

A kémia kizöldül

Az ipari termelés növekedése és az új anyagok előállítása iránti igény kielégítése következtében robbanásszerűen fejlődő vegyipar világszerte súlyos környezeti károsodásokat okozott. Ez oda vezetett, hogy az emberek bizalmatlanokká váltak a vegyszerekkel, a vegyiparral és a mesterségesen előállított vegyi anyagokkal szemben, szinte társadalmi méretű kemofóbia alakult ki. Ugyanakkor a fejlődés nem állhat meg, az emberek igényei és életszínvonal-növekedése csak az ipari termelés növelésével, valamint újabb és újabb anyagok előállításával elégíthető ki. Ennek a problémának a megoldását ígéri egy új irányzat a kémiában, a zöld kémia. A zöld kémia már a kutatás és fejlesztés fázisában figyelembe veszi a jövő termékeinek és az azokat előállító folyamatoknak várható környezeti hatásait. A zöld kémia hívei és művelői szerint a környezetbarát és egészségre ártalmatlan termékek és technológiák hosszú távon a leggazdaságosabbak. Ennek eléréséhez azonban jelentős szemléletváltásra van szükség mind a kutatásban, mind a gyakorlati megvalósításban. A zöld kémia alapelveit Anastas és Warner foglalták össze az 1998-ban megjelent "Green Chemistry: Theory and Practice" (Zöld kémia: elmélet és gyakorlat) című könyvükben.

A zöld kémia 12 alapelve

1. Megelőzés: Jobb megelőzni a hulladék keletkezését, mint a keletkezése után kezelni, megsemmisíteni.
2. Maximális anyagfelhasználás: Új anyagok előállításánál, szintézisének törekedni kell a kiindulási anyagok maximális felhasználására, a melléktermékek képződésének visszaszorítására.
3. A legkevésbé veszélyes reakció keresése: Lehetőség szerint már a szintézisek tervezésekor olyan reakciókat kell választani, amelyekben a felhasznált és a keletkező anyagok nem mérgezőek, illetve a környezetre nem ártalmasak.
4. A legkevésbé mérgező anyagok tervezése: Új anyagok előállításánál törekedni kell arra, hogy a termékkel szembeni elvárások teljesítése mellett annak mérgező hatása minél kisebb legyen.
5. Környezetbarát oldószerek és segédanyagok használata: Minimalizálni kell a segédanyagok (pl. oldószerek) használatát, amennyiben mégis szükségesek, azok lehetőleg környezetbarát tulajdonságúak ("zöldek") legyenek.
6. Az energiafelhasználás csökkentése: Törekedni kell az energiafelhasználás csökkentésére, olyan szintézisek kidolgozására, amelyek közönséges hőmérsékleten és nyomáson mennek végbe.
7. Megújuló nyersanyagok használata: A vegyipari eljárások alapanyagait lehetőleg megújuló nyersanyagokból válasszuk.
8. A származékkészítés csökkentése: Kerülni kell a felesleges származékok, köztitermékek és melléktermékek előállítását.
9. Katalizátorok használata: A nagy mennyiségben szükséges reagensekkel szemben előnyben kell részesíteni a szelektív katalizátorokat.
10. Lebomló anyagok tervezése: A termékeket úgy kell megtervezni, hogy használatuk után ne szennyezzék a környezetet, és bomlásuk környezetre ártalmatlan termékekhez vezessen.
11. Állandó ellenőrzés: Új és érzékeny analitikai módszereket kell használni a vegyipari

folyamatok állandó ellenőrzésére, hogy a veszélyes anyagok képződését idejében észlelhessük.

12. A vegyipari balesetek valószínűségének csökkentése: A vegyipari folyamatokban olyan anyagokat kell használni, amelyek csökkentik a vegyipari balesetek (tűz, robbanás, káros anyagok kibocsátása) esélyét.

Milyen is egy környezetbarát kémiai reakció? A zöld kémia a kémiai folyamatokat sajátos szempontból értékeli. A hagyományos preparatív kémia egyik lényeges fogalma a kitermelés, ami megmutatja, hogy az elméletileg elérhetőhöz képest hány százalékos egy-egy előállítási folyamatban a kívánt termék képződése. Zöld kémiai szempontból viszont az ideális reakció az, amelyben a kiindulási anyagok teljes mennyisége a kívánt termékbe épül be. A kitermelés mellett tehát új vagy újabb paraméterekkel kell jellemezni egy-egy előállítás hatékonyságát. Ilyen paraméter az ún. környezeti faktor és az atomhatékonyság. A környezeti faktorról az 1 kg termékre eső hulladék tömegét adjuk meg. A zöld kémiai szempontból ideális eljárás környezeti faktora 0. Nagyon tanulságos ebből a szempontból összevetni a különböző vegyipari ágazatokat. Kiderül, hogy a legrosszabb (legnagyobb) környezeti faktorról a gyógyszergyártás rendelkezik (a környezeti faktor akár a 100-at is meghaladhatja: 1 kg gyógyszer előállítása 100 kg hulladék képződésével jár együtt!). Ugyanakkor például az olajfinomítás környezeti faktora meglehetősen jó (kb. 0,1). (Természetesen egy iparág környezetszennyező hatása nemcsak a környezeti faktortól, hanem a termelés volumenétől, nagyságától is függ.) A másik fontos paraméter az atomhatékonyság. Ez azt mutatja meg, hogy a kiindulási anyagok atomjainak hány százaléka épül be a termékbe. Minél nagyobb ez az érték, zöld kémiai szempontból annál jobb egy kémiai reakció. (Forrás: www.sulinet.hu)

a) Európában a zöld kémiát fenntartható kémiának nevezik. Fogalmazza meg röviden, hogy mi indokolta a zöld kémia létrejöttét és hogyan tükrözi a „fenntartható kémia” a zöld kémia célkitűzéseit!

b) Hozzávetőlegesen hány kg hulladék képződik az olajfinomítás során 1 tonna kőolajból?

c) A zöld kémia felsorolt tizenkét alapelve közül melyek azok, amelyek szoros kapcsolatban állnak az atomhatékonysággal? (Négyenél több sorszámot ne adjon meg!)

d) Az alábbi szerves kémiai reakciótípusok közül melyik reakciótípus alkalmazása a legelőnytelenebb az atomhatékonyság szempontjából? Miért?

polimerizáció, szubsztitúció, addíció

e) A vegyipari szintéziseknél régebben sok esetben alkalmaztak dietil-étert mint oldószert. Ma igyekeznek ezt más oldószerekkel helyettesíteni, illetve olyan eljárásokat kidolgozni, amelyek nem igényelik oldószer használatát. A zöld kémia felsorolt tizenkét alapelve közül melyik az a kettő, amely szoros kapcsolatban áll ezzel a ténnyel? (Kettőnél több sorszámot ne adjon meg!)

(2006. május)

Megoldás: (9 pont)

- a) A fogalmazásnak a következő két összefüggésre kell rávilágítani (nem szó szerint, hanem csak tartalmában):
- Az ipari termelés meggondolatlan növelése miatt bekövetkező környezetkárosodás és az ennek következtében kialakult *félelem a kémiától*. **1 pont**
 - A zöld kémia a növekedést a továbbiakban úgy irányítaná (korlátozná), hogy a környezetbarát és egészségre ártalmatlan termékek és technológiák legyenek hosszú távon a leggazdaságosabbak. **1 pont**
- b) 100 kg **1 pont**
- c) **1., 2., 8., 9.**
(Legalább két helyes válasz: 1 pont, legalább három helyes: 2 pont)
(Négyenél több sorszám megadása esetén nem jár pont!) **2 pont**
- d) A szubsztitúció. **1 pont**
Indoklás: melléktermék keletkezésével jár együtt. **1 pont**
- e) **5.** **1 pont**
12. **1 pont**
(Kettőnél több sorszám megadása esetén nem jár pont!)