

# Kémia angolul

*Szerkesztő: Tóth Edina*

## Előszóban:

A természettudományokban sok "mágikus szám" ismert. A kémiában talán az Avogadro-szám a legismertebb. A következő feladat egy igazán különleges kísérletet mutat be, amely becslést ad. Jó munkát kívánok! A lefordított anyagokat 2019. március 11-ig küldjétek be a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül

## The Estimation of Avogadro's Number

### Experimental Procedure

Special Supplies:	Chemicals
14-cm watch glass; cm rule or meterstick; fine-tipped (50 drops/mL) polyethylene transfer pipets; 1-mL all-polypropylene syringes; pure Type I water, free of surface active materials (preferably distilled or passed through a water purifier); disposable rubber gloves 13×100 mm test tubes with corks to fit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hexane,</li> <li>- 0.10 g/L stearic acid (purified grade) solution in hexane.</li> <li>- 0.1 M NaOH in 50/50 methanol/water (volume/volume, or v/v), used for washing the watch glasses</li> </ul>

SAFETY PRECAUTIONS	WASTE COLLECTION:
Hexane is flammable! There must be no open flames in the laboratory while hexane is being used.	At the end of the experiment, unused hexane solvent and stearic acid in hexane solution should be placed in a waste

If you clean your own watch glasses by soaking them in methanolic NaOH, you must wear rubber gloves to protect your hands. As always, wear eye protection in the laboratory.	container marked "Waste hexane/stearic acid solution in hexane."
--	--

## Preparation of Equipment

Stearic acid is a solid. It is conveniently measured and applied to the water surface by dropping a solution of stearic acid in hexane onto the water. The hexane is insoluble in water. Because it has a high vapor pressure, it rapidly evaporates, leaving a layer of stearic acid spread on the water surface one molecule thick, called a monolayer.

Because stearic acid is one of the fatty acids present in soaps, you must not clean your watch glass with soap. Any soap, grease, or dirt present can form a film on the water that prevents the stearic acid from spreading on the surface, leading to meaningless results because not even the first drop will spread.

Obtain a 14-cm watch glass. If it has not been soaked in the methanolic NaOH solution described in the Chemicals section, wash it thoroughly with detergent. Rinse the detergent off completely under a full stream of cold tap water for a minute, then rinse thoroughly with distilled water. Repeat the washing after each experiment or obtain another watch glass that has been soaked in methanolic NaOH. Handle the watch glass only by the edges, being especially careful not to let anything touch the inside of it. Be particularly careful to keep your fingers (which are usually slightly greasy) off the glass.

### 1. Measuring the Volume of Stearic Acid Solution Required to Cover the Water Surface

Obtain about 3–4 mL 0.10 g/L stearic acid solution in hexane in a clean, dry 13 × 100 mm test tube. Keep the tube corked when not in use. Fill the clean watch glass to the brim with distilled water. Carefully measure the diameter of the water surface with a centimeter rule or meterstick.

Cut off the tip of a fine-tipped polyethylene transfer pipet about 25 mm from the tip end and push the cut-off tip onto the Luer fitting on the end of the syringe. Next, rinse and fill your 1-mL syringe with stearic acid solution, taking care to eliminate bubbles in the solution inside the syringe.

Read and record the initial volume reading of the syringe. Then add the stearic acid solution drop by drop to the water surface. Initially, the solution will spread across the entire surface, and it will continue to do so until a complete monolayer of stearic acid has been produced. As this point is approached, the spreading will become slower and slower, until finally a drop will not spread out but will instead sit on the surface of the water (looking like a little contact lens). If this "lens" persists for about 30 s, you can safely conclude that you have added 1 drop more than is required to form a complete monolayer. Now record the final volume reading of the syringe.

Thoroughly clean the watch glass (or get another one), and repeat the experiment. Repeat until the results agree to within 2 or 3 drops (0.04 mL).

When you have completed all of your measurements, rinse your syringe with pure hexane, and dispose of all the hexane-containing solutions in the waste collection bottle provided.

## 2. Calculating Avogadro's Number

The calculation proceeds in several steps. First, we calculate the volume of stearic acid solution in hexane required to deliver enough stearic acid to form a monolayer. All of the hexane evaporates, leaving only the thin monolayer film of stearic acid, so we next calculate the actual mass of pure stearic acid in the monolayer.

Then we calculate the thickness of the stearic acid monolayer, using the known density of stearic acid and the area of the monolayer. Assuming the stearic acid molecules are stacked on end and are tightly packed, and knowing that there are 18 carbon atoms linked together in the stearic acid molecule, we calculate the diameter and volume of a carbon atom.

Finally, we calculate the volume of a mole of carbon atoms in diamond; dividing the molar volume of carbon (diamond) by the volume of a single carbon atom, we obtain an estimate of Avogadro's number.

### CONSIDER THIS

The method we employed in this experiment is not especially accurate. There are other experimental ways to get values for Avogadro's number. For example, if you divide the electric charge on a mole of electrons (the Faraday constant) by the electric charge on a single electron, you will obtain the number of electrons in a mole of electrons, which is Avogadro's number. Try it, using values for the constants found in Table 2 of the Appendix.

Because atoms are so small, the magnitude of Avogadro's number is so large that it is almost impossible to comprehend it. Try this exercise to get a grip on it. First, imagine that you have 64 toy alphabet blocks arranged in a cube, where each block is itself a cube, 2 in. on an edge. The cube of 64 blocks would be 8 in. in three dimensions, with 4 blocks along each edge. Then flatten the cube into a square containing 64 blocks. How large would the square be, and how many blocks will be along its edge? Finally, arrange the 64 blocks in a line. How long would the line be?

Now that you have the idea, imagine an Avogadro's number of tiny cubes, the edge length of each tiny cube being about the size of a hydrogen atom ( $1.00 \times 10^{-10}$  m). If you had an Avogadro's number of hydrogen atom cubes arranged into a large cube (like the alphabet blocks), what would the edge length of the cube be? If you then flattened the cube into a square, what would the edge length of the square be? Finally, if you arranged the Avogadro's number of tiny H-atom cubes into a line, how long would the line be? Compare it to the earth-to-sun distance of 93 million miles.

In the method we used, we made a number of simplifying assumptions. Some of these are discussed in the Consider This section of the Report form, and their effects are quantitatively assessed. The cumulative effect of the simplifying assumptions is to cause the final result for Avogadro's number to be a factor of about three times too large.

Készült: James M. Postma– Julian L. Roberts– J. Leland Hollenberg: Chemistry in the Laboratory című könyvének (7. kiadás, 2010, W. H. Freeman and Company) **EXPERIMENT 10** The Estimation of Avogadro's Number fejezete alapján

## Egy recept szakszerű fordítása

A receptek, mérésleírások esetében érdemes odafigyelni a szabályos jelölések használatára, hiszen a 6 M valójában  $6 \text{ mol/dm}^3$ -t jelent, és az ammónium-hidroxid helyett inkább az ammónia-oldat használatos. Bár mindenki érti a 'ml'-t, mégis 'cm<sup>3</sup>'-t használunk. A jó fordításhoz nem csak megérteni kell az eredeti nyelvre jellemző fordulatokat (pld.: „bits and pieces” egy ilyen), hanem kreatívan, a megértés segítését könnyítve érdemes helyettesíteni a magyar megfelelőjével. A 2018/5. szám fordítása következik alább.

### Fémek : Termékfelelősség

... egy ügyvéd egy problémával hívja fel. Van egy ügyfele, aki sütött egy vekni teljes-kiórlésű kenyeret. Miközben a család a vacsorához fogyasztotta a kenyeret, a benne talált kemény kisebb-nagyobb kemény darabokra panaszkodtak. Az ügyfele még a fogát is beletörte amikor ráharapott egy darabra. Ahogy megvizsgálták a kenyeret és a lisztet, számos féltre hasonlító darabot találtak benne. Mivel a családtagok már néhány ilyen részecskét lenyeltek, inkább a mérgezés aggasztotta őket, mintsem a törött fog.

Az ügyfél azzal a szándékkal hívta fel az ügyvédet, hogy beperelje a Happy Miller céget, amely előállította és eladta ezt a szennyezettnek tűnő lisztet. Az ügyvéd elemeztetni szeretné a részecskéket. Ha ezek valóban fémdarabok, vajon származhatnak-e a liszt előállítására szolgáló gépezetről? Ha igen, vajon vissza kell-e hívnia a Happy Miller cégnek minden csomag teljes-kiórlésű lisztjét? Vagy az ügyfél csak szándékosan adott a liszthez valamiféle szennyezőanyagot, hogy pénzt kényszerítsen ki a Happy Miller cégtől?

Néhány gyors telefonhívás után kiderült, hogy a lisztmalomban található az őrlő, szétválasztó, keverő és töltő gépek a gépek magas króm tartalmú rozsdamentes acélból és sárgarézből vannak.

A család igen hétköznapiak tűnik. Az ügyfél már előzőleg is küszködött fogászati problémákkal, számos tömése van, amelyek közül nem minden költséget fedezett a fogászati biztosítás. A férje hegesztőként dolgozik a helyi építkezési vállalatnál, és részlegesen vak a bal szemére.

A feladata a szennyező részecskék elemzése és azok összetételének meghatározása. Adjon szakvéleményt arról, hogy honnan származnak és hogyan kerültek bele a lisztbe őket.

Anyagok	
összehasonlító "standard" fém minták:	6 mol/dm <sup>3</sup> ammónia vizes oldata (NH <sub>3</sub> )
réz, magnézium, alumínium,	6 mol/dm <sup>3</sup> ecetsav
ólom, cink, vas, nikkel, króm	0,1 mol/dm <sup>3</sup> nátrium-szulfid (Na <sub>2</sub> S)
kémcsövek	0,1 mol/dm <sup>3</sup> kálium-kromát (K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> )
kézi nagyító vagy sztereoszkóp	0,1 mol/dm <sup>3</sup> kálium-tiocianát (KSCN)
10 ml-es főzőpohár 5 ml bromoformmal (tartsuk elszívófülke alatt)	3%-os hidrogén peroxid
mágnes	S és O reagens
csipesz	aluminon reagens
6 mol/dm <sup>3</sup> nátrium-hidroxid (NaOH)	dimetil-glioxim-oldat
6 mol/dm <sup>3</sup> salétromsav (HNO <sub>3</sub> )	ismeretlen minta a szennyező darabokból
6 mol/dm <sup>3</sup> sósav (HCl)	kémcsőállvány
	védőszemüveg
	laboratóriumi köpeny
	egyszerhasználatos gumikesztyű
	kis főzőpohár alkohol
<b>Biztonsági figyelmeztetés! Vegyszerek kerülnek alkalmazásra!</b>	

### **Fizikai vizsgálatok**

Elsőként meg kell határoznunk az alábbi nyolc fém fizikai tulajdonságait:

a rézét (a sárgarézben található), a magnéziumét, az alumíniumét, az ólomét, a cinkét (a galvanizált vas tartalmaz cinket), a vasét, a nikkelét és a krómét (a rozsdamentes acél tartalmaz vasat és krómot is). Ezek a vizsgálatok a legegyszerűbbek, és roncsolásmentesek. Ügyeljünk arra, hogy rögzítsük a megfigyeléseket!

1. Figyeljük meg az egyes fémeket nagyító alatt! Jegyezzük fel a méretüket, formájukat, színüket, és az összes többi tulajdonságot, amely segítséggül lehet az azonosításuknál!
2. Vizsgáljuk meg, hogy melyik fém a mágnesezhető!  
A nyolc fém közül az alumínium és a magnézium nagyon könnyű; sűrűségük 2,70 és 1,74 g/cm<sup>3</sup>. Az összes többi fém nehezebb, sűrűségük MEGHALADJA A 7.00 g/cm<sup>3</sup> értéket. A folyékony bromoform sűrűsége pedig 2.89 g/cm<sup>3</sup>.
3. Vizsgáljuk meg a mintáink sűrűségét vegyifülke alatt a bromoform segítségével! Csipesszel vegyük ki a fémmintákat, majd alaposan öblítsük le a az alkoholos főzőpohárban, hogy megtisztítsuk őket a további vizsgálatokhoz. Vigyázat! A bromoform mérgező. Jól szellőztethető helyen használjuk!
4. Az ólom puha és formázható. Megkarcolható? Hajlítható?
5. Vizsgálj meg az ismeretlen minták fizikai tulajdonságait is!

### **Kémiai vizsgálatok**

6. Tegyük 16 kémcsövet a kémcsőállványra, két sorba elrendezve! Tegyük egy kémcsövet a harmadik sorba! Tegyük minden ismert fémből egy-egy darabot az első sorban levő nyolc kémcsőbe, majd még egyet-egyet a második sorban levőkbe is! Ezek lesznek a standard/ összehasonlító minták.
7. Adjunk 1cm<sup>3</sup> salétromsavat az első sorban levő kémcsövekbe, jegyezzük fel, amennyiben bármilyen reakciót észlelünk! Legyünk türelmesek, egyes reakciók lejátszódása olykor több időt is igényelhet!
8. Öntsünk 1cm<sup>3</sup> nátrium-hidroxid oldatot a második sorban álló kémcsövekbe!

9. Helyezzük a króm összehasonlító mintát a harmadik sorban levő kémcsőbe és öntsünk rá  $1\text{cm}^3$  sósavat!
10. Ha úgy tűnik, hogy több különböző fajta fém van az ismeretlen mintánkban, válasszuk szét őket, és tegyük mindet tiszta kémcsőbe!
11. Ismételjük meg a standardokon elvégzett vizsgálatot az ismeretlen mintákon! Mostanra már biztos lehet benne, hogy milyen összetevők alkotják a szennyezőt, azonban különösen a kriminalisztikában lényeges, hogy maximális bizonyosságot szerezzünk. Végtére is, valaki élete függhet ettől.

A 12.-től a 19.-ik pontig terjedő ún. megerősítő vizsgálat arra szolgál, hogy igazoljuk, vagy megcáfoljuk az eredményeket. Miután leszűkítettük a lehetőségeket, válasszuk ki a megfelelő vizsgálatot a szennyező részecskék azonosítására! Amennyiben nem vagyunk biztosak valamelyik eredményben, végezzük el a vizsgálatot a megfelelő összehasonlító mintával!

12. **Alumínium** jelenlétét azzal igazoljuk, hogy az ismeretlen mintát nátrium-hidroxidoldatban tartalmazó kémcsőhöz 2 csepp alumínon-reagenst cseppentünk, homogenizáljuk, majd állni hagyjuk egy ideig! A kémcső alján megjelenő rózsaszín zselészerű réteg bizonyítja az alumínium jelenlétét.
13. **Réz** jelenlétének igazolásához ammónium-hidroxidot adagolunk a salétromsavas oldathoz az oldat mélykék színének megjelenéséig!
14. **Magnézium** jelenlétének igazolásához egy-két csep S & O reagenst adunk a salétromsavban levő mintához, majd lassan adagolunk hozzá nátrium-hidroxidot a kék színű pelyhes csapadék vagy kolloid gél kiválásáig.
15. **Cink** jelenlétének igazolásához néhány csepp nátrium-szulfid ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) oldatot adunk a salétromsavban levő fémhez, és a sárgás vagy fehér színű csapadék megjelenését várjuk.



16. **Vas** hígítsuk a salétromsavas oldatot tíz- vagy többszörösére, szinte víztiszttára hígítjuk, majd egy csepp kálium-tiocianátot (KSCN) hozzáadva barnás-vöröses vagy vörös szín megjelenését vehetjük észre.
17. **Ólom** kimutatásakor a salétromsavas (HNO<sub>3</sub>) oldathoz azonos mennyiségű ecetsavat (HAc) adunk a fülke alatt, mivel az ecetsav igen kellemetlen – erősen ecetes – szagú. Homogenizálás után hozzáadunk néhány csepp világossárga kálium-kromát (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) oldatot, és narancssárga csapadékot kapunk!
18. **Nikkel esetén** a savas oldathoz kétszeres mennyiségű ammónia-oldatot öntünk, homogenizáljuk, majd hozzáadunk néhány csepp dimetil-glioxim reagenst, hogy pirosas ibolyaszínű csapadék keletkezzen.
19. **Króm** jelenlétét a sósav hozzáadásakor bekövetkezett változás tapasztalatai erősítik meg. Ugyanazt a reakciót keressük, majd adjunk hozzá néhány csepp H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-t! Pár pillanatra sárga szín jelenik meg.