységélességének állításával oldottuk meg. A látómezőben elvéve található legnagyobb porszemcse mérete (magassága) is 15 µm körüli volt. A 12. képen látható porszemcse teteje élesre állítva, míg a 13. képen a porszemcse alja. Tehát levonhattuk azt a következtetést, hogy porbegyűjtő berendezésünk a leírásnak megfelelően működött⁶.

³ PM= Particulate Matter

⁴ TCR (Fine PM Air Inlet) típusú

⁵ CCD (Charge-coupled Device)= töltés-csatolt eszköz, amely a fényt elektromos jellé alakítja

⁶ 50%-a a pornak 10 µm alatt van

A porminták tömegének meghatározása

Gravimetria

A begyűjtött porminták tömegének a pontos meghatározására az analitikai kémiában használatos gravimetriás mérési módszert alkalmaztuk.

A mérés menete

- **A tiszta szűrőmembránok és kontrollfilter kondicionálása** egy szárítószekrényben történt, amely 24 órás időtartamot vett igénybe, míg egyensúlyba került környezetével (14. kép).
- **A mérleg ellenőrzése** hitelesített súlymintákkal történt (15. kép).
- **Az analitikai mérlegen a filterek tömege** 10 µg pontossággal volt megmérve.
- **A pormintákkal teli filterek kondicionálása** hasonlóan történt, mint az üres szűrőmembránok kondicionálása.
- **A porminták tömegének a meghatározása:** Annak érdekében, hogy a mérleg pontosságát maximálisan ki tudjuk használni, mérés előtt a szűrőmembránokat alumínium fóliára helyeztük, hogy elvezesse a mintáról az elektromos töltéseket. Ezt követték a mérések.
- A kontrollfilter tömegéből származó korrekció figyelembevételével a mért adatokból meghatároztuk a por tömegét.

Mérések és eredmények

A fent említett mérések adatait a második táblázatban, és az ezekből származó számítások eredményeit a 3. táblázatban rögzítettük.

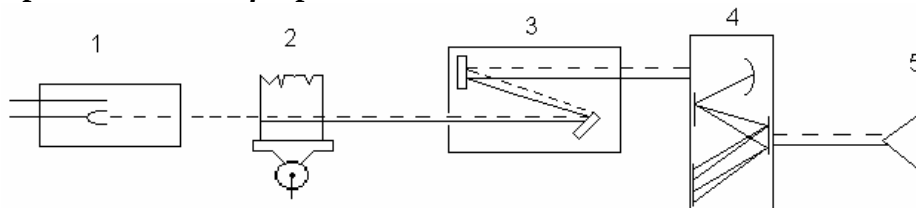
A por tömege: $m = m_{PM10} - m_{filter}$

A por ólomtartalma

Atomabszorpcióról általában

Az atomabszorpciós módszer szabad atomok fényelnyelésének mérésén alapuló mennyiségi analitikai eljárás. A szabad atomok elektromágneses sugárzás hatására gerjesztődnek, miközben a gerjesztési energiának megfelelő hullámhosszúságú fotont elnyelnek. Az atomok abszorpciós spektruma vonalas szerkezetű, a vonalak pontosan meghatározott hullámhossznál jelentkeznek. Az atomok ilyen típusú abszorpciós spektruma adja az atomabszorpciós módszer nagy szelektivitását. Egy adott elem rezonanciavonalának hullámhosszán a többi atom elnyelésének nagyon kicsi a valószínűsége, és azt eredményezi, hogy összetett, sok elemet tartalmazó rendszerek is elemezhetők az elemek kémiai elválasztása nélkül.

Az atomabszorpciós készülékek felépítése és működése



A **megvilágító fényforrás** (1. a lámpa) a meghatározandó elem vonalas atomspektrumát emittálja. Az **atomforrás** (2. pl. láng) előállítja a mintából a meghatározandó elem szabad atomjait, amelyek

vonalas abszorpciót mutatnak, a láng saját emisszióval is rendelkezik, illetve a lángban keletkező gerjesztett atomok ill. molekulák is fényt emittálnak.

A **monokromátor** (3) a meghatározandó elem rezonanciavonalát lokalizálja a spektrumból. A fényforrás fényét modulálják (ezt szaggatott vonal jelzi az ábrán), míg a láng emisszió időben állandó jelet ad (folyamatos vonal). Az **érzékelő** (4) mindkét jelet átalakítja, de az erősítő (5) elválasztja a lámpa jelét a láng emissziós jelétől.

Az atomabszorpciós mérésekhez általában **vájtatód lámpát**⁷ használunk (19. kép). Ezek a fényforrások általában egyelemesek, tehát minden újabb elem meghatározásánál cserélnünk kell a fényforrást. A fényforrás működtetéséhez stabilizált tápegység szükséges.

Az atomabszorpciós vizsgálathoz a mintát atomos gőzzé kell alakítani. Ezt a folyamatot nevezzük **atomizációnak**. Az atomabszorpciós elemzés szempontjából döntő fontosságú, hogy milyen atomkoncentrációt lehet elérni az atomforrásban. Az atomizálás általában nagy hőmérsékletű térben történik. A legelterjedtebben alkalmazott **atomforrás a láng**, amelybe cseppenként bevisszük az oldatot. Fontos, hogy lehetőleg kis szemcseméretű és homodiszperz köd alakjában vigyük az oldatot a lángba.

A vizsgált elem a lángban szabad atom formájában lehet jelen.

A fémvegyületek a lángban általában két vagy háromatomos molekulák, mint pl. a CaO vagy a LiOH. A bonyolultabb vegyületek például a Na₂SO₄ vagy a szerves fémkomplexek nem stabilisak a láng hőmérsékletén.

Atomabszorpciós mennyiségi elemzési módszer az atomforrásban (láng, grafitküvetta stb.) kialakuló szabad atom koncentrációt méri. Az elemzendő fém rezonanciavonalán észlelt fényintenzitás csökkenése és a fém szabad atom koncentrációja közötti összefüggés a Lambert-Beer törvénnyel írható le:

$$I = I_0 e^{-(\varepsilon Nl)} \quad \text{ahol:} \quad \begin{array}{ll} I_0 & = \text{a megvilágító fény intenzitása} \\ I & = \text{a fény intenzitása az abszorpció után} \\ N & = \text{a szabad atom koncentráció} \\ \varepsilon & = \text{az abszorpciós együttható} \\ l & = \text{az optikai úthossz} \end{array}$$

A gyakorlatban kísérletileg határozzuk meg a beporlasztott vagy bemért minta elem koncentrációja és a fényintenzitás csökkenés között fennálló összefüggést. Általában a fenti összefüggés logaritmizált alakját használjuk.

$$\text{Abszorbancia: } A = \ln \frac{I_0}{I} = ac$$

ahol A = abszorbancia

a = az anyag minőségtől és kísérleti körülményektől függő állandó

c = a minta elemkoncentrációja.

Az abszorbancia tehát lineáris összefüggésben van az oldat fémkoncentrációjával. A gyakorlatban ez a lineáris összefüggés csak a kisebb koncentrációk tartományában áll fenn általában 0,5 abszorbancia alatt.

Az atomabszorpciós módszer alkalmazása mintegy 70 elem meghatározását teszi lehetővé. Minden olyan területen alkalmazható, ahol kis koncentrációban jelenlevő fémek mennyiségi meghatározása a feladat. Az alkalmazási területeket szemlélteti a 4. táblázat⁸.

⁷ Speciális kisülési cső, amely a meghatározandó elemből készül vagy ötvözőként, bevonatként tartalmazza azt.

⁸ Lángfotometria

Módszerünk a gyakorlatban

• A por roncsolása

Ahhoz, hogy a pormintákból az ólom koncentrációját meg tudjuk határozni, először oldatba visszük át. Ehhez az szükséges, hogy a filtereket kémcsövekben salétromsav és sósav 2:1 térfogatú elegyével reagáltassuk. A kémcsőben lejátszódó reakciók 12 órán keresztül szobahőmérsékleten mentek végbe, ezt követően pedig 120°C-on két órát melegítettük termosztatált homokágyban (17. kép), hogy ez által a reakciók hatásfokát megnöveljük. A salétromsav összeroncsolta a molekulákat, míg a sósav az oldódást segítette.

Visszafolyó hűtővel biztosítottuk, hogy a keletkezett gőzök lecsapódjanak, és visszakerüljön az oldatba, s így ne legyen veszteség.

Miután ez megtörtént, felhígítottuk az oldatot deionizált vízzel, hogy ne legyen annyira savas (a készülék védelme érdekében), valamint hogy jelre vigyük az oldatot, a mi esetünkben 25 ml-re.

• Spektrométer hitelesítése

A spektrométert (18. kép) megfelelően kalibráltuk, vagyis ismert koncentrációjú⁹ ólmot tartalmazó oldatokkal hitelesítettük. Ez adja meg a mérés kalibrációs görbáját, ami a számításoknál nélkülözhetetlen.

• A mérések

Az oldatot elporlasztva, apró cseppek formájában 4ml/min hozammal, egy kapilárison keresztül (19. kép) juttattuk az acetilén-levegő-lángba. Ennek hőmérséklete megközelítőleg 2600 °C, ami elég ahhoz, hogy a molekulákat atomizálja.

Ezután a 20. képen látható ólomlámpát behelyeztük a 21. képen látható módon a spektrométerbe, és besugároztuk a mintánkból létrehozott atomfelhőt.

A lámpából két nyaláb jutott el a detektor fotomultiplikátorához: az egyik a **gőzön** keresztül, a másik egy különböző optikai úton, ahol nincsen elnyelés. A **gőzben** az ólom atomok ez által gerjesztődnek, és elnyelik a 283,3 µm-es rájuk jellemző hullámhosszú ultraibolya sugárzást. Így a két nyaláb intenzitása különböző lesz és ebből az intenzitáskülönbségből tudjuk meghatározni a mintánkban levő ólom mennyiségét.

A Varian SpektrAA szoftverrel irányított spektroszkóp számítógépen rögzíti és számolja ki az ólom koncentrációját az oldatban.

Az így kapott mérési eredményeket az 5. táblázat fogja tartalmazza.

A por radioaktivitása

Radioaktív anyagok előfordulása az atmoszférában

A különböző fizikai, kémiai biológiai és egyéb folyamatok eredményeként radioaktív anyagok képződnek, amelyek akkumulálódnak, tovaszállítódnak és folyamatosan átalakulnak atmoszférában.

A természetes légköri radioaktivitás tulajdonképpen két forrásból táplálkozik. Az egyik forrást a földfelszínen és a vizekben lévő rádiumizotópok bomlástermékeként keletkező nemesgáz **radon** izotópok képezik. A másik forrás a felülről érkező nagy energiájú **kozmosz sugárzás**, amely a levegőben lévő atomok magjaival kölcsönhatásba lép és ennek eredményeként radioaktív izotópok is keletkeznek.

⁹ SR EN 14902 román standardnak megfelelően

A fölkéregből származó összetevőt a hosszú felezési idejű ősi izotópok (40K, 87Rb, 238U, 232Th) és az urán, ill. tórium bomlási sor elemei képezik.

A nagyenergiájú elsődleges kozmikus sugárzás, amely részben galaktikus eredetű, illetve a napból származik, egyrészt a föld mágneses energiája, részben a levegő atomjaival való kölcsönhatások miatt nem éri el a földfelszínt. A kozmikus sugárzás nagyenergiájú összetevője az atmoszféra felső rétegein áthatolva másodlagos részecskéket kelt, a kis energiájú komponens pedig az ionizáció révén veszíti el energiáját. A kölcsönhatás során részecskék (protonok, neutronok, elektronok, pimezonok) és fotonok, ill. a létrejövő magreakciók révén ún. kozmogén radioizotópok (3H, 7Be, 14C stb.) keletkeznek.

Az atmoszféra radioaktivitását az azt előidéző források mellett az éghajlati, a meteorológiai viszonyok is befolyásolják. Így egyebek között meghatározó tényező a földrajzi hely, a szél sebessége, iránya, a csapadék halmazállapota, mennyisége, gyakorisága, valamint a levegő szennyezettsége. A radionuklidok az atmoszférában aeroszoloikat képezhetnek, a porszemeken adszorbeálódhatnak, ill. kondenzációs magokat képezhetnek.

A radioaktív sugárzások

- **Az α sugárzás**

Pozitív töltésű He atommagokból áll. Hatótávolsága a levegőben 8-10 cm, de már egy papírlap is képes elnyelni. Levegőbeli útjuk során az α részecskék kb. 20 - 40000 iont állítanak elő.

- **A β sugárzás**

Elektronokból álló sugárzás. Az elektronok nem a héjból származnak, hanem a magból: egy neutron protonná és elektronná alakul, az elektront a mag kilöki magából, a maradék felszabaduló energiát pedig egy neutrínó viszi magával. Levegőbeli hatótávolsága megközelítőleg 80 cm, az elektronok útjuk minden cm-en 50-100 iont hoznak létre.

- **A γ sugárzás**

Nagyenergiájú elektromágneses sugárzás. A γ - sugárzás csak másodlagos: úgy keletkezik, hogy az atommag egy α – vagy β - részecske kilökése után gerjesztett állapotban marad és energiatöbbletét γ - fotonként kisugározza. A természetes radioaktív sugárzások közül a γ - sugárzás a legveszélyesebb, mert ennek van a legnagyobb áthatoló képessége.

Radioaktív bomlás során tehát új elemek keletkeznek. Ezek is lehetnek radioaktívak, és tovább bomolhatnak. Így egész hosszú úgynevezett bomlási sor alakulhat ki.

- **A radioaktív anyagok jellemzői:**

aktivitás $A=N/\Delta t$ – időegységre eső bomlások száma, mértékegysége Bq

felezési idő $T_{1/2}=0,693/\lambda$ – az az idő, amely alatt a kiinduló radioaktív atommagok száma felére csökken. Ahol λ - az anyagra jellemző bomlási állandó.

A port a kezünkben tartottuk, radioaktivitását nem volt nehéz feladat meghatározni.

Szcintillációs detektorok

A nukleáris detektorok nagy családját alkotják a szcintillációs detektorok. 1903-ban Crookes, Elster és Geitel fedezte fel, hogy a cinkszulfid kristály radioaktív sugárzás hatására fényt sugároz ki, azaz szcintillál. A **szcintillátorokban** sokáig szemmel figyelték meg a részecskék becsapódását, csak 1947-ben alkalmazták először a **fotó-elektronsokszorozót**. Ez lehetővé teszi a részecskék által keltett

gyenge fényjelek elektronikus feldolgozását, az energiaspektrum vizsgálatát, radioaktív források abszolút aktivitásának meghatározását.

A sugárzás közvetlenül, illetve az ionizáció során keletkezett elektronok és ionok anyaggal való kölcsönhatása olyan gerjesztett atomokat, molekulákat hozhat létre, melyek például látható vagy ultraibolya fotonokat sugároznak ki. Bizonyos fényérzékeny anyagokból a fotonok elektronokat váltanak ki, ezeket a fotóelektronokat megfelelő elektronsokszorozó közbeiktatásával elektronikus mérőberendezéssel már észlelni tudjuk. Ezt a jelenséget használja fel az ún. szcintillációs méréstechnika.

A por átlagos α és β aktivitása

A por átlagos α és β aktivitásának meghatározásához, egy elektromos vezérléssel ellátott ZnS kristályt tartalmazó scintillációs detektor szolgált (22. kép). Ahhoz hogy a levegőből begyűjtött mintában kialakuljon a radioaktív egyensúly, 24 óra várakozásra volt szükség. A detektor α és β részecskéire vonatkoztatott **mérési hatékonysága** (a mért és a valódi aktivitások aránya) hivatalosan meghatározott értékű. Úgy az α , mint a β részecskék számlálása 100-100 percet vett igénybe.

$$\Lambda = \frac{A_{\min ta} - A_{h\ddot{a}tt\acute{e}r}}{\varepsilon}$$

Ahol: A – minta (hátter) aktivitása
 Λ – a por aktivitása

A kapott eredményeket az 5. táblázat tartalmazza.

Az eredmények azt bizonyítják, hogy a por radioaktív, de a kapott értékek csak kis mértékben tértek el az átlagosnak tekintett értékektől.

A por gamma spektruma

Ennek a sugárzásnak a vizsgálatára egy NaI kristályt tartalmazó detektort használtunk (zz. Kép). Ez egy ólomtömbökkel körülvett kis kamrában volt elhelyezve, amit egy számítógép vezérelt. Ennek segítségével felvettük a háttér és a minta gamma spektrumát, ami 23. képen látható. Ezek között nem tudtunk lényeges különbséget kimutatni.

Következtetések

A levegő szállópor koncentrációja

A következő képlettel számítható ki:

$$C_{PM10} = \frac{m_{por}}{V_{levegő}}$$

A 6. táblázat tartalmazza a különböző helyszíneken kapott szállópor PM10 koncentrációinak értékeit. Pirossal jelöltük meg azokat az eredményeket, amelyek meghaladják a törvény által (ORDIN ADMINISTRATIE PUBLICA 592/2002) megengedett **napi 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10** koncentrációértéket. A 21 mérés során 11 alkalommal kaptunk a megengedettnél nagyobb értéket. Ugyancsak a törvény írja elő, hogy a megengedett érték évi 35 alkalommal léphető túl.

Érdekesnek számít az a tény, hogy a legnagyobb értékeket a II. Emeleti termekben kaptunk. Itt a megengedett értéknek több mint duplája.

A spektrométerrel meghatározzuk a feloldott por ólomkoncentrációját. Ebből kiszámoljuk a minták ólom tartalmát, majd a levegő átlagos ólomkoncentrációját, a következő képletekkel:

$$m_{pbo} = c_{pboldat} * V_{oldat}$$

$$c_{pblevegő} = \frac{m_{pb}}{V_{levegő}}$$

A levegő ólomtartalmának megengedett napi maximális határértéke: **0,5 µg/m³ Pb**.

November 17.- én lesz lehetőségünk ezt megmérni.

A levegő radioaktivitása

A levegő átlagos β és α aktivitása meghatározható a minták és a háttér aktivitásának ismeretében, a következő képlettel:

$$\Lambda_{levegő} = \frac{A_{min\ ta} - A_{háttér}}{\varepsilon V_{levegő}} \quad \text{Az eredményeket a 7. táblázat tartalmazza.}$$

Az eredmények azt bizonyítják, hogy a por radioaktív, de a kapott értékek csak kis mértékben tértek el az átlagosnak tekintett értékektől (erre vonatkozó törvénykezés nincs).

Függelék

Képek. Ábrák



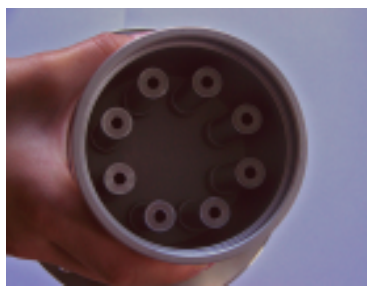
1. kép



2. kép



3. kép



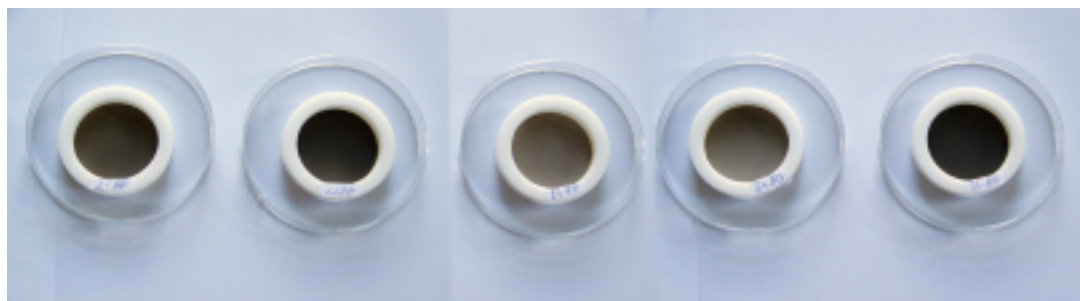
4. kép



5. kép



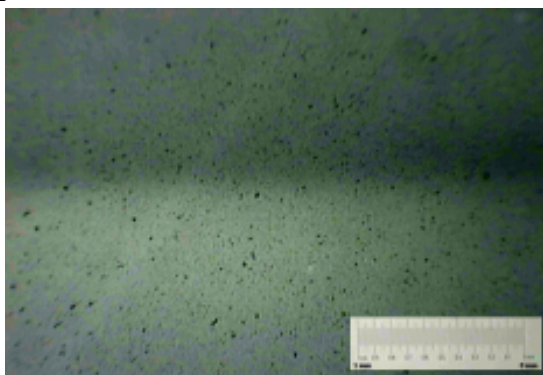
6. kép



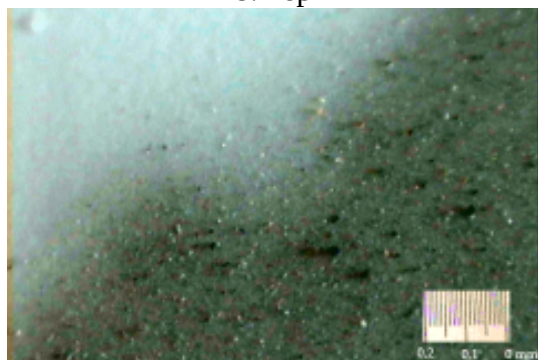
7. kép



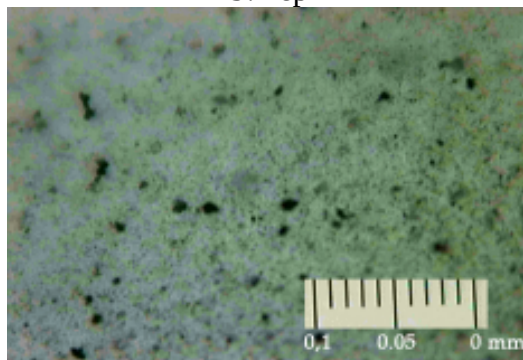
8. kép



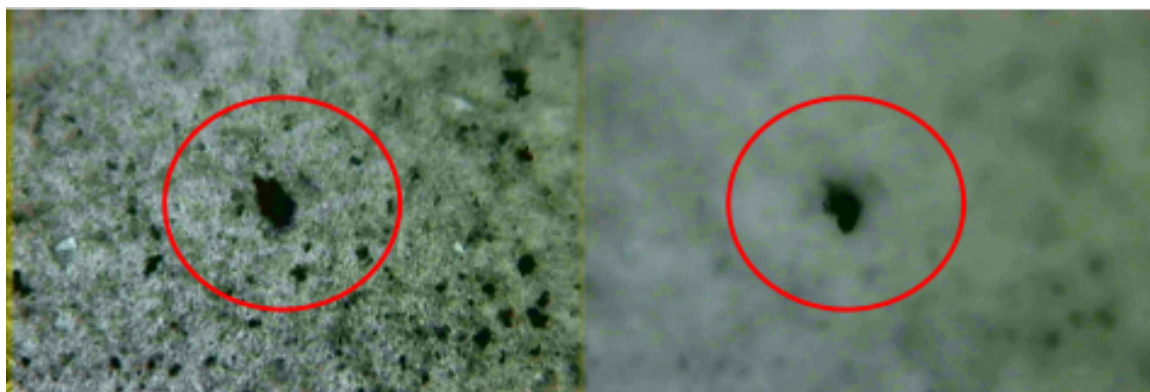
9. kép



10. kép



11. kép



12. kép



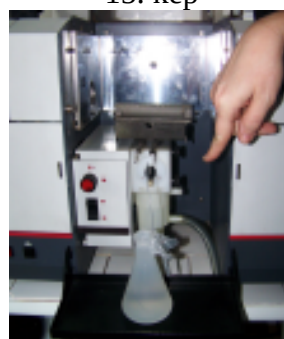
14. kép



15. kép



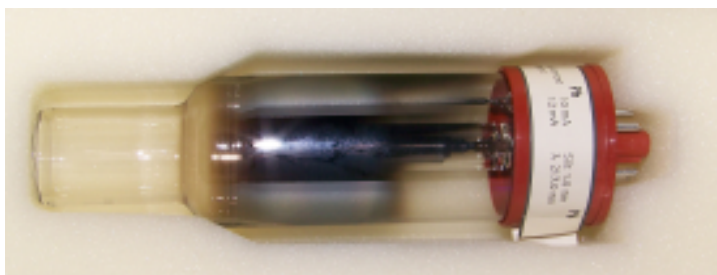
16. kép



17. kép



18. kép



19. kép



20. kép



22. kép



21. kép

23. kép

Táblázatok

1. táblázat

A por összetétele és szennyező forrásai		
Forrás	Fajta	Összetétel
Energiatermelés	Pernye, korom	SiO ₂ , 2CaO, SiO ₂ , CaCO ₃ , C, Ca-aluminátok,
Szénfeldolgozás	Szénpor	C
Fémkohászat	Szálló por	Fémek, fém-oxidok, ércpor, adalékanyagok
Kémiai iparok	Ipari porok	Oxidok, szulfátok, foszfátok, kloridok, kokszipor, műanyag szemcsék
Építőanyagipar	Szállópor	Cement, mész, salakrészecskék

Üvegipar	Szállópor	Kvarc, szilikátok, fém és nemesfémoxidok
Közlekedés	Szállópor	Olaj, korom, gumimaradványok, szénhidrogének, ólomvegyületek
Fafeldolgozás	Fűrészpor	Cellulóz
Textilipar	A szálanyagok pora	Pamut, műanyag
Mezőgazdaság	Műtrágya, termés és tápanyag szállópora	Műtrágya és növény védőszerek

2. táblázat

<i>Minta kódja</i>	<i>Dátum 2008</i>	<i>Hely</i>	<i>Időtartam (óra)</i>	<i>Térfogat m3</i>	<i>hőmérséklet C</i>	<i>légnomás (Hgmm)</i>	<i>nedvesség (%)</i>
21AA	09-24	Fizika d.	24:35:00	30.760	20.5	725.00	55.00
22AA	09-25	Fizika d.	24:00:00	23.172	13	725.00	55.00
23AA	09-26	Fizika d.	24:00:00	22.768	14	725.00	49.00
24AA	09-27	Fizika d.	24:00:00	21.294	13	727.00	48.00
25AA	09-28	Fizika d.	24:00:00	20.738	14.5	728.00	48.00
01AA		91. terem	17:38:00	16.119	15.75	727.00	58.25
02AA	10-03	Orvosi r.	24:12:00	23.220	18	726.00	67.00
03AA	10-04	Orvosi r.	24:00:00	22.794	18.5	726.00	64.00
04AA	10-05	Orvosi r.	25:55:00	24.270	16	726.00	72.00
05AA		Fizikum	21:37:00	19.998	16.75	726.50	60.50
06AA	10-10	Fizikum	62:40:00	58.087	20	726.00	58.00
07AA	10-14	Kémikum	23:40:00	20.861	19	726.00	58.00
08AA	10-15	Kémikum	24:08:00	20.919	16	726.00	72.00
09AA	10-16	Kémikum	19:45:00	16.846	17	726.00	67.00
11AA	10-18	Torna	24:00:00	21.936	14	728.00	52.00
12AA	10-19	Torna	23:48:00	22.000	14	727.00	50.00
14AA	10-28	Pince	24:00:00	21.934	16	727.00	49.00
15AA	11-03	Fizika	48:40:00	44.060	14	726.00	77.00
16AA	10-29	Pince	24:05:00	21.073	22	726.00	55.00
17AA	11-05	Fizika	47:50:00	42.880	11	726.00	85.00

3. táblázat

<i>Minta kódja</i>	<i>Térfogat m3</i>	<i>m por mg</i>	<i>PM10 µg/m3</i>
21AA	30.760	1.16	37.75
22AA	23.172	0.97	41.91
23AA	22.768	0.84	36.96
24AA	21.294	0.74	34.71
25AA	20.738	1.33	64.16
01AA	16.119	2.23	138.31
02AA	23.220	1.19	51.20

03AA	22.794	0.57	25.12
04AA	24.270	0.45	18.61
05AA	19.998	2.37	118.74
06AA	58.087	1.69	29.04
07AA	20.861	1.93	92.71
08AA	20.919	2.52	120.41
09AA	16.846	1.53	91.03
11AA	21.936	0.83	38.06
12AA	22.000	1.33	60.42
14AA	21.934	1.46	66.47

15AA	44.060	5.80	131.59
16AA	21.073	0.72	33.93
17AA	42.880	5.14	119.98

4. táblázat

Az atomabszorpciós módszer alkalmazási területei		
Alkalmazási terület	Elemzett minták	Főbb elemek
Biokémia	Vér, vérszérum, vizelet, szövetek stb.	Na, K, Li, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Pb
Agrokémia	Talaj, növényi anyagok, takarmányok, műtrágyák, stb.	Na, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, Co
Élelmiszeripar	Hús, hal, sör, bor, növényolaj, margarin, konzerv stb.	Fe, Na, K, Sn, Cu, Fe, Mn, Ni
Gyógyszeripar	Gyógyszeralapanyagok, gyógyszerek	Zn, Cu, Mn, Fe, Pb
Geokémia	Ásványok, ércek, dúsított termékek	Gyakorlatilag az összes fémes elem
Fémipar	Acél, réz, nikkel, króm, alumínium stb. ötvözetek	Ötvöző és szennyező elemek
Petrolkémia	Olaj, bitumen, pakura, zsírok stb.	Pb, Al, V, B, Fe, SN, Ca, Ba

5. táblázat

6. táblázat

Minta kódja	M kontroll filter 1 (g)	M filter (g)	M kontroll filter 2 (g)	M filter javított (g)	M filter végső (g)	M por (mg)
01AA	0.07370	0.08805	0.07360	0.08793	0.09016	2.229
02AA	0.07370	0.08763	0.07360	0.08751	0.08870	1.189
03AA	0.07370	0.08666	0.07360	0.08654	0.08711	0.573
04AA	0.07370	0.08970	0.07360	0.08958	0.09003	0.452
05AA	0.07370	0.09184	0.07360	0.09172	0.09409	2.375
06AA	0.07370	0.09070	0.07354	0.09050	0.09219	1.687
07AA	0.07370	0.09145	0.07360	0.09133	0.09326	1.934
08AA	0.07370	0.09160	0.07354	0.09140	0.09392	2.519
09AA	0.07370	0.09102	0.07360	0.09090	0.09243	1.534
11AA	0.07370	0.08905	0.07358	0.08891	0.08974	0.835
12AA	0.07370	0.09163	0.07358	0.09148	0.09281	1.329
13AA	0.07370	0.09196	0.07360	0.09184	0.09272	0.885
14AA	0.07370	0.09121	0.07354	0.09101	0.09247	1.458
15AA	0.07370	0.08654	0.07354	0.08635	0.09215	5.798
16AA	0.07370	0.08526	0.07354	0.08507	0.08579	0.715
17AA	0.07370	0.08515	0.07354	0.08497	0.09011	5.145

20AA	0.07370	0.08845	0.07360	0.08833	0.08965	1.320
21AA	0.07370	0.08923	0.07360	0.08911	0.09027	1.161
22AA	0.07370	0.08920	0.07360	0.08908	0.09005	0.971
23AA	0.07370	0.08947	0.07360	0.08935	0.09019	0.841
24AA	0.07370	0.08785	0.07360	0.08773	0.08847	0.739
25AA	0.07370	0.08883	0.07360	0.08871	0.09004	1.331

7. táblázat

Minta	Levegő	$A_\alpha h$	ε_α	A_α	A_α	A_α^-	A_β	$A_\beta h$	ε_β	A_β	A_β^-
	[m3]	[CPM]	[CPM/Bq]	[CPM]	[Bq/m3]	[Bq/m3]	[CPM]	[CPM]	[CPM/Bq]	[Bq/m3]	[Bq/m3]
8AA											
11AA	21.936	0.04	17.67	2.59	0.0066	0.0065	38.62	36.31	22.10	0.0048	0.0050
17AA	42.880	0.04	17.67	3.88	0.0051		40.62	36.31	22.10	0.0045	
16AA	21.073	0.04	17.67	3.01	0.0080		38.46	36.31	22.10	0.0046	
21AA	30.760	0.04	17.67	4.20	0.0077		41.68	36.31	22.10	0.0079	
06AA	58.087	0.04	17.67	5.59	0.0054		45.62	36.31	22.10	0.0073	
09AA	16.846	0.04	17.67	1.89	0.0062		37.15	36.31	22.10	0.0023	
07AA	20.861	0.04	17.67	2.52	0.0067		37.98	36.31	22.10	0.0036	

Forrásanyag

- Holics László: Fizika
- Erdei- Grúz Tibor: A fizikai kémia alapjai
- Gabriela Cone: Fizika Tankönyv a XII. osztály számára, Ábel Kiadó, 2002
- D. Ciobotaru: Fizika Tankönyv a XII. osztály számára, Bukarest, 1987
- Dr. Budó Ágoston, Dr. Mátrai Tibor: Kísérleti fizika III., Tankönyvkiadó, Budapest, 1997
- Péter Katica: Atomabszorpció
- Szász Ágota: Gamma-spektrometria
- <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0407/baumler0407.html>
- <http://www.hik.hu/tankonyvtar/site/books/b108/ch08s02s01.html>
- <http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidj/0/3537/legvaros.htm>
- <http://www.calitateaer.ro/parametri.php>
- http://www.gtm.hu/hir.php?hir_id=65