



62. ábra

rajzolta *Puskás Sarolta*



63. ábra

Puskás Ferenc

Kémiai biztonság – biztonságos, érdekes kémia

A múlt nagy ipari balesetei és azoknak az emberi közösségek számára okozott tragikus következményei tudatosították, hogy az emberi egészségvédelem, a környezetvédelem érdekében a kémiai biztonság fejlesztése minden ország kiemelt feladata (a Rioi Földcsúcsértekezleten elfogadott nemzetközi dokumentum célkitűzése lett). 1980-ban a kémiai biztonsággal foglalkozó nemzetközi programot (IPCS) indítottak el. Ennek keretében 1995-ben az ENSZ különböző szervezetei, melyek között az Oktatási és Kutatási Intézet is (UNITAR), a vegyi anyagok helyes kezelésére irányuló programot dolgozott ki. Ez a program megállapítja, hogy a kémiai biztonság fogalmával már kiskorban, az iskolában kell megismerkedni. A veszélyes anyagokkal kapcsolatos ismeretek oktatása az iskolák feladata. A tanulóknak a megfelelő kémiai biztonsági tudást a kémiaoktatás során kell elsajátítaniuk.

A kísérletezésnek, a kémiai anyagokkal való munkának mindig lehetnek veszélyes következményei magunkra, társainkra, környezetünkre. Ezért a biztonságos munkának jól meghatározott előírásai, alapvető szabályai vannak, amelyek országosan és nemzetközileg is elfogadottak és kötelezőek.

Az anyagokkal való emberi foglalatosság különböző veszélyforrásokat jelenthet, amennyiben az anyagi tulajdonságokat, ezeknek a körülményektől való függését nem ismerjük eléggé.

A veszély különböző formában nyilvánulhat meg:

- fizikai hatás: a vegyfolyamatok, tüzek robbanáshoz vezethetnek, a lökéshullámok károsíthatják az épületeket (ablaktörés, leomló szerkezetek, szétrepülő törmelékek)
- hőhatás: tűz (gyúlékony gázok, folyadékok, porok égése), fagyás (sűrített gázok hirtelen kiterjedése, hűtőfolyadékok): égési sérüléseket, kihűlést okozhat
- fulladás: oxigén hiánya, amelyet füst, vagy a terjedő gázok okoznak

- mérgezés: szennyezett levegő belégzése, bőrön, emésztőrendszeren keresztül jut a mérgező anyag a szervezetbe

Leggyakrabban ezek a hatások egyszerre, halmozottan jelentkeznek, ami a veszélyesség mértékét nagyban növeli.

Mérgező anyagoknak, *mérgeknek* tekintünk minden olyan növényi, állati, ásványi, vagy mesterséges eredetű vegyi anyagot, ami kémiai, biokémiai, vagy fizikai-kémiai tulajdonságai miatt az élő szervezetben működési zavart, súlyos esetben halált idéz elő. Hatásmechanizmusuk alapján a mérgek többfélék lehetnek:

- irritáló és maró mérgek, melyek belélegezve, vagy lenyelve a nyálkahártyákat és légzőszerveket károsítják. Egyesek már nagyon kis koncentráció esetén is a légzőrendszer irritációját okozzák. Vannak olyanok, amelyek hatása nem észlelhető azonnal, csak néhány óra múlva, amikor már tüdőödéma formájában jelentkezik, aminek következményei nagyon súlyosak lehetnek, néha halálos is. Az irritáló és maró mérgek közé tartoznak a nitrogén-oxidok, HCl (hidrogén-klorid), NH₃ (ammónia), foszgén (COCl₂), klór (Cl₂)
- olyan mérgek, amelyeket a véráram szállít a szervezetben, s így minden szervhez eljuthatnak. Ezek közé tartoznak az úgynevezett hematotoxinok, neurotoxinok, citotoxinok, hepatotoxinok, nefrotoxinok. Ezek közé a mérgek közé sorolhatók pl. a CO (szén-monoxid), HCN (hidrogén-cianid), C₆H₆ (benzol) is.

A vegyi anyagokkal való biztonságos tevékenységek jelentősek az iskolai laboratóriumban kísérletezéskor, a háztartásban, de nagy hangsúlyt kapnak a vegyipari műveletek során, ahol a felelőtlen emberi magatartás katasztrófákhoz vezethet. Európában 1974-től vezetnek nyilvántartást a nagy ipari balesetekről. A század végéig 350 esetet tartanak számon, melyekben mindig az emberi mulasztás okozta a tragikus balesetet. Ezek közül felsorolunk egy párat azért, hogy fogalmatok lehessen következményeiről.

1974-ben, az angliai Flixboroughban egy csővezeték-törés következtében 50000 t ciklohexán kiszabadult és felrobbant. A 100 m magas lángoszlop 24 ha területen pusztított: 28 halott és 89 sebesült volt, 3,5 km sugarú körön belül a házak is megsérültek.

1976-ban, Olaszországban (Seveso) egy műanyag és rovarirtó szert gyártó üzemben a triklór-fenolt előállító reaktorból hirtelen nyomásnövekedés következtében dioxinnal szennyezett gőzfelhő-kibocsátás történt. 600 g dioxin került a környező 95 ha területre. 736 embert ki kellett telepíteni és a termőföld felső rétegét a növényekkel együtt egy speciálisan kialakított veszélyhulladék tárolóba kellett szállítani.

1984-ben, Indiában történt minden idők egyik legnagyobb vegyi balesete. Az Union Carbide Corporation Bhopalban működő növényvédő szert és poliuretánokat előállító gyárában a hibásan működő kijelzők következtében egy tartály hűtését hamarabb leállították a kelletténél. Túlmelegedés következtében a földalatti tartályból nagymennyiségű nagyon mérgező metil-izocianát szabadult ki, aminek következtében két nap alatt 400000 ember szenvedett különböző fokú mérgezést, s rövid időn belül 3135-en meghaltak. Azóta 16000-re emelkedett a halottak száma, s több százezer az egészségkárosultaké.

1986-ban, Baselben (Svájc) egy olyan raktárban, melyben főleg rovarirtó szereket tároltak (1250 tonna), tűz ütött ki hibás csomagolás következtében. 100 m magasságba nagy mennyiségű füst jutott. A tűzoltáshoz használt vizet a csatornahálózat nem volt képes elnyelni, így kb. 10000 m³ szennyezett víz került a Rajnába, amelynek 500 km hosszan nagyrésztben kipsztult a faunája.

1988-ban, Budapesten az ALFA Élelmiszer és Vegyipari kereskedelmi Vállalat anyagraktárában volt egy súlyos tüzeset. A vállalat egy volt dolgozója, aki kábítószer élvezővé vált, bemászott a raktárba, hígító gőzt lélegzett be, cigarettára gyújtott, majd elaludt. A raktárban 1000 m² területen nagy mennyiségű hígítót, lakkot, ragasztót tároltak. Tűz ütött ki az alvó körül, amely kiterjedt a raktár egész területére. A kannák, hordók folyamatosan robbantak. A tűzoltást 36 tűzoltókocsi végezte 33 m³ habképzőt, 4800 kg oltóport, 3500 m³ vizet használtak az oltásra.

1993-ban, Frankfurt (Németország) egyik üzemében *o*-nitroanizol gyártása során egy keverőedény meghibásodott, a nyomás megnövekedése következtében kinyílt a biztonsági szelep, a tartály tartalma a levegőbe került. Frankfurtot és környékét porszerű anyag borította be. Kezdetben csak mérsékelten mérgezőnek tartották, később a mérgező hatás fokozódása miatt a szennyezett talajt nagy távolságra el kellett szállítani.

1994-ben, Weyauwega (Amerikai Egyesült Államok, Wisconsin állam) közelében kisiklott egy 81 vagonból álló tehervonat egy része, amely 750 t folyékony propánt szállított. A szállítmány kigyulladt. A közelben egy sajtgyár működött, amelynek 7,5 t cseppfolyós ammóniát tartalmazó tartálya a sínek mellett volt. A robbanás miatt 1800 embert kellett kitelepíteni. Két hétig tartottak a mentési és helyreállítási munkák.

1997-ben, Ausztriában, a Bécsset kikerülő autópályán Hochstrass mellett egy 21 t izobutilaldehydet szállító tartálykocsi műszaki hiba következtében felborult, kigyulladt. Az oltás ideje alatt az autópályát le kellett zárni, a környék lakosságának 19 óra hosszát zárt ablak mögött kellett tartózkodnia.

A felsorolt esetek szemléletes bizonyítékai annak, hogy a nagy károkat okozó balesetek oka mindig az emberi felelőtlenség, fegyelmezetlenség, az alapvető erkölcsi normák semmibevétele, a törvények be nem tartása. Nem a tudomány, nem a kémia a veszélyes, káros, hanem az az ember, aki nem tudja veszélytelenül az emberi közösség javára, életkörülményeinek javítására használni.

A természettudományok oktatása során alkalom nyílik megismerni azokat a jelenségeket, melyek az egészséges életvitelre veszélyt jelenthetnek, ezek kivédésére, elkerülhetetlen esetben hatásuk csökkentésére. A megoldás nem az, hogy ne foglalkozunk a gyakorlati kérdésekkel, csak az elméletre szorítkozunk, a tudomány matematikai modellezésével, azzal a kifogással, hogy ne „veszélyeztessük” a tanulók egészségét a tanórák alatt.

A fizikai alapfogalmakkal már az egészen kis gyermek a tapasztalás szintjén találkozik, az otthoni környezetben biztonságos léte szavatolására ezeket értelmi szintjének megfelelően meg kell magyarázni, tudatosítani, hogy a figyelmen kívül hagyásuk milyen veszélyt jelenthet. Ezeket a tapasztalatokat kell tudatos kísérletek során magyarázni a fizika-, illetve kémiaórákon. Ezek a kísérletek lehetőséget adnak a jelenségek többirányú kiértékelésére, problémafelvetésre a körülmények változtatásakor, a gyakorlati életben való előfordulásaik lehetőségének megismerésére. Ezek, a többféle érzékelés során szerzett élmények sokkal maradandóbbak, távolabbi időben is hasznosíthatóbbá válnak. Ugyanakkor alkalmat szolgálnak arra, hogy kialakuljon a fiatalban az ember akaratától függetlenül ható természeti törvények tisztelete. Ezeknek a törvényszerűségeknek a nem ismerete, semmibevevésük az emberi tevékenységek során csak kárt, esetleg katasztrófát okozhat. Az emberiség a történelme során ezeket a törvényeket mind jobban megismerte, felhasználja életkörülményei biztosítására, állandó javítására. A segítségükkel mind több olyan anyagot állítottak elő, amelyek e célok elérését biztosítják. Nem csak a kutatóknak, a tervezőmérnököknek szükséges ismerni ezen anyagok tulajdonságait, hanem a mindennapi életben alkalmazó embernek

is megfelelő mennyiségű információval kell rendelkeznie, hogy helyes alkalmazásukkor, szükségtelessé válásuk esetén ne okozzanak kárt saját maguk és környezetük számára.

Az anyagokban rejlő veszélyeket, anyagi minőségüket, legjelentősebb tulajdonságaikat figyelmeztető jelek segítségével közlik, melyeket a csomagolásukon kötelezően fel kell tüntetni nemzetközi előírások szerint. Ezeknek a jeleknek az ismerete fontos, már az iskolai kémiaórákon is találkozhatunk velük pl. a vegyszeres üvegeken, eszközökön.

A különböző veszélyekre figyelmeztető jelek:



korrozív, maró hatású



gyengén mérgező



mérgező, tűzveszélyes



robbanásveszélyes



oxidálószer, égést tápláló



környezetre veszélyes

A közfogyasztásra használt termékektől ma már elvárjuk, hogy se emberi szervezetre, se környezetre ne legyenek veszélyesek.

A környezetbarát termékek minősítésére a különböző országok különböző jelt használnak, használati jogukat meghatalmazott szervek ítélhetik oda, általában bizonyos időszakra, és csak minőségi ellenőrzésük után újítható fel használati joguk.

Környezetbarát termékek védjegye:



Kék angyal



Cédrus



Északi battyú



Zöld pont



Möbiusz szalag

12 csillagból álló virág

Németországban a Kék angyal, Magyarországon a Cédrus, Norvégia, Svédország, Finnország, Izland, Dánia közös jele az Északi hattyú.

Az Európai Unióban a közös környezetbarát termék védjegy a 12 csillagból álló virág.

Jó tudni, hogy a termékeken levő *zöld pont* nem jelenti azt, hogy a termék környezetbarát, csak azt, hogy a gyártó szerződést kötött egy arra szakosodott céggel a csomagolási hulladék elszállítására. A termékek újrahasznosíthatóságát Möbiusz szalaggal jelölik.

Anyagok jelölésére már az alkímisták is használtak különböző egyezményes jeleket. Később a kémiai elemeket jelölték vegyjelekkel, a vegyületeket képletekkel. Ma már a vegyipari termékek nagy részét is olyan jelekkel rövidítve nevezik meg, amelyek sok információt szolgáltatnak az illető anyagról: anyagi minőség, bizonyos fizikai, mechanikai tulajdonságok, alkalmazhatóság stb. Így például a műanyag termékeken levő jelek: LD kis sűrűségű, HD nagy sűrűségű. Az anyagi minőséget is betűjelekkel jelzik: PE polietilén, PP polipropilén, PS polisztirol, PVC poli(vinil-klorid), PET polietilén tereftalát. A betűjel utáni számjel a felhasználhatóságot mutatja. Pl.: PS 06 polisztirol csomagolóanyagok, játékok, egyszer használatos orvosi eszközök, írásvetítő fólia; PVC 03 csövek, padlóburkoló anyagok, palackok, szállítóeszközök.

A ma vegyészeinek kutatómunkájukban azt kell szem előtt tartaniuk, hogy az új anyagok és az előállításukra használt folyamatok ne legyenek károsak a környezetre. A környezetbarát és egészségre ártalmatlan technológiákat alkalmazva környezetbarát és veszélytelen termékeket előállító vegyészek a „zöld kémia” művelői. Tőlük remélhető, hogy a kémia népszerűsége ismét emelkedő irányt vegyen, a XX. század elejéhez hasonlóan. A jövőben az élet minden területén: gyógyászat, energetika, számítástechnika, építészet, élelmiszeripar, mezőgazdaság stb. a legnagyobb szükség az alapos matematikai, fizikai ismeretekkel rendelkező kémikusokra lesz. A tudomány mai állása mellett ezeken a területeken a továbbfejlődés az anyagok molekuláris szintű viselkedésének tisztázásán és befolyásolásán múlik. A molekulákon belüli történésekkel viszont a kémia foglalkozik. Ezért reméljük, hogy a tanulók számára megint vonzó, izgalmas tudomány lesz a kémia és sok tehetséges ifjú lesz kutató-vegész, biokémikus, biofizikus.

M. E.

Tények, érdekességek az informatika világából

- ☒ A számítógépes adatvesztések 32%-a emberi hiba miatt következik be.
- ☒ Az Internet egyik leghíresebb keresője a *Yahoo*. A cég szerint a név egy rövidítés: „*Yet Another Hierarchical Officious Oracle*.”
- ☒ Az első technológiai cég, amely a kaliforniai Szilikon-völgyben (Silicon-valley – az USA legkoncentráltabb és legnagyobb informatika-ipari parkja) telepedett le, a *Hewlett-Packard* volt, 1938-ban. A Stanford Egyetem két mérnöke, Bill Hewlett és Dave Packard egy garázsban indították cégüket, 1538 dollár tőkével. Az első termékük egy hanggenerátor volt, amit a *Walt Disney Studios* vett meg, a *Fantasia* című film effektusaihoz.