

Alkalmazások

Gázfázis

VOC eltávolítása levegőből
szerves oldószer regenerálás
párolgási veszteség csökkentése
szeméttelpek gázának megkötése
légkondicionáló

higanygőz megkötése

gázmaszk

kipufogógáz megkötése (SO_x, NO_x)

gáztárolás (földgáz, hidrogén)

gázelválasztás (molekulaszita)

katalizátorhordozó

katalizátor

energiatárolás



Folyadékfázis

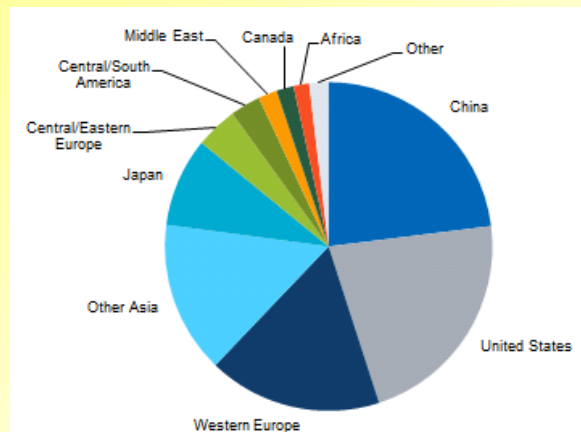
(szenny)vízkezelés
élelmiszeripar

Orvosi alkalmazások

méregtelenítés
haemoperfúzió
detoxikálás

13

Global activated carbon (AC) consumption 2016

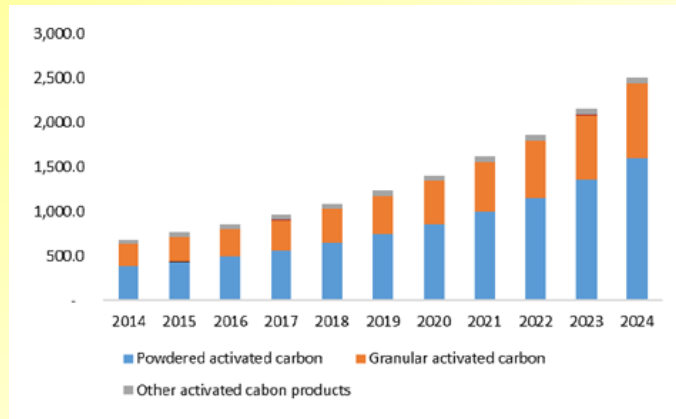


- total world capacity has grown by ~ 400,000 tons since 2012
- forecast global average annual growth rate for AC will be ca 3.5% through 2021
- water treatment 41%;
- air and gas purification 30%;
- food processing applications 14%

14

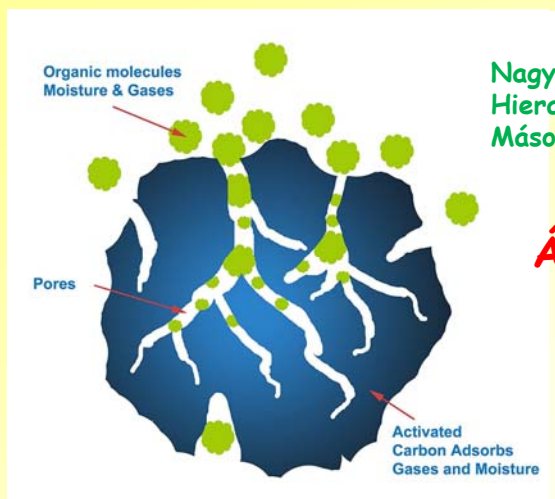
<https://ihsmarkit.com/products/activated-carbon-chemical-economics-handbook.html>

U.S. activated carbon market revenue by product, 2014 - 2024 (USD Million)



15

<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/activated-carbon-market>



Nagy fajlagos felület
Hierarhikus pórusméreteloszlás
Másodlagos kötőerők

Általános szorbens

<https://www.amazon.co.uk/DRY-PURIFYTM-Dehumidifier-Deodorizer-Charcoal/dp/B01N2G842L>

16

FÉMOXIDOK

Al, Mg, Si
(Cr, Ni,) Ti, Fe, Zn

stabilis, nagy S_A
kisebb S_A , katalitikus aktivitás

kristályos rutil, anatáz

amorf szilikagél

vízrel hidratáció és/vagy hidroxileződés
felületi hidroxil: poláros molekulákkal lehetőség specifikus kölcsönhatásra
dehidratáció: erős kationos kötőhelyek kialakulása, heterogenitás

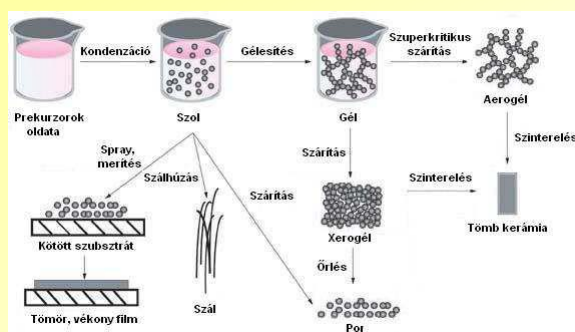


tipikus kölcsönhatás: specifikus
hidrogén-híd
Lewis elektronakceptor - donor csere

ma már kontrollálható a porozitás

17

Szol-gél módszer (solution - gel)



- **Előny:**
 - a hagyományosnál alacsonyabb hőmérsékletű reakció és kisebb energia befektetés
 - változatos formájú termékek (tömb, film, szál, por)
 - előre megtervezhető az összetétel és a mikroszerkezet
 - kontrollálható a kémiai összetétel (nagy tisztaság)
- **Hátrány:**
 - a szárítás során nagymértékű az összehúzódás (repedezések)
 - a prekursorok drágák
 - hosszú előállítási idő

18

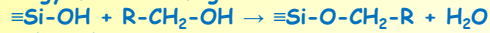
Pórusos szilika (SiO₂)

A **struktúra és a fajlagos felület az előállítástól függ** 100-200 m²/g
 35 féle természetes kristályos módosulat szol-gél eljárás
 levegőn teljes hidroxileződés (120 °C) ~800 m²/g

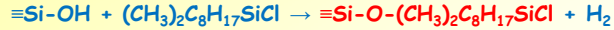


Könnyen funkcionálizálható: **Hidrofób**

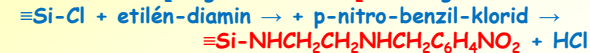
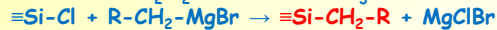
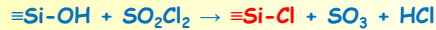
Nagy molekulatömegű alkoholokkal:



Klórszilánokkal:



Tionil-kloriddal:



Poláros felület,
vízelvónó



Alkalmazás

- **Adszorbens**
 - Szárítószer
- **Katalizátor (hordozó)**
- **Kromatográfia (réteg, oszlop)**
 - HPLC

CoCl₂

19

Zeolitok

hidratált alumínium-szilikátok $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

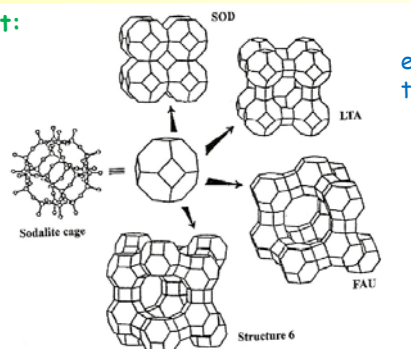
természetes
mesterséges

póruszélesség: 1,5-10 nm
600-1000 m²/g

(AlO₄) és (SiO₄) tetraéder-egységek, Si₂Al, O-en keresztül

negatív töltés - fém kationok hangolnak

Kristályszerkezet:



előnyös transzport-
tulajdonságok

J. B. Nagy, P. Bodart, I. Hannus, I. Kiricsi:
Synthesis, characterization and use of zeolitic
Microporous materials. Szeged, 1998

20

Természetes/mesterséges zeolitok



Sztilbit



Szodalit



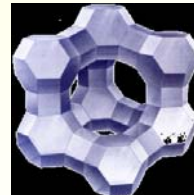
Előállítás:
bázikus közegű szol/gél reakcióval



Faujasit



Zeolit A



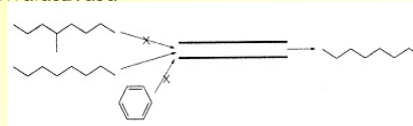
Zeolit X

21

Alkalmazások:

- Molekulaszita

- Nagyobb molekulák kizárása
- Pórusok mérete szabályozható → egységes rések
- Tulajdonságok:
 - Szelektív adszorpció
 - Nagy adszorpciós kapacitás kis koncentráció esetén is
- Gyakori alkalmazás:
 - normál-, és izo-paraffinok elválasztása



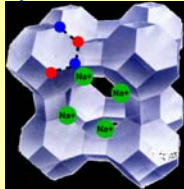
- Katalizátor

- Előny:
 - Szabályos pórusrendszer
 - Termikus stabilitás
 - Aktív centrumok
 - Nagy felület
- Először 1959: izomerizációs reakció
- 1960 Weisz és Frillette: „alak szelektív katalízis”
- Ipari alkalmazás: FCC (fluid catalytic cracking)

22

- További alkalmazások

- Ioncserélő tulajdonság
 - Vízlágyító mosópor adalék



Na⁺: 4 A molekulaszűrő
K⁺: 3 A
Ca²⁺: 5 A

- Nukleáris erőmű vizeiből ártalmas kationok megkötése
 - Mezőgazdaságban savas talajok semlegesítése
- Gáz és folyadék szárítás (25-65 tömeg% víz)
- Földgáz ill. biogáz kéntelenítés és más tisztító eljárás
- Elválasztási eljárások
 - méret- és alakkizárás (max. 1,2 nm)
 - főleg gázok
 - SO₂, N₂/O₂
- Élelmiszeripar (alkohol, koffein, zsírsavak)
- Biokémia (enzimhordozó)