

GONDOLKODÓ



Kedves Tanárok és Diákok!

A KÖKÉL pontversenyei a 2012/2013-es tanévben is négy fordulóban jelennek meg októbertől márciusig. A **K** feladatok kezdőknek, 9-10. osztályosoknak szólnak. Egy forduló feladatait nagyjából nehézségük szerint növekvő sorrendben számozzuk. Itt előfordulnak a tananyaghoz szorosabban kapcsolódó feladatok is, de azok is találnak érdekességet, akik szeretnének kicsit túllépni az iskolai anyagon.

A haladóknak szóló **H** feladatokkal bárki megpróbálkozhat, de ezek között több lesz az olyan feladat, amely megköveteli a középiskolai kémia alapos ismeretét. A jó megoldásokban más források, pl. kémia szakkönyvek forgatása is segíthet.

A **K** és **H** feladatsor fordulónként 5-5 feladatot tartalmaz, de nem feltétele a részvételnek mindegyik megoldása. A **H** feladatsort néhány **HO** jelű diákolimpiai feladat is kiegészíti. Ezek a KÖKÉL pontversenyébe nem számítanak bele.

A **H**-val és a **HO**-val jelölt feladatok a magyar diákok felkészülését is segítik a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiára. Az egyik cél az, hogy a résztvevők megismerkedjenek azokkal a témakörökkel, amelyek szerepelnek a következő olimpián, bár a magyar középiskolai anyag nem tartalmazza őket. Az ilyen feladatok mellé alkalmanként oktatóanyagokat is közlünk, vagy a korábban megjelent anyagokra utalunk. Ezek az anyagok az olimpiai felkészülés honlapján (<http://olimpia.chem.elte.hu>) is elérhetőek lesznek.

A másik cél az, hogy azok is eljuthassanak az olimpiai válogatóra és jó esetben a nemzetközi versenyre, akik – balszerencse vagy az életkoruk miatt – nincsenek az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny legjobbjai között. A válogatóra ugyanis az OKTV legjobbjait hívjuk meg, de ezen felül a **H** és a **HO** feladatok együttes versenyében legtöbb pontot szerzett diákok közül is számíthatnak néhányan a meghívóra. A 10-11. osztályosokat külön is biztatjuk a részvételre, hisz őket a tanultak a későbbi évek válogatóin, olimpiáin is segíthetik.

Tapasztalataink azt mutatják, hogy az olimpiai csapatba bekerülő négy fő többsége részt vett a levelezőn, tehát érdemes időt fordítani az év közbeni munkára is.

Örömmel fogadunk feladatjavaslatokat a pontversenyekhez, mind tanároktól, mind versenyzőktől, a feladatsorok szerkesztőinek címén.

A pontversenybe történő benevezés elektronikusan, a <http://olimpia.chem.elte.hu> weblapon át lehetséges. Itt az adatokon kívül mindenkitől nyilatkozatot is kérünk arról, hogy a megoldásokat önállóan készíti el.

A dolgozatok feldolgozását megkönnyíti, ha az alábbi formai követelmények teljesülnek:

- 1. Minden egyes megoldás külön lapra kerüljön.**
- 2. A lapok A4 méretűek legyenek.**
- 3. Minden egyes beküldött lap bal felső sarkában szerepeljen a példa száma, a beküldő neve és iskolája.**
- 4. Minden egyes megoldást – feladatonként külön-külön – négyrét összehajtva kérünk (több lapból álló dolgozatokat egybe) úgy, hogy a fejléc kívülre kerüljön.**
- 5. A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell postára adni.**

Feladatok kezdőknek

***Szerkesztő: Borbás Réka és Zagyi Péter
(rborbas02@gmail.com, zagyi.peter@gmail.com)***

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2012. november 5-ig postára adva (az internetes nevezés is szükséges!) a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok kezdőknek

ELTE Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

K171. Dörzsöljünk meg erősen egy műanyag vonalzót (vagy műanyag csövet, rudat) sállal vagy kendővel, és közelítsük

- a) egy papírszeletkéhez,
- b) a csapból a lehető legvékonyabban folyó vízszugárhoz.

Mit tapasztalunk? Miért?

Ismételjük meg a kísérletet egy 1,5 V-os (pl. ceruza-) elemmel. Közelítsük az elem pozitív vagy negatív pólusát a papírszeletkéhez, majd a vékony vízszugárhoz.

Mit tapasztalunk? Miért? Milyen következtetést vonhatunk le a kísérletből? Mit jelentenek az elem végein látható pozitív és negatív jelek?

(Róka András)

K172. A jövőben feltehetően egyre nagyobb szerepet fog betölteni az energiagazdaságban a hidrogén. Sok egyéb mellett a gáz tárolása jelenti az egyik fő megoldandó problémát, különösen mozgó egységek, pl. autók esetén.

400 km út megtételéhez – személyautóval, tüzelőanyag-elemet használva – kb. 4 kg hidrogén szükséges.

- a) *Hányszor nagyobb ennek a térfogata 25 °C-on és 1 bar nyomáson, mint az ugyanekkora út megtételéhez szükséges benziné? (Vegyünk 6 l / 100 km fogyasztást.)*

A hidrogéntárolás fő kérdése tehát az, hogy miként lehet ezt a kis sűrűségű gázt megfelelően kis térfogatban tárolni. A szóba jöhető lehetőségek közül felsorolunk néhányat:

1. Összenyomás 750 bar nyomásra, szobahőmérsékleten.
2. Folyékony hidrogén formájában történő tárolás, -252 °C -on. A folyékony hidrogén sűrűsége ezen a hőmérsékleten $70,8\text{ kg/m}^3$.
3. A LaNi_5 összegképletű anyag LaNi_5H_6 vegyületet képez a hidrogénnel. A folyamat megfordítható, és nem igényel extrém körülményeket. A keletkező hidrid sűrűsége $8,4\text{ g/cm}^3$.
4. Az Mg_2Ni szintén sztöchiometrikus összetételű hidridet képez elemi hidrogénnel, melynek sűrűsége $4,18\text{ g/cm}^3$.
5. Fém-alumínium-hidridek, amelyek az AlH_4^- komplex aniont tartalmazzák, nem túlzottan magas hőmérsékleten hidrogén, elemi alumínium és a megfelelő fém-hidrid keletkezése közben bomlanak. Többek között kis sűrűségük teszi vonzóvá alkalmazásukat: a nátrium-alumínium-hidrid sűrűsége pl. mindössze $1,24\text{ g/cm}^3$.

A hidrogén tárolására szánt anyagok két legfontosabb technológiai jellemzője a tárolt (és felszabadítható) hidrogén tömegszázalékos aránya és „térfogatsűrűsége” (azaz az egységnyi térfogatban található felszabadítható hidrogén tömege). Hosszú távon a 7,5 tömegszázalék hidrogéntartalom és a 70 g/l térfogatsűrűség elérése a cél.

- b) *Az 1. és a 2. módszer sem képes megfelelni egyik kitűzött célnak sem. Vajon miért?*
- c) *Számítsd ki a két jellemző adatot a LaNi_5H_6 -ra!*
- d) *Az Mg_2Ni hidridje esetén 150 g/l térfogatsűrűség érhető el. Mi a kérdéses hidrid összegképlete?*
- e) *Írd fel a nátrium-alumínium-hidrid és a kalcium-alumínium-hidrid bomlásának reakcióegyenletét!*
- f) *Add meg a két említett technológiai jellemzőt a nátrium-alumínium-hidridre!*
- g) *Melyik az a fém, amelynek alumínium-hidridje tartalmazza elvileg a legnagyobb tömegszázalékban a hidrogént?*

(Zagyi Péter)

K173. A dinitrogén-oxid sok érdekes sajátosságát és felhasználását ismerjük, az azonban kevésbé tudott, hogy veszélyes környezetszennyező anyag: a szén-dioxidnál kb. 300-szor „hatékonyabb” üvegházhatású gáz, és még a sztratoszférikus ózon elbontásában is komoly szerepe van: jelenleg ez a legnagyobb mennyiségben kibocsátott ózonréteg-károsító anyag.

A dinitrogén-oxid légköri koncentrációja a mérések szerint az ipari forradalom előtti 270 ppbv-ről 2012-re 324 ppbv-re nőtt. Ez az érték évente kb. 0,6 ppbv-vel növekszik. (A ppbv a parts per billion by volume rövidítése, a térfogatszázalékkal analóg egység, de nem századrészt, hanem milliárdodrészt jelent.) A kutatók úgy vélik, hogy a növekedés oka elsősorban a nitrogénműtrágyák egyre bővülő használata, ugyanis mind a nitrifikáció, mind a denitrifikáció során képződik bizonyos mennyiségű dinitrogén-oxid is. Becslések szerint évente 18,8 Tg nitrogén kerül dinitrogén-oxid formájában a levegőbe. (1 Tg [teragramm] = 10^{12} g)

- a) *Sorold fel a dinitrogén-oxid három gyakorlati alkalmazását!*
- b) *A nitrifikáció lényege az ammóniumion enzimatikus oxidációja a levegő oxigénjével. Írd fel a dinitrogén-oxid ilyen módon történő képződésének egyenletét!*
- c) *Mekkora a légkör ppbw-ben kifejezett dinitrogén-oxid-koncentrációja? (A ppbw – parts per billion by weight – a ppbv-vel analóg, de nem térfogat-, hanem tömegarányt fejez ki.)*
- d) *Mekkora tömegű dinitrogén-oxidot tartalmaz ma a Föld légköre?*

e) *Évente hány tonna dinitrogén-oxid kerül a levegőbe?*

A Föld légkörének teljes tömege $5,15 \cdot 10^{18}$ kg. Élünk azzal a durva közelítéssel, hogy a Föld légkörének legalsó 30 km-es rétege – amely a teljes tömeg több, mint 99 %-át tartalmazza – teljesen átkeveredik, ezért itt az összetevők aránya, így a dinitrogén-oxid koncentrációja is állandó.

(Zagyi Péter)

K174. A pirotechnikában elterjedten használnak olyan keverékeket, amelyek begyújtva rövid ideig tartó, de igen intenzív fénykibocsátásra képesek. Ezekben mindig található valamilyen nagyon finom szemcseméretű reakcióképes fém (általában alumínium, magnézium vagy magnálium: az előbbi két fém ötvöze) és egy oxidálószer (pl. kálium-perklorát vagy bárium-nitrát). A kálium-perklorátból kálium-klorid, a bárium-nitrátból bárium-oxid és nitrogén keletkezik a reakció során.

- Írd fel a kálium-perklorát és az alumínium, valamint a bárium-nitrát és a magnézium között lejátszódó reakciók egyenletét!*
- Mi a tömegszázalékos összetétele a sztöchiometrikus összetételű $KClO_4/Al$ és $Ba(NO_3)_2/Mg$ keverékeknek?*
- Egy keverékre, amely kálium-perklorátot és magnáliumot tartalmaz, 63,3 tömegszázalék $KClO_4$ -tartalom a számított sztöchiometrikus összetétel. Számítsd ki a felhasznált magnálium tömegszázalékos alumíniumtartalmát!*

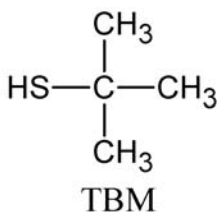
A gyakorlatban használt keverékek általában nem sztöchiometrikus összetételűek. Ha fémfelesleget tartalmaznak, akkor az égés során kialakuló igen magas hőmérsékleten a fölös fém elszublimál, és a levegő oxigénjével reagál.

- Számítsd ki, hogy egységnyi tömegű keverékből melyik esetben szabadul fel több hő: ha a $KClO_4$ és a Mg sztöchiometrikus arányban van jelen, vagy ha a szükségesnél 10 %-kal több a magnézium?*

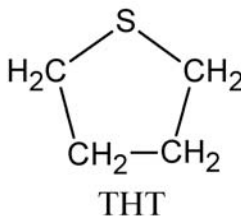
A képződéshők: $\Delta_k H(KClO_4, sz) = -433$ kJ/mol; $\Delta_k H(KCl, sz) = -437$ kJ/mol; $\Delta_k H(MgO, sz) = -602$ kJ/mol

(Zagyi Péter)

K175. Közismert, hogy a vezetékes gázt jellegzetes illatú anyagok hozzáadásával szagosítják a gázszivárgás felismerésének megkönnyítésére. A jelenlegi szabvány szerint a vezetékes gáz szagát még akkor is egyértelműen érezni kell, ha százszoros térfogatúra „hígult”. A szagosításhoz terc-butil-merkaptánt (TBM) és tetrahidro-tiofént (THT) használnak.



TBM



THT

A TBM esetén 3 ppbv, míg a THT esetén 4 ppbv az a minimális koncentráció, amelynél már határozottan érezhető és azonosítható a szaguk szobahőmérsékleten. (1 ppbv = $1/10^9$ térfogatrész.)

a) 1 m^3 földgázhoz hány mg TBM-et, ill. THT-t kell adagolni ahhoz, hogy a szagintenzitás megfeleljen a szabványnak?

Egy alkalommal állítólag úgy próbált néhány ember észrevétlenül bejutni egy társasházi lakásba, hogy kevés folyékony TBM-et öntöttek ki, és a kialakuló erőteljes gázszag miatt ki kellett üríteni az egész épületet.

b) Egy kis ampulla (5 ml) folyékony TBM elpárologva elvileg maximum hány m^3 25°C -os, 1 bar nyomású levegőben képes gázszagot okozni? (A TBM sűrűsége $0,8 \text{ g/cm}^3$.)

(Zagyi Péter)

Feladatok haladóknak

*Szerkesztő: Magyarfalvi Gábor és Varga Szilárd
(gmagyarfa@chem.elte.hu, boyle83@gmail.com)*

A formai követelményeknek megfelelő dolgozatokat 2012. november 5-ig postára adva (az internetes nevezés is szükséges!) a következő címre várjuk:

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

H171. Régebbi kémia tankönyvekben széleskörűen használták a *standardállapot* kifejezést a gázokra: ez alatt azt értették, hogy a kérdéses gáz 25 °C hőmérsékletű és 1 atm (101 325 Pa) nyomású. Manapság a *standard légköri nyomás* fogalom használatos, és általában 101 325 Pa értéknek feleltetik meg.

A tudományos életben jelenleg nem létezik egyértelmű definíció sem a standardállapotot, sem a standardnyomást illetően. A IUPAC (Tiszta és Alkalmazott Kémia Nemzetközi Szervezete) például 0 °C-ot és 100 kPa-t (1 bart) javasol a gázok standard hőmérsékletére és nyomására, míg négy másik, szintén használatos definíció a 0 °C / 1 atm, 20 °C / 1 atm, 25 °C / 1 bar, valamint a már említett, régebbi tankönyvekben előforduló 25 °C / 1 atm. Látható tehát, hogy a standardállapot és a standardnyomás kifejezések használata a konkrét értékek megadása nélkül nem egyértelmű, és bonyodalmakhoz vezethet.

Egy kémia tanár feladatkitűzéskor csak a régi, tankönyvi definícióra gondolt. Egy egyszerű feladatban, amelyben megadta egy kétkomponensű gázelegy összetevőit (az egyik a szén-dioxid volt), az egyik kérdés így szólt:

„A gázelegy sűrűsége standardállapotban 1,231 g/dm³. Számítsd ki a tömegszázalékos összetételét!”

Javítás közben ismerte fel, hogy ha valaki a standardállapot egy másik meghatározását alkalmazza, eredménye számottevően eltérhet az általa kiszámítottól, sőt előfordulhat, hogy a feladatnak nem is lesz megoldása, ellentmondásra vezet.

- A szén-dioxid mellett milyen gáz szerepelhetett a feladatban?*
- Mi volt a tanár által kiszámított összetétel, és milyen eredményeket kellett még helyesnek elfogadnia?*

(Zagyi Péter)

H172. Oldatok és elegyek összetételét sokféle mennyiséggel jellemezhetjük. A leggyakrabban használt összetételi változók és mértékegységeik: koncentráció (mol oldott anyag/dm³ oldat), tömegkoncentráció (g oldott anyag/dm³ oldat), Raoult-koncentráció (mol oldott anyag/kg oldószer), tömegszázalék, térfogatszázalék, mólszázalék.

Milyen esetben fordulhat elő, hogy két változó számértéke (a fenti mértékegységekben) megegyezik? Próbáljunk valós példákat (szobahőmérséklet közelében) találni! Előfordulhat-e, hogy három jellemző számértéke megegyezzen?

(Magyarfalvi Gábor)

H173. Egy oxidásványról az alábbi információkat tudjuk:

- oxigéntartalma 31,64 m/m%;
- az oxigénen kívül két fémes elemet tartalmaz 1:1 anyagmennyiség-arányban;
- a két fém rendszámának különbsége 4.

a) *Számítással határozd meg az ismeretlen vegyület összegképletét, valamint add meg ásványtani nevét!*

Ezt az oxidot klórgázzal és szénnel reagáltatva szén-monoxidhoz, valamint egy-egy fém-halogenidhez jutunk, melyek közül az egyik szintelen, a másik sötétsárga.

b) *Írd fel a reakció rendezett egyenletét!*

c) *Az egyik képződő halogenid – halmazállapotát tekintve – szokatlan tulajdonságot mutat. Mi ez, és mi a magyarázat erre? Hogyan lehetséges, hogy a vizsgált fém-fluoridja – noha moláris tömege a legkisebb – magasabb olvadáspontú, mint a többi halogenidje?*

Az előző folyamat az egyik fém elterjedt előállításának első lépése.

d) *Melyik fémé? Hogyan nevezik ezt az előállítási módszert? Hogyan lehet folytatni a folyamatot (azaz előállítani az elemi fémét)?*

(Varga Bence)

H174. Ismerjük az alábbi reakció sebességi együtthatóját 25 °C-on:



a) *Mekkora a $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ reakció sebességi együtthatója 25 °C-on?*

b) *1 pohár (2,5 dl) vízben 1 másodperc alatt hány darab vízmolekula vesz részt az előbbi egyenlet szerinti autoprotolízisben?*

Gyakran olvashatjuk kémiakönyvekben a következő állítást: Az etil-alkohol a víznél is gyengébb sav, ezért nátrium-hidroxiddal nem lép reakcióba.

- c) Kézikönyvekben az etil-alkohol pK_s értékére 15,5 vagy 15,9 értéket találunk. Valóban gyengébb sav, mint a víz?
- d) Az etil-oxónium-ion pK_s értéke hozzávetőleg $-2,4$. Határozd meg az „alkoholionszorzat” értékét 25°C -on!
- e) Egy vizes oldat egyaránt $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációban tartalmaz etil-alkoholt és nátrium-hidroxidot. Az etil-alkohol-molekulák hány százaléka van deprotonált állapotban az oldatban?

(Zagyi Péter)

H175. A Kozmikus Baleseteket Kivizsgáló Intézet (KOBALKIVI) szakemberei felkérték arra, hogy a Szaturnusz Titán nevű holdjára küldött kutatószondát ért szerencsétlenség okait tárják fel. A légénység nélküli járművel landolás után néhány perccel megszakadt minden kapcsolat. A Titán szirénjei közleményben tudatták, hogy a szonda egy folyékony metánnal teli tóban úszva jéghegynek ütközött. Pirx kapitány néhány hónappal az eset után érkezett a helyszínre, jelentése szerint a felszíni hőmérsékletet 128 K -nek, a légnyomást 154 kPa -nak mérte. A légkört nagyrészt nitrogén, kisebbrészt metán alkotta. A szonda sérülései emlékeztették őt a Titán szirénjeinek egyik kedvenc fegyvere, a kaontorpedó becsapódásának nyomaira. A jármű megtalálási helye hasonlított ugyan egy kiszáradt tófenékre, de a legközelebbi tó ezer kilométernél is messzebb volt. A sérült műszerekből sikerült néhány adatot kinyerni, ezek szerint közvetlenül a baleset előtt a környezeti hőmérséklet 94 K , a nyomás 142 kPa volt. Pirx kapitány beszámolt még arról, hogy a Titán téli, hideg oldalán sok tavat látott.

A KOBALKIVI szakemberei az eset alapos tanulmányozására két kísérletsort végeztek metánnal egy speciális eszközben, amelynek 2800 cm^3 térfogatú tartályában a hőmérsékletet és a nyomást is nagyon pontosan tudták mérni. Először $64,0 \text{ g}$ metánt zártak a tartályba, $80,00 \text{ K}$ -re hűtötték, majd $10,0 \text{ J/s}$ -os, állandó sebességgel fűteni kezdték. A műszer a következő adatokat regisztrálta melegedés közben:

$t \text{ (s)}$	0	100	200	207	350	578	700	1000
$T \text{ (K)}$	80,00	85,41	90,32	90,67	90,67	90,67	95,26	105,17
$p \text{ (Pa)}$	2615	5922	11420	11702	11702	11702	20641	57186
$t \text{ (s)}$	2000	3000	4000	5000	5212	5250	5300	
$T \text{ (K)}$	127,77	142,53	153,44	161,68	164,40	167,51	171,31	
$p \text{ (Pa)}$	322674	742101	1238641	1741874	1949783	2172478	2488645	

A következő sorozatban a 64,0 g metán mellé még 1,471 g héliumot is a tartályba zártak, majd megismételték a kísérletet. Az adatok:

t (s)	0	100	200	213	300	371	500	1000
T (K)	80,00	85,29	90,10	90,74	90,74	90,74	95,49	110,74
p (Pa)	93865	103092	113840	115162	115757	116242	131718	224309
t (s)	2000	3000	4000	5000	5290	5300	5400	
T (K)	131,00	144,78	155,1	162,89	166,30	167,20	174,54	
p (Pa)	552137	1004774	1512705	2006827	2259104	2330255	2970626	

Végül a szakemberek a szonda terveit áttanulmányozva megállapították, hogy annak átlagos sűrűsége $0,34 \text{ g/cm}^3$.

Milyen következtetést vont le a KOBALKIVI jelentése a balesetről?

(Lente Gábor)

HO-85. A hidrazin (N_2H_4) egy kétértékű gyenge bázis ($K_{b1} = 8,5 \cdot 10^{-7}$; $K_{b2} = 8,9 \cdot 10^{-16}$). Kénsavval többféle összetételű vízmentes sót képezhet. (A kénsav második savi disszociációs állandója $K_{s2} = 1,02 \cdot 10^{-2}$)

- Add meg az elvileg elképzelhető vízmentes sók összegképletét!*
- Vizes oldatokból kiindulva két só állítható elő ezek közül. Melyek ezek és milyen ionokat tartalmaznak? A többi só esetében miért nem működik a vizes eljárás?*
- Mi lesz a sókból készített $0,1 \text{ M}$ koncentrációjú két oldat pH-ja?*

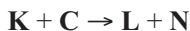
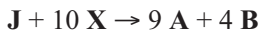
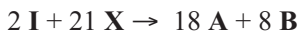
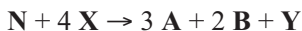
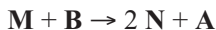
(Zagyi Péter és Magyarfalvi Gábor)

HO-86. A legtöbb izzadásgátló termék alumíniumsókat tartalmaz. Ezek a verejtékkel keveredve géles alumínium-hidroxid-csapadékot adnak, ami elzárja a verejtékmirigyek nyílását, és így csökkenti a felszabaduló izzadság mennyiségét. Az alumínium-hidroxid oldhatósági szorzata $3 \cdot 10^{-34}$. A verejték pH-ja 5 körül mozog.

- Mekkora lesz a szabad alumíniumion-koncentráció az állandónak vehető kémhatású, a csapadékkal egyensúlyban levő verejtékben?*
- Tiszta vízbe helyezve az alumínium-hidroxidot, mekkora lenne a csapadékkal egyensúlyban levő oldat pH-ja és alumíniumion-koncentrációja?*

(Magyarfalvi Gábor)

HO-87. Milyen anyagokat jelölnek a nagybetűk? Rajzold fel a szerves vegyületek szerkezetét!



- Szervetlen vegyületek: **A, B, C**.
- Szerves vegyületek: **I, J, K, L, M, N**.
- Gázalmazállapotú elemek: **X, Y, Z**.
- A **C** vegyület vizes oldata bázikus kémhatású.
- A **J** vegyület vizes oldata savas kémhatású.
- **J, K, L, M, N** fehér kristályos anyagok.
- Az **I** vegyület egy jellegzetes illatú sárga színű folyadék, amelyet elterjedten használ az illatszeripar. Forráspontján (248 °C-on) elpárologtatjuk 160 mg-os részletét egy tágulásra képes edényben. Ekkor az edény térfogata 54,1 cm³-t növekedett. A tartályban a nyomás 970 mbar volt.

(Varga Szilárd)