

1. fejezet

Biztonságos munka a kémiai laboratóriumban

A laboratóriumi munkára előre fel kell készülni. Tanulmányozzuk át az elvégzendő kísérlet vagy preparátum leírását, valamint a tankönyvek idevonatkozó fejezeteit. Tervezzük meg tudatosan a gyakorlati munka részfeladatait, a párhuzamosan elvégezhető lépéseket, hogy a laboratóriumban eltöltött időt minél jobban ki tudjuk használni. A felkészültséget a gyakorlatvezető rövid szóbeli vagy írásbeli beszámoltatással bármelyik gyakorlaton ellenőrizheti.

A laboratóriumi munkáról jól áttekinthető *jegyzőkönyvet* kell vezetni. A jegyzőkönyv tükrözze az elvégzett munkát, tartalmazzon minden fontos megfigyelést, tapasztalatot. Lehetőleg a füzet bal oldalára írjuk az észleléseket, az eljárás rövid leírását, először alkalmazott kémiai művelet (szűrés, desztilláció) esetén a készülék rajzát, valamint a mérési adatokat. Jobb oldalra a reakcióegyenletek és a számítások kerülnek.

A kísérletek megkezdése előtt a szükséges anyagokat és eszközöket készítsük elő. A felhasználásra kerülő edények mérete legyen arányban a felhasznált anyag mennyiségével.

A laboratóriumi asztalt, ahol dolgozunk, tisztán és rendben kell tartanunk. Csak azok az eszközök legyenek a munkaasztalon, amelyek az éppen folyamatban lévő kísérlethez vagy preparátumhoz szükségesek.

A közösen használt vegyszereket, reagenseket felhasználás után azonnal tegyük vissza a helyükre, hogy társaink is mindent megtaláljanak.

A szilárd anyagokat vegyszerálló (saválló fém, műanyag vagy szaru) kanállal vesszük ki a tároló edényből. Ha a szükségesnél többet vettünk ki, a felesleget tilos visszatenni; ez a szabály az oldatos reagenseinkre is vonatkozik. A környezeti szempontból káros anyag feleslegét a megfelelő szabványok szerint gyűjtőedényekben kell összegyűjteni, majd később ártalmatlanítani. Veszélyes anyagnak nem minősülő vegyszer feleslegét kiönthetjük a lefolyóba, ha utána bő csapvízzel leöblítjük. A vízvezeték kiöntőjébe azonban nem szabad beledobni szűrőpapírt, indikátorpapírt; *elemi fémet* (pl. cinkdarabkát), amelyből az utána kiöntött anyag (pl. sav) gázt fejleszhet; durva szemcsés csapadékokat vagy olyan

anyagot, amely eltömítheti a lefolyó csövét. Ezeket a hulladékokat az erre a célra kijelölt szemetesedénybe tegyük. Azokat a szerves oldószereket, amelyek a műanyag lefolyócsövet kilyukaszthatnák, a hulladékoldószer-gyűjtőbe kell önteni.

Az egyes műveleteket az előírásnak megfelelő sorrendben végezzük el, figyelembe véve a biztonsági rendszabályokat is. Tilos önállóan kísérletezni, illetve eszközt vagy vegyszert a kémiai laboratóriumból kivinni.

Ha a kísérleti munka során víz ömlik ki, töröljük szárazra az asztalt szivaccsal vagy törlőruhával. Vegyszer kiömlésekor először a megfelelő reagenssel semlegesítünk (lásd a következő fejezetben), majd (veszélyes anyag esetén) eldobható papírvattával letöröljük az asztalt, végül még vízzel is alaposan lemossuk. A felhasznált edényeket lehetőleg minél hamarabb mosogassuk el először csapvízzel, majd desztillált víz kis részleteivel, hogy tartalmuk ne száradjon be. A csapadékokat vagy oldjuk a megfelelő reagenssel, vagy kémcsőkefe segítségével fizikailag távolítsuk el az edényből.

A munka befejeztével asztalunkat tisztán és szárazra törölve hagyjuk ott, eszközeinket a saját, zárható laborszekrényünkbe rakjuk el. Ugyanide kerülnek felcímkézve az esetleg félbemaradt preparátumok, például a hosszabb időre kristályosodni félretett oldat. A közös használatra szánt eszközöket, reagenseket a helyükre tegyük vissza. A laboratóriumból való távozás előtt az összes vízcsapot és gázcsapot zárjuk el, valamint az elektromos főkapcsolóval áramtalanítsunk.

1.1. Laboratóriumi munka- és balesetvédelem, elsősegélynyújtás

A kémiai reakciókkal, műveletekkel járó veszélyeket ismerni kell, azokkal a szabályokkal együtt, amelyek betartásával elkerülhetjük a baleseteket. A túlzott óvatosság is balesetveszélyt okozhat; felelőtlenség vagy tudatlanság a laboratóriumi munka során ön- és közveszélyes lehet! A veszélyes anyagok kockázatait és veszélyeit „R” és összetett „R”-mondatok összegzik, a veszélyes anyagok használatára vonatkozó biztonsági (safety) tanácsokat pedig „S” és összetett „S”-mondatok sorolják fel. Ezek az információk jogszabályokban (például *A népjóléti miniszter 4/1997. (II. 21.) NM rendelete*), vegyszerkatalógusokban, valamint a hallgatói laboratóriumban kifüggesztve egyaránt megtalálhatók. A veszélyes anyagokat tartalmazó tárolóedényeket *veszélyszimbólumokkal* kell ellátni, ezeket a címkéket a Függelék 11.1. ábráján (205. oldal) mutatjuk be.

A balesetek elkerülése érdekében a laboratóriumban érvényes rendszabályokat maradéktalanul be kell tartani.

A laboratóriumban védőruha, munkaköpeny viselése kötelező.

A laboratóriumba csak a munkavégzéshez szükséges segédeszközök (jegyzőkönyv, jegyzet, íróeszköz, stb.) vihetők be. A laboratóriumi helyiségben ne tartsunk élelmiszert és felesleges ruházatot (kabát, stb.).

Tilos a laboratóriumban enni, dohányozni, valamint laboratóriumi üvegedényből inni.

Még a műveletek megkezdése előtt győződjünk meg arról, hogy üvegeszközeink épek-e. Sérült, törött üvegedényeket, kicsorbult kémcsövet nem szabad használni. Ne dolgozzunk

le nem ömlesztett szélű, éles üvegeszközzel. A beragadt csiszolatok, csapok szétszedésekor azokat célszerű ruhával megfogni. Ha mégis elvágjuk a kezünket, a sérült részt csak steril gézdarabbal szabad befedni. Ha üvegszilánk maradt a sebben, feltétlenül forduljunk orvoshoz!

Oldatot melegíteni, forralni csak ép és hőálló edényben (főzőpohár, kémcső, Erlenmeyer-lombik) lehet, egyéb edényben való melegítésre a vízfürdőt használjuk. Fontos szabály, hogy kémszerek adagolásakor vagy melegítéskor soha ne hajoljunk az edény fölé, nehogy a folyadék az arcunkba vagy szemünkbe jusson. Vigyázzunk társainkra is! Szilárd anyagok megömlését agyagháromszögre helyezett porcelántégelyben végezzük. Az égési sérülések elkerülése végett a forró edényeket „gumiujjal” vagy csipesszel fogjuk meg és ne feledjük, a forró lombik ugyanúgy néz ki, mint a hideg!

Az általunk használt összes edény, kémcső tartalmát ismerni kell, szükség esetén alkoholos filctollal jelöljük meg az edényeket. Ha egy edényben a gyakorlat időtartamán kívül is tárolunk anyagot (pl. kristályosítás miatt), a preparátumnak és készítőjének nevét kötelező feltüntetni.

A laboratóriumi munka során alkalmazott vegyszerek többsége mérgező. Alapszabály, hogy minden ismeretlen anyagot mérgezőnek kell tekinteni. Ügyeljünk arra, hogy szájba semmiféle vegyszer ne kerüljön. Ha véletlenül ilyesmi történik, ne nyeljük le, hanem azonnal köpjük ki, ezután a mosdóban igen bő vízzel, alaposan öblítsünk és forduljunk szakorvoshoz.

Különösen veszélyes a *tömény savakkal és lúgokkal* végzett munka, amelyek maró hatásúak. Hígításuk során úgy járunk el, hogy a tömény sav- vagy lúgoldat tárolóedényéből a hígítandó mennyiséget kisebb főzőpohárba öntjük, majd ebből csorgatjuk a vízbe vékony sugárban, üvegbottal állandóan kevergetve, szükség esetén hűtve is. Különösen fontos ez az elővigyázatossági szabály a *tömény kénsav* hígításakor: fordított sorrendben öntve az oldat helyileg forrásig hevülhet és az edényből kifröccsenve a szemünkbe, bőrünkre juthat. Hasonló óvatossággal végezzük a tömény savak és lúgok elegyítését, mert ebben az esetben is nagymennyiségű hő szabadul fel.

Ha bőrünkre tömény sav vagy lúg kerül, azonnal mossuk le bő sugárban folyó csapvízzel, majd 3%-os nátrium-hidrogén-karbonát oldattal közömbösítsük a sav hatását, illetve 3%-os bórsavoldattal (vagy híg ecetsavval) a lúg hatását. A sérült bőrfelületet égés elleni olajjal vagy kenőccsel kenhetjük be. Súlyosabb esetben forduljunk orvoshoz. Gondoljunk arra, hogy a tömény savak a ruházatot is kimarják, elszínezhetik, ezért is kötelező a laborköpeny viselése.

A laboratóriumi munka során a veszélyes műveletekhez védőszemüveget kell használni. Ha mégis sav vagy lúg fröccsen a szemünkbe, a gyakorlatvezető irányításával nagyon bő vízzel mossuk ki a szemből a belekerült anyagot. Elsősegélyként híg bórax-, illetve bórsavoldattal való közömbösítést szoktak ajánlani, de ezek alkalmazása után mielőbb forduljunk orvoshoz. Különösen veszélyesek a szemre a tömény lúgoldat (ennek melegítése fokozott elővigyázatosságot igényel), valamint a halogéntartalmú szerves oldószerek.

Ha tömény kénsav jut az asztal felületére, először szilárd NaHCO_3 -tal vagy tömény oldatával közömbösítsük, majd bő vízzel mossuk le. A padlóra kiömlött tömény kénsavat homokkal itassuk fel.

Más vegyületek is veszélyesek lehetnek a bőrre kerülve, ezért azonnal bő vízzel mossuk le a ránk fröccsent anyagot. A *halogéntartalmú oldószerek* bőrön keresztül is felszívódhatnak, célszerű gumikesztyűt viselni. Gőzeik is erősen mérgezőek. Az elemi *bróm* gőze is mérgező, a bőrre került bróm pedig súlyos égési sebeket okoz. A brómmal végzett munkánál védőkesztyű és elszívófülke használata kötelező. A bőrre került brómot nátrium-diszulfid ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) vagy nátrium-tioszulfát (fixírsó, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) oldatával azonnal közömbösítsük, majd bő vízzel mossuk le.

A reakció során keletkezett gázokat soha ne szagoljuk közvetlenül, hanem kezünkkel enyhe légáramot hajtva óvatosan kis szippantásokkal vizsgáljuk. Ha a feladat elvégzése során nagyobb mennyiségben fejlődnek *mérgező gázok* (nitrogén-oxidok, kén-dioxid, kénhidrogén, ammónia, halogének, ...), jól szívó vegyifülke alatt kell dolgozni. Ugyanígy lehetőleg csak fülkében dolgozzunk azokkal a tömény savoldatokkal (sósav, salétromsav), amelyekből savas gőzök távoznak. Ha valaki rosszul lesz vagy elájul, azonnal vigyük ki a friss levegőre. A laboratóriumi helyiségek jó szellőztetéséről gondoskodnunk kell, nagy mennyiségű mérgező gáz kiszabadulásakor a vépszellőztető berendezést be kell kapcsolni.

A *cianidok* a legveszélyesebb szerves anyagok közé tartoznak. Már a levegőben lévő CO_2 hatására is igen mérgező, keserűmandula szagú hidrogén-cianid fejlődik belőlük. A HCN veszélyét fokozza, hogy gyorsan elöli a szaglóidegeket, ezért szaga csak rövid ideig érezhető, ráadásul a szagérzet egyéni érzékenységtől is függ. Cianidokkal csak lúgos oldatban dolgozhatunk: annyi ammóniát tartalmazzon az oldat, hogy az ammónia szaga jól érezhető legyen. Cianidokat tartalmazó oldatokat a lefolyóba önteni tilos! Ártalmatlanításra az e célra kijelölt, lúgos permanganátoldatot tartalmazó gyűjtőedényt kell használni és ide kerül a desztillált vízzel történő első öblítés mosófolyadéka is.

A legtöbb *átmenetifém*só, a *nehézfémek* sói és az *arzenvegyületek* mérgezők, közülük többnek rákkeltő hatása is van (Ni-sók, kromátok és dikromátok). Szilárd állapotban poraik belélegzése jelent egészségügyi kockázatot (például beméréskor), de oldataik kezelésére is egyre szigorúbb munka- és környezetvédelmi előírások vonatkoznak. A nehézfémion-tartalmú oldatokat vagy csapadékaik szuszpenzióit mindig a megfelelő gyűjtőkonténerbe öntsük. Belélegzés szempontjából különösen veszélyesek a szublimációra hajlamos vegyületek (As_2O_3 , HgCl_2 , ...).

Ha *fémhigany* ömlene ki, kénporral szórjuk le a folyadékcseppeket, ami veszélyes hulladékként a higanygyűjtőbe kerül. Hasonlóan kell eljárni higanyos hőmérő törese esetén is. A higany gőzei is erősen mérgezők!

Ammóniás ezüstoldatot nem szabad tárolni, mivel állás közben robbanó ezüst-azid keletkezhet; sósavval át kell savanyítani az oldatot. Szilárd állapotban is robbanásveszélyesek többek között a klorátok, valamint egyes ammóniumvegyületek (dikromát, nitrát).

1.2. Tűzvédelmi alapismeretek

Bármilyen rendellenesség: edénytörés, baleset, tűz észlelése esetén azonnal értesítsük a felelős oktatót (gyakorlatvezetőt), illetve a laboratóriumi segédszemélyzetet.

Tűzveszélyes (veszélyszimbólumaik: F, F+) vagy robbanásveszélyes (szimbóluma: E) anyaggal lehetőleg fülke alatt dolgozzunk. Gyúlékony oldószerekkel (alkohol, éter, aceton) nem dolgozhatunk nyílt láng közelében. Az éghető elemi fémek meggyújtását és a jelentős hőfejlődéssel járó reakciókat lehúzott fülkeajtó mögött, homokfürdőbe ágyazva végezzük. Ha a fejlődő hidrogént kimutatás céljából meg akarjuk gyújtani, csak kis (kémcsőnyi) mennyiséggel tegyük. A melegítésre, forralásra használt gázégőt (Bunsen-égőt) használat után oltuk el, feleslegesen ne legyen nyílt láng a laboratóriumban. Tűz- és balesetvédelmi szempontból egyaránt indokolt a hosszú hajtat a gyakorlati munka idejére feltűzni.

A tűzrendészeti előírások megkövetelik, hogy minden laboratóriumban legyen tűzoltásra használható homok, pokróc, tűzoltó készülék és zuhany. A menekülési útvonalak biztosítására a laboratórium *minden* ajtajának nyithatónak kell lenni a gyakorlati munka ideje alatt; az épület elhagyására részletes tűzriadóterv vonatkozik.

Elektromos tüzeket életveszélyes, ezért tilos vízzel és haboltóval oltani.

Tilos vízzel oltani a vízzel reakcióba lépő anyagokat (pl. alkálifémeket), valamint a víznél kisebb sűrűségű anyagokat (égő olajat, benzint).

A nagyobb laboratóriumi tüzek oltására habbal, porral vagy szén-dioxiddal oltó kézi tűzoltókészüléket használjunk. A helyiséget áramtalanítsuk, a gyúlékony anyagokat pedig távolítsuk el a tűz közeléből. Súlyosabb égési sérülés esetén forduljunk orvoshoz. Minden tüzesetet, még az eloltottat is jelenteni kell a tűzoltóságnak.