

# KÉMIA IDEGEN NYELVEN



## Kémia angolul

*Szerkesztő: Barabás Gergő*

### Kedves Diákok!

A Kémia angol nyelven verseny következő fordulójában az eddigiekhez hasonlóan egy angol nyelvű szöveget magyarra, egy magyar szöveget pedig angolra fordítottunk le – ugyancsak egy program használatával. Készülvén a tavaszra, az egyik fordításban a tavaszi illatokról olvashatok. A másik szöveg ugyan régebbinek tűnhet, ugyanakkor tartalma időről időre releváns lehet: ez pedig az ózonréteg elvékonyodása mögötti folyamatok ismertetése.

A szövegekben a program továbbra is a már megszokott hibákat veheti- ezeket keressétek meg és javítsátok ki! Gyakorlott hibavadászoknak ez már nem jelenthet nehézséget! 😊

Az előző fordulóba érkezett munkákhoz ezúton is gratulálok! Nagyon szép munkákat olvashattam és külön érdekes volt látni, hogy egy-egy javaslat milyen szempontot tartott szem előtt: valaki ragaszkodott a törzsszöveghez, valaki inkább a természetességre törekedett – azaz, hogy a javítással természetesebbnek tűnjön a szöveg. Minden megoldás a maga módján helyes! Ennek szellemében sikeres hibajavítást kívánok a tavasz első fordulójához!

Maximálisan továbbra is **100 pontot** lehet kapni. Ha valaki nem tudja befejezni a szövegek lektorálását, dolgozatát akkor is küldje be, hiszen a rész pontok is beleszámítanak a pontversenybe.

A pontverseny első három helyezettje jutalomban részesül.

A pontversenyre benevezni és a javításokat beküldeni a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül lehetséges.

A formai követelményekre és az instrukciókra ügyeljenek: **minden egyes lap bal felső sarkában, a fejlécben szerepeljen a beküldő teljes neve, iskolája és osztálya.** Csak a **névvel ellátott dolgozatok** kerülnek értékelésre! Javításaitokat szaktanároknak is érdemes elküldeni.

**Beküldési határidő: 2025. április 14.**

Jó hibakeresést, jó versenyzést kívánok!

A 2024/5. számban megjelent szakszövegek helyes fordítása:

### **A forralt bor tudománya és varázsa**

Az ünnepeknek mindjárt vége, de a hideg idő remek ürügy arra, hogy egy melegítő forraltboros pohár mellett egy kicsit tovább életben tart-suk a karácsony érzéki emlékeit.

**1. lépés – Válassza ki a bort** *(a szövegben végig vagy magázást vagy tegezést volt célszerű használni)*

Annak ellenére, hogy a bor nem más, mint az etanol savas, vizes oldata különféle kisebb szennyeződésekkel, italunk gerincét ennek kell képeznie. Szerencsére a kisebb szennyeződésekhez tartozik az a közel 1000 különböző vegyület, amelyek a bort olyan nagyszerűvé teszik. Ezek a vegyületek szőlőből, élesztőből, baktériumokból, tölgyfahordókból származnak/erednek – sőt/továbbá az időjárás és a talaj is befolyásolja (őket).

Minden bor különböző vegyi anyagokat tartalmaz. Ezek a keseű/torok kaparó száj(at) összehúzó tanninoktól és a színes antocianinoktól a gyümölcsös észterekig, fás aldehidekig, virágos terpénekig, cukrokig és alkoholokig terjednek. Ezek olyanok, mint a bor arca; folyamatosan változik/változnak az idő, a hőmérséklet, az oxigén és a napfény függvényében. A/Egy borász által megfaragott arc, gondos döntések és számítások sorozatának eredménye. A modern bor nem egy természetes termék, még akkor sem, ha (egy) természetes folyamat, nevezetesen az erjedés terméke. Lássuk/Nézzük (tehát) mindezen munka eredményét a karácsony aromáiért a borban.

A kedvenc karácsonyi illatemplékem a mandariné, amelyet minden évben a harisnyám/zoknim alján találok, az aroma nagyrészt a limonénnek köszönhető, a szerves vegyületek terpéncsoportjának egy tagja, amelynek neve a „terpentin” szóból ered – igen, a festékeltávolító. Szerencsére a limonén sokkal kellemesebb ízű, és gyakran megtalálható a chardonnay és muskotályos szőlőből készült borokban.

Gyerekkorom óta a karácsony kezdetét jelző illat a fa illata volt, ahogy felbukkant/felállítottuk. Ez a szag elsősorban egy másik, pinénként ismert terpénnek köszönhető. A pinén azonban nem található meg a legtöbb modern borban, kivéve a görög retsinát, amely kísértetiesen emlékeztet a bortartósítóként és az ősi agyagedények lezárására használt gyantára. Szerencsére az alfa-terpineol megtalálható a fenyőben és a legtöbb borban, különösen a muskotály és a rizling szőlőből készültekben. Kellemes fenyőszerű illata van, egy csipetnyi citrussal.

Egy másik klasszikus karácsonyi illat a fahéj és a szegfűszeg gazdag kombinációja. E két fűszerben az egyik legfontosabb illatanyag az eugenol. A limonéntől és pinéntől eltérően általában nem magából a borból származik, hanem a tölgyfahordókból, amelyekben a bort érlelik. A tölgyet a borkészítésben használják a vörös- és fehérbor színének, ízének, tanninprofiljának és textúrájának finomítására/finom beállítására.

A karácsony túlzott engedékenységet gyakran szemlélteti, hogy sok vaj van az ételekben. A diacetil vajas illatú, és a tenyésztett vajban található. Ez a szag gyakran megtalálható azokban a borokban, amelyek másodlagos malolaktikus bakteriális erjedésen mentek keresztül. Ez csökkenti a savasságot és a keserűségét/fanyar ízt, így a borok simábbak lesznek. Sok vörös és fehér bor mostanság ezen a folyamaton megy keresztül.

Saját karácsonyi illatképének elkészítéséhez válassza ki azt a bort, amely a legközelebb áll a kedvenc karácsonyi aromáihoz! Meglepődtem, amikor a fenti megfontolások arra készítettek, hogy (egy) fehérbort válasszak az általában kedvelt vörösborom helyett, és még jobban meglepődtem, amikor rájöttem, hogy imádom! Ha nem tudja eldönteni, hogy melyik bort használja, próbálja ki a Smoking Bishop-ot (Dickens kedvence) portóival, amely akkoriban viszonylag olcsó volt. Másként/Más szavakkal mondvá, amit Sigmund Freud valószínűleg soha nem mondta: „Néha a bor csak egy bor.”

## 2. lépés – Válassza ki az adalékanyagokat

A fent felsorolt karácsonyi vegyszerek/vegvi anyagok/kemikáliák egy palettát biztosítanak, amely segít kiválasztani a kiválasztott borhoz hozzáadandó összetevőket. A molekuláris gasztronómiában legalább egy évtizede alkalmazzák az ízvegyületek párosításának gondolatát – az ételpárosítást. Az ötlet az, hogy ha két összetevő ugyanazokat a kulcsfontosságú ízvegyületeket tartalmazza, azok kiegészíthetik egymást. François Benzi, a Firmenich tudósa például úgy találta, hogy az indol (nevű) aromás vegyület mind a jázminban, mind a sertésmájban jelen van, így ezeket az összetevőket kombinálva új és érdekes ételt alkotott. (Ízletes, gondolhatnánk... bár nagy koncentrációban az indolnak inkább székletillata van, mint ételillata.) Sok nyugati ételben évszázadok óta tudtukon kívül kombinálják a közös ízvegyületekkel rendelkező összetevőket (pl. tojás és vaj), nem úgy, mint a kelet-ázsiai konyha, amely/ A kelet-ázsiai konyha viszont olyan összetevőket kombinál, amelyekből hiányoznak a közös (íz)vegyületek (például fokhagyma és szójaszósz).

Így a karácsonyi anyagainknak/anyagainkhoz megfelelően/illően fahéjat és szegfűszeget adhatunk hozzá, hogy eugenolt és alfa-terpinolt kapjunk (a fenyő nem ideális összetevő az italokhoz). Limonént citromból, narancsból, szerecsendióból vagy gyömbérből kaphatunk/szerezhetünk/nyerhetünk ki. Adhatunk hozzá málnát, epret vagy levendulát diacetilként. Van azonban egy élelmiszer, amely állítólag ezeket a vegyületeket tartalmazza: a feketeteribizli. Ezért teszek a boromba feketeteribizlit, hogy karácsonyi illatképem legyen egy pohárban. A fahéjat és a szegfűszeget is a keverékben tartom a hagyomány és a vizuális hatás érdekében.

## 3. lépés – Tegye a bort és a fűszereket egy serpenyőbe, majd zárt fedéllel/fedő alatt melegítse 30 percig

A fűszerek és a bor együtt melegítése két folyamat egyensúlya: a diffúzió és a párolgás. Amikor a fűszerek találkoznak a borral, a különféle ízvegyületek elkezdenek átszivárogni a folyadékba. Egyesek jobban oldódnak alkoholban, egyesek vízben, mások pedig nagyon rosszul oldódnak mindkettőben, és lebeghetnek a felszínen. Minél tovább hagyja a fűszereket a serpenyőben, annál nagyobb lesz az ízek diffúziója. A párolgás azonban nagyobb íz- és alkoholvesztést is eredményez; ezért hagyjuk a fedőt zárva, és próbáljuk meg megakadályozni a forrást.

A fűszerek apróra törése vagy őrlése felgyorsítja vegyi anyagaik diffúzióját az oldatba, de szemcsés/darabos bort is eredményezhet - inkább egészben hagyom (őket).

#### 4. lépés – Adja hozzá ízlés szerint a többi hozzávalót

Gondosan kiválasztottuk a leglenyűgözőbb alapanyagokat, most egyensúlyba kell hoznunk az ízeket. Megfelelő felszereléssel és sok idővel/idő alatt megtalálhatnánk a tökéletes forralt bor objektív kémiai összetételét. De még akkor is (egy) szubjektív döntés lenne. Egy szakképzett borkóstoló képes lehet pontosan azonosítani/érezkelni a bor objektívebb fizikai-kémiai/fizikokémiai jellemzőit, például a savasságot. Néhány ilyen tulajdonság alapján akár egy „nagyszerű” bort is meghatározhat. Számomra azonban a borkóstolás szubjektív tevékenység, ezért a személyes preferenciákra/preferenciámra hagyatkozom, hogy a forralt borom illatképét kiteljesítem.

Hozzáadom a mézet és a fekete ribizlit, rendszeresen megkóstolom a keveréket, hogy megtaláljam az egyensúlyt. A crème de cassis-t használom, hogy a forralt bornak feketeribizli ízt adjon/biztosítson, és segítsen elensúlyozni a forralt bor alkoholkoncentrációjának csökkenését melegítéskor.

Az édesség kedvéért szeretem a hagyományos borédesítő, a méz ízét, bár a cukor ugyanilyen jól működik. Az ókori görögök és rómaiak mézet használtak, és úgy tűnik, (hogy) a sokkal édesebb borukat/borokat részesítették előnyben, mint ami manapság divatosnak számítana/számíthatna.

#### 5. lépés – Öntsön és igyon!

Richard Feynman fizikus egyszer ezt írta: „Ha elég közelről (meg)nézünk egy pohár bort, az egész univerzumot látjuk.” Miközben önti a bort, elképzelheti azt a sok száz kémiai vegyületet, amely bekerült/áramlik a pohárba (vagy bögrébe, ha Ön azt jobban szereti): magának a Földnek a legegyszerűbb anyagaiból, vízből, kőzetből, levegőből és fényből álló anyagok; szőlő, természetes cukor/a természet cukorkája, élénk színekbe csomagolva, és több millió éves természetes szelekció során tesztelve, majd az emberek és a mikrobák által borrá változtatva. Most finomítottuk ezeket az összetevőket, és a látszólag eltérő vegyi anyagokat

összehoztuk, hogy egy illatképet, az ünnepi szezon ünnepi ízét alkossuk meg.

Amikor a meleg, karácsonyi keverék a szájába kerül, mossa körbe, és fedezze fel, milyen érzéseket vált ki! Érzi a mandarint, noha az nincs is jelen benne? Sikerült újra átélnie gyermekkori karácsonyaid érzelmeit? Ha nem, ne essen kétségbe! Mivel a forralt bor melege serkenti a véráramlást a száj és a torok nyálkahártyáján, így az alkohol gyorsabban felszívódik a véráramba, és hamar elfelejt törődni vele. Mert ahogy bölcsen Feynman is mondta: „... ne felejtjük el, mire való a bor végső soron, és hagyjuk, hogy adjon nekünk egy utolsó örömet; igyál és felejtj el mindent!”

## Does ice really melt under the edge/blade of the skate?

Gabor Lente

Ice skating seems to capture/captivate/move people's imagination. This statement is particularly true for a small group of people involved in the teaching of physical chemistry. When skating, you stand on rather thin edges, so you put more/greater pressure on the support than usual. One of the extraordinary/exceptional properties of water is that the melting point of ice, its solid form, is lower at higher pressures (the opposite is true for most/the vast majority substances). Therefore, one could carelessly conclude that the ice under the edge of the skate/the skate blade melts and the athlete (or the amateur beginner) slides/glides/is sliding/is gliding on the water. This seems logical, because anyone who drives a car knows that wet surfaces are much more slippery than dry ones.

What's wrong with this logic? It's just that it doesn't even try to estimate the magnitude of the melting point change it is only concerned with the direction of the effects. If you think about it more closely, the theory of ice melting under the skate blade would lead to a series of things that experience tells us are not true at all:

1. Children would skate much harder than adults because they exert less pressure due to their lighter weight.
2. The colder it is, the harder it would be to skate because more/greater pressure would be needed to change the melting point more.

3. It would be much easier to skate on one leg (or skate) than on two, since we put twice as much pressure on one leg.
4. A puddle would (be) form(ed) among people who had been standing on skates for a long time.
5. As the speed of skating increases, more and more effort would be required since the melting of ice is not an instantaneous process.

So let's try to estimate how much the melting point of the ice under the skate blade can/could change. For this/(In order) to do this, we use the phase diagram of water, the important/relevant part of which can be found/is shown in Fig. 8.1. A phase diagram is a fairly complex figure. The horizontal axis shows the temperature, the vertical axis shows the pressure. One of the easiest/simplest ways to use the diagram is to figure out which form of a pure substance is most stable at a given temperature and pressure. Then we just have to find out which part of the phase diagram the point given by temperature and pressure falls. For example, in Fig. 8.1, the point corresponding to a pressure of 1000 bar and a temperature of  $-5^{\circ}\text{C}$  is/lies in the region labelled "liquid", so it is safe to say that under these conditions the stable form of water is liquid.

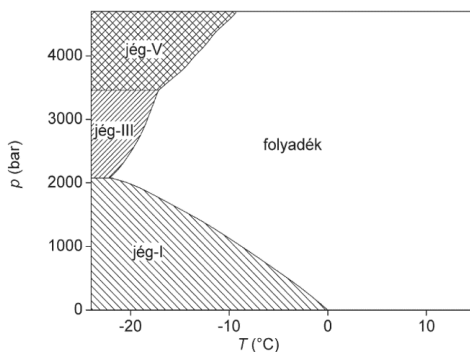


Figure 8.1.. A detail of the phase diagram of water

Do not be surprised that the temperature is below the normal/usual freezing point of water. As mentioned earlier, the temperature at which liquid water freezes (or ice melts) also depends on the external pressure. Likewise, the boiling point of water depends on external pressure, but that is a slightly different matter. Using the phase diagram, we can find the melting point of ice at different pressures: all we need to do is

(to) find the temperature at which the boundary between liquid and ice is at for a given pressure.

Also note that there are three types of ice in the phase diagram. There are many different crystal structures of ice, much like how graphite and diamond are modifications of elemental carbon with two different crystal structures, and these different structures are stable in different pressure and temperature ranges (in fact, many more modifications of ice are known besides the ones shown in the figure. Finally, it can be seen in the figure that liquid water cannot exist below  $-22^{\circ}\text{C}$ . Although under very special circumstances (the) so-called supercooled, liquid water is known to exist at a temperature of up to  $-130^{\circ}\text{C}$ , is extremely unstable, freezes upon shaking and heating and therefore it cannot play a role in ice skating conditions. If we really insisted on the statement in the title, we would have to come to the conclusion that it is not possible to skate below this temperature at all. However, experience is quite clear: ice can be quite slippery even at  $-30^{\circ}\text{C}$ .

How much pressure can an ice skater exert on the ice? It's/This is not that difficult to calculate. Assuming that the edge of one/a skate is 20 cm long and 2 mm wide, the surface area is  $0.2\text{ m} \times 0.002\text{ m} = 0.0004\text{ m}^2$  and the total surface area of two skates is  $0.0008\text{ m}^2$ . If you estimate/Es-timating the average mass of a person to be 80 kg, their weight is 800 N (the conversion factor between the two is the acceleration due to gravity measured on the earth's surface, which we have assumed as a first approximation to be  $10\text{ m/s}^2$ ). Therefore, the pressure exerted on the ice through the skates is  $800\text{ N} / 0.0008\text{ m}^2 = 1000000\text{ Pa} = 10^6\text{ Pa} = 10\text{ bar}$ . That's/This is barely 10 times normal atmospheric pressure, which is about 1 bar (or  $10^5\text{ Pa}$ , or 1 atmosphere - scientists and their units vary widely). In Figure 8.1, the melting point value corresponding to 10 bar is slightly below  $0^{\circ}\text{C}$ /lower than  $0^{\circ}\text{C}$ . For the melting point of ice to change significantly, much higher pressures would be required.

Already in the 19<sup>th</sup> century, the objection to this was expressed that, due to the unevenness of the surface, the skate only came into contact with the ice over a much smaller area than what could be calculated based on its dimensions. However, even if this is true, it cannot in any way explain the fact that it is possible to skate at temperatures below  $-22^{\circ}\text{C}$ . Not to mention that higher/greater pressure comes with a higher/greater frictional force in motion, which would hinder gliding, and this, according

to (the) theoretical calculations, is much more important than the lowering of the melting point of ice.

However, when it comes to friction, a different train of thought might arise. It is well-known that friction generates heat, which can lead to an increase in temperature and thus melting the ice in the very thin layer in contact with the skate. On the other hand, friction and the resulting heat development only exist at the same time as movement/motion. However, experience shows that ice is slippery enough even for immovable objects and you usually don't have to make any special effort to slip. Not to mention that the frictional force on ice is usually low (that's why we slide), so the heat development/generation can't be great either.

So what is the explanation? Firstly, the ice surface is very/quite smooth, at it is least suitable for ice skating. Due to the smooth surface, there are only a few places where the small bumps of the body sliding on the ice can get "caught" in the small bumps of the ice. This is also helped by the fact that the water molecules on the ice surface are surrounded by fewer neighbours than inside the ice, so the forces holding the particles in place are smaller and they can move easily relative to each other. This effect is sometimes described as a very thin (approximately one hundred thousandths of a millimetre thick) liquid-like layer on the ice surface. However, the word "liquid" in this statement must be treated very carefully because it does not (at all) mean that this layer is made of conventional liquid water. And the layer is always created - regardless of whether you skate on it or not.

Finally, we would like to/let us mention that there is a material called synthetic ice that is used to make ice rinks in places where it would be very expensive to keep temperatures below freezing. This synthetic ice is made of a special plastic, but its melting point does not decrease under high pressure, but rather it increases. Yet/You can still skate on it.

Az újonnan kitűzött szövegek:

### **What is the smell of spring?**

You may have the wrong idea!

Spring smells of worms. Or rather their re-mains. And of rotten stems, leaves, parts of insects and other decomposing organic matter. It's all terribly romantic, isn't it?

What we call the smell of spring is everything that reach-es our olfactory receptors from thawing water evaporat-ing from different surfaces. In rural areas and suburbs, this is mainly the smell of the thawing earth with all its organic splendour.

### **Melting water**

The decomposition of organic matter is the transition of chemical elements from complex organic compounds to simple mineral ones. This process is called mineralization. As day-time temperatures increase, the mineralization accelerates of fallen leaves, one-year plants, dead insects and worms that were frozen under the snow. Organic acids and their salts enter the soil, and also organomineral complexes and mineral compounds of nitrogen, phosphorous and sulphur, formed from products of decay. And in the air there are volatile compounds of sulphur and phosphorous. Some of them are also quite odorous. Like amines – organic compounds that are derivatives of ammonia. For example, cadaverine and putrescine. They are contained in products of the putrid decay of proteins and have a strong smell of rotting flesh.

### **Decay of organic matter**

This cocktail of aromas is significantly augmented by the substance geosmin. It is produced by cyanobacteria and actinobacteria living on the surface of the earth. And wet earth smells of geosmin.

The human sense of smell is extremely sensitive to geosmin. We are capable of detecting this smell at concentrations of five molecules in a trillion. Incidentally, catfish and carp smell so strongly of mud because of geosmin in combination with 2-methylisoborneol. They accumulate in fat and muscle tissue. Geosmin breaks down in an acidic medium, and so when preparing fresh water fish we often use vinegar and lemon.

The main reason that the “smell of spring” appears in the city is the rising day-time temperatures and the evaporation of thawed moisture. But the chemical composition of romantic spring here is significantly supplemented by microscopic particles of road surfaces, building material and dust. They are mainly carbonates and calcium silicates from wet concrete, soaked in atmospheric moisture, and also particles of soot (amorphous carbon, a product of incomplete combustion) from factory pipes and car exhaust.

### **Snowdrops**

Another characteristic spring smell comes from the revival of trees after winter. In their trunks and bark, the sap melts. Its chemical composition is different for different trees. Tannins are found in the bark of some trees, for example. This group of phenol compounds contains a large number of —OH groups. Tannin has an acrid smell, and in the food industry it is used to give drinks an astringent taste. Tannin is also used for the tanning of leather and fur.

Trees are virtually the only respectable source of spring aromas. But as strange as our delight at the smells of wet dust and decomposing worms may seem, these are still the smells of spring. And spring means that the cold weather is over, and that now everything is probably going to be all right.

From: <https://melscience.com/US-en/articles/what-is-the-smell-of-spring/>

### **Milyen a tavasz illata?**

Lehet, hogy rossz az elképzelésed!

A tavasz férgeket hoz. Vagy inkább a maradványaikat. És korhadt szárazokról, levelekről, rovarrészekről és egyéb bomló szerves anyagokról. Ez az egész borzasztóan romantikus, nem?

Amit tavaszszagnak nevezünk, az mindaz, ami a különböző felületekről elpárolgó oldható vízből eléri szaglőreceptorainkat. Vidéki területeken és külvárosokban ez főként a föld teljes szerves pompájában olvadó illata.

## Olvadó víz

A szerves anyagok bomlása a kémiai elemek átalakulása összetett szerves vegyületekről egyszerű ásványi anyagokra. Ezt a folyamatot mineralizációnak nevezik. A nappali hőmérséklet emelkedésével felgyorsul a lehullott levelek, éves növények, elhullott rovarok és férgek mineralizációja, amelyek megfagytak a hó alatt. A talajba szerves savak és sóik, valamint bomlástermékekből képződő szerves ásványi komplexek és nitrógen-, foszfor- és kénvegyületek kerülnek be. A levegőben pedig illékony kén- és foszforvegyületek találhatók. Némelyikük meglehetősen illatos is. Például az aminok - szerves vegyületek, amelyek az ammónia származékai. Például a cadaverine és a putrescine. A rothadó fehérje-bomlástermékekben találhatók, és erős a rothadó hús szaga.

## Szerves anyagok bomlása

Ezt az aromakoktél a geosmin anyag jelentősen felerősíti. A föld felszínén élő cianobaktériumok és aktrinobaktériumok termelik. És a nedves földnek geoszmin illata van.

Az emberi szaglás rendkívül érzékeny a geoszminra. Ezt a szagot öt molekula/billió koncentrációban tudjuk kimutatni. A harcsa és a ponty egyébként a 2-metil-izoborneollal kombinált geoszmin miatt olyan sáros szagú. Felhalmozódnak a zsír- és izomszövetekben. A geozmin savas környezetben lebomlik, ezért édesvízi halak készítésekor gyakran használunk ecetet és citromot.

A "tavasz illata" fő oka a napközbeni hőmérséklet emelkedés és a haramos nedvesség elpárolgása. De a romantikus tavasz kémiai összetételét itt jelentősen kiegészítik az útfelületek, az építőanyagok és a por mikroszkopikus részecskéi. Főleg nedves betonból származó, légköri nedvességgel átitatott kalcium-karbonátok és -szilikátok, valamint gyári csövekből és autók kipufogógázaiból származó koromszemcsék (amorf szén, tökéletlen égés terméke).

## Hóvirág

A tavasz másik jellegzetes illata a fák tél utáni újjászületéséből fakad. Törzsükben és kéregükben az örvénylés elolvad. Kémiai összetétele a különböző fák esetében eltérő. A tanninok például egyes fák kérgében találhatók. A fenolvegyületek ezen csoportja nagyszámú -OH csoportot

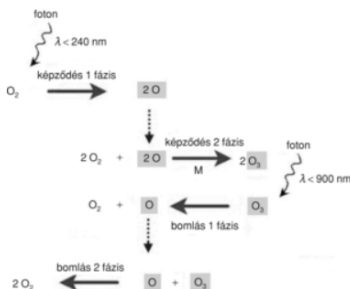
tartalmaz. A tannin kellemetlen szagú, az élelmiszeriparban az italok fanyar ízét adják vele. A tannint bőr és szőrme cserzésére is használják.

A fák gyakorlatilag az egyetlen tekintélyes forrása a tavaszi aromáknak. De bármilyen furcsának is tűnik a nedves por és a bomló férgek illata iránti örömrünk, ezek még mindig a tavasz illatai. A tavasz pedig azt jelenti, hogy vége a hideg időnek, és most valószínűleg minden rendben lesz.

### Az ózonréteg elvékonyodása

Az ózon a gázok egymilliomod részét sem teszi ki, viszont az élet védelme szempontjából rendkívül fontos szerepe van, elsősorban az élőlényekre a Naptól érkező legveszélyesebb hullámhosszú ultraibolya sugárzás (UV-C és UV-B) kiszűrésében. Napjainkban egyidejűleg két problémával kell szembenézni: a sztratoszféra ózontartalmának a csökkenésével, illetve a felszín közeli ózonkoncentráció növekedésével az iparosodott, közlekedéssel terhelt környezetben. A légkör ózontartalmának kb. 90%-a található a sztratoszférában, a troposzférában, a talajközeli levő ózonmennyiség már kis koncentrációban azonban veszélyes az élőlényekre (Fodor 2006).

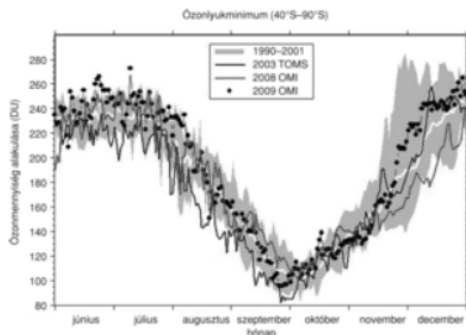
Az ózon ( $O_3$ ) egy 3 oxigénatomból álló instabil molekula, egy közönséges oxigénmolekulára ( $O_2$ ) és egyatomos, rendkívül reagens, ún. nascens oxigénre bomlik. Folytonos ciklus hozza létre az ózonréteget, biztosítva az ózonmennyiség állandóságát. 1929-ben S. Chapman publikálta az ózonképződés és -bomlás elméletét (11.1. ábra) (Uherek 2003).



11.1. ábra. A Chapman-reakciók (Forrás: Uherek 2003)

A légköz ózontartalmát dobson (Dobson Unit – DU) egységben adják meg – G. M. B. Dobson brit meteorológus után, aki egy egyszerű spektrométerrel mérte meg a sztratoszférabeli ózommennyiséget. 1 dobson az a légköri ózommennyiség, amely a földfelszíni hőmérsékleti és nyomásvi-szonyok között 0,01 mm vastag réteget alkotna. A sztratoszférikus ózon sokéves átlagértéke 300 dobson: a földfelszínen 3 mm-es réteget alkotna. Az átlagkoncentrációja függ a földrajzi szélességtől (trópusok fölött 260–280 dobson, a 60. szélesség magasságában 380–400 dobson), vannak napszakos és évszakos ritmusok is – a természetes változás 25% középértékű a nyári és a téli szélsőértékek között, befolyásolják napkitörések, részecskeáramok, szupernovaexplóziók, és vannak szabálytalan változások is; ezért nem volt könnyű egyértelműen eldönteni, mi tekinthető természetes ingadozásnak, s mi antropogén eredetűnek.

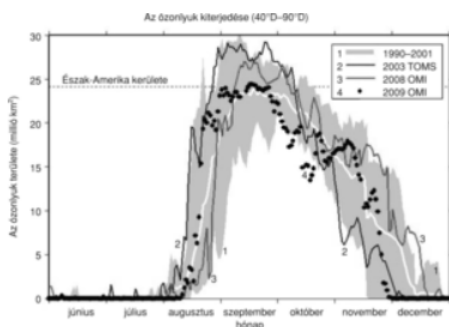
Mind a sztratoszférában, mind a troposzférában az emberi tevékenység hatással van az ózon ciklusára: a halálos ultraibolya (UV) sugarakat elnyelő magaslégköri ózon („jó ózon”) mennyiségét csökkenti, a talajközeli, az emberi egészségre, a növényzetre és a műtárgyakra veszélyes talajközeli ózon („rossz ózon”) mennyiségét növeli (Mészáros 2005.) Paul Crutzen, F. Sherwood Rowland és Mario Molina Nobel-díjas kémikusok 1974-ben kimutatták, hogy a halogénezett szénhidrogének (*a szén- és hidrogén-atomon kívül valamilyen halogénatomot – F, Cl, Br, I – is tartalmaznak*) a sztratoszférába jutva megbontják az ózonomolekulákat (Kerényi 2003a), tehát az ózonréteg fogyatkozása valóságos jelenség.



11.2. ábra. Az ózommennyiség alakulásának évi változása a déli szélesség 40–90° között 1990–2001 átlagában, 2003-ban, 2008-ban és 2009-ben

Az ózonkárosító kémiai anyagok általában klór, fluor, bróm, szén és a hidrogén kombinációjából álló különféle vegyületek, a halogénezett

szénhidrogének. E vegyületek a sztratoszférába feljutva az ultraviola sugarak hatására elbomlanak, így felszabadulnak belőlük az ózonrétegre veszélyes elemek, amelyek gyorsítják az ózon bomlását. Környezetkárosító hatásuk miatt a CFC-re (*klórozott-fluorozott szénhidrogén: freon*) és HCFC-re (*hidro-kloro-fluorokarbon*) nemzetközi és nemzeti korlátozások vonatkoznak. Az ózonréteget károsító anyagok kibocsátásának korlátozását, illetve fokozatos megszüntetését szabályozó 1985-ös Bécsi Egyezmény és az ehhez kapcsolódó 1987-ben aláírt Montreáli Jegyzőkönyv hatására alkalmazásuk és légköri kibocsátásuk az 1990-es években már lényegesen csökkent, s a 21. század elején megszűnik. Az éghajlatváltozás szempontjából azonban fontos, hogy a helyettesítésükre használt „ózonbarát” lágy freonok (telítetlen vagy hidrogénezett freonok) üvegházhatása ugyancsak számottevő (*Nemzetközi együttműködés* 2003).



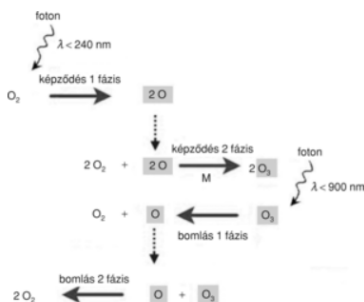
11.3. ábra. Az ózonlyuk kiterjedésének évi változása a déli szélesség 40–90° között 1990–2001 átlagában, 2003-ban, 2008-ban és 2009-ben

Forrás: [https://mersz.hu/dokumentum/m27v\\_141/](https://mersz.hu/dokumentum/m27v_141/)

## Ozone depletion

Ozone does not constitute even one millionth of the gases, but it plays an extremely important role in protecting life, primarily in filtering the most dangerous wavelengths of ultraviolet radiation (UV-C and UV-B) from the Sun for living organisms. Today, we are facing two problems at the same time: the depletion of stratospheric ozone and the increase in ground-level ozone concentrations in industrialized and traffic-laden environments. The ozone content in the atmosphere is about 90% of it is found in the stratosphere, troposphere, but the amount of ozone near the ground is dangerous for living organisms even in small concentrations (Fodor 2006).

Ozone ( $O_3$ ) is an unstable molecule consisting of 3 oxygen atoms, consisting of an ordinary oxygen molecule ( $O_2$ ) and a highly reactive single-atom molecule called decomposing into nascent oxygen. A continuous cycle creates the ozone layer, which ensures the constancy of the amount of ozone. In 1929, S. Chapman published the theory of ozone formation and destruction (Figure 11.1) (Uherek 2003).

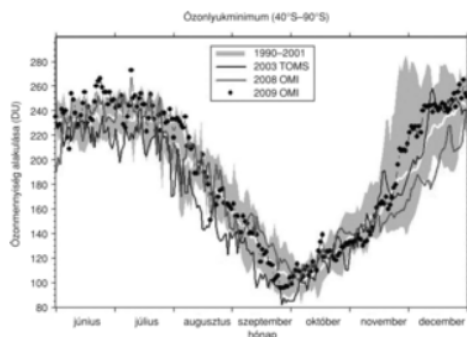


11.1. Fig. Chapman's reactions (Source: Uherek 2003)

The ozone content of the atmosphere is given in Dobson Units (DU) - after the British meteorologist G. M. B. Dobson, who measured the amount of ozone in the stratosphere with a simple spectrometer. 1 dobson is the amount of atmospheric ozone that would form a layer 0.01 mm thick at Earth's surface temperature and pressure conditions. The long-term average value of stratospheric ozone is 300 dobson: it would form a layer 3 mm above the Earth's surface. Its average concentration depends on geographical latitude (260-280 dobson above the tropics,

380-400 nm at 60° latitude), there are also daily and seasonal rhythms - the natural variation is on average 25% between the summer and winter extremes, it is influenced by solar flares, particle explosions, irregular changes and supernovae; therefore, it was not easy to decide clearly what could be considered natural variations and what was of anthropogenic origin.

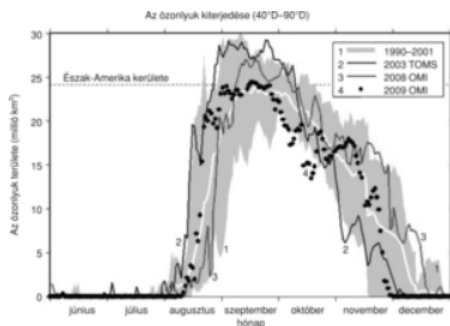
Human activity affects the ozone cycle in both the stratosphere and the troposphere: it reduces the amount of ozone in the upper atmosphere ("good ozone") that absorbs deadly ultraviolet (UV) rays, and increases the amount of ground-level ozone ("bad ozone") that is dangerous to human health, vegetation, and artifacts. Crutzen, F. Sherwood Rowland, and Mario Molina have shown that halogenated hydrocarbons (*containing a halogen atom in addition to carbon and hydrogen atoms - F, Cl, Br, I*) break down ozone molecules when they reach the stratosphere (Kerényi 2003a), so ozone depletion is a real phenomenon.



11.2. Fig. Annual changes in ozone levels between 40° and 90° south latitude, averaged over 1990–2001, 2003, 2008 and 2009

Ozone-depleting chemicals are generally various compounds consisting of combinations of chlorine, fluorine, bromine, carbon and hydrogen, called halogenated hydrocarbons. These compounds, when they reach the stratosphere, decompose under the influence of ultraviolet rays, releasing elements that are dangerous for the ozone layer and accelerating the breakdown of ozone. Due to their harmful effects on the environment, CFC (*chlorofluorocarbon: freon*) and HCFC (*hydrochlorofluorocarbon*) are subject to international and national restrictions. As a result of the 1985 Vienna Convention on the limitation and phase-out of emis-

sions of substances that deplete the ozone layer and the related Montreal Protocol signed in 1987, their use and atmospheric emissions have decreased significantly in the 1990s and will be eliminated in the early 21st century. However, from a climate change perspective, it is important that the greenhouse effect of the "ozone-friendly" soft freons (unsaturated or hydrogenated freons) used to replace them is also significant (International Cooperation 2003).



11.3. Fig. Annual change in the extent of the ozone hole between 40°–90° south latitude, averaged over 1990–2001, 2003, 2008 and 2009