



VEGYIPARI ÉS BIOMÉRNÖKI MŰVELETEK

Neptun tárgykód: BMEVEKFAMM3

Mika László Tamás

tanszékvezető, egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

laszlo.t.mika@mail.bme.hu

1

A TÁRGY CÉLJA

A tantárgy célja a vegyipari művelettan, vegyipari technológiák és bioméRNöki műveletek alapjainak és alapvető alkalmazásainak bemutatása. A kémiai és biokémiai műveletek alapvető összefüggéseinek (anyagmérleg, komponensmérleg, energiamérleg) és törvényszerűségeinek megismertetése választott kémiai és biokémiai technológiákon keresztül.

A tantárggyal kapcsolatos információk (tematika heti bontásban, aláírás megszerzésének a feltételei, vizsgafeltételek, vizsgaéRdemjegy kiszámításának módja) a tárgy hivatalos honlapján (<http://kkft.bme.hu/vebi>) elérhetőek. Ezek a félév elején kihirdetésre kerülnek és a vizsgaidőszak végéig változatlanok.

A tantárgy heti 4 óra előadás terjedelmű, amelyben a 14 oktatási hétben 9 héten a vegyipari művelettan és technológiai ismeretek (VM), 5 héten pedig a bioméRNöki műveletek és technológiák (BIO) témakörök kerülnek ismertetésre. A két témakör azonban egymással összhangban (nem 1-9 és 10-14 hét) kerülnek bemutatásra.

2

ALÁÍRÁS MEGSZERZÉSÉNEK FELTÉTELE

A tantárgyból az aláírás megszerzésének feltétele az előadások látogatása, amelyet alkalmakként katalógussal ellenőriznek az előadók. A katalógus saját kezű aláírása igazolja a hallgató jelenlétét az adott előadáson. A katalógus kitöltésekor és/vagy utána a hallgató személyazonosságának igazolására szűrőpróbaszerűen sor kerülhet.

Az a hallgató, aki az előadások minimum 40%-át nem látogatja, nem kap aláírást. A további óralátogatásért, amit szintén katalógus igazol, katalógusonként +3 pont szerezhető, ami a vizsgán elért pontszámhoz hozzáadódik és adott esetben jobb jegyet eredményez.

A bónuszpontok azonban az elégségeshez nem használhatók fel. A félév során zárthelyi dolgozat keretén belüli számonkérésre nem kerül sor.

3

VIZSGÁK

A vizsgaidőpontok száma és azok maximális létszáma a mindenkor hatályos törvényi előírások alapján kerülnek meghirdetésre. A vizsgaidőszak beosztása és a vizsgára történő jelentkezés a hallgató felelőssége. Utólagos vizsgakérelmeket nem áll módunkban elfogadni !!!

4

TELJESÍTÉSI FELTÉTELEK

A vizsgazárthelyi maximális pontszáma 100 és mind a vegyipari műveletek és technológiák (VM), mind a biomérnöki műveletek és technológiák (BIO) témakört tartalmazza. A VM rész maximális pontszáma 60, a BIO rész maximális pontszáma 40. A vizsga akkor érvényes, ha mindkét résztémakör teljesítése minimum 30%-os (VM részből minimum 18, BIO részből minimum 15 pont), és az összesített eredmény eléri a 40%-ot. Tekintettel arra, hogy a vizsga komplex (mindkét témakör ismeretanyagát méri) ismételt vizsga esetén mindkét részből ismételt vizsgát kell tenni, függetlenül a korábbi vizsgák részeredményétől.

A részpontszámok alapján a jegy meghatározása az alábbiak szerint történik:

VM < 30 % - elégtelen (1), vagy BIO < 30 % - elégtelen (1)

Összpontszám: < 40%: elégtelen (1); 40% – 54%: elégséges (2); 55% – 70%: közepes (3); 71% – 84%: jó (4); 85% < : jeles (5).

5

TELJESÍTÉSI FELTÉTELEK

- Tekintettel arra, hogy a vizsga komplex vizsga (mindkét témakör ismeretanyagát méri) ismételt vizsga esetén mindkét részből ismételt vizsgát kell tenni, függetlenül a korábbi vizsgáktól.
- A vizsgadolgozat lehetséges kérdéseit előre összeállított kérdéssor (tételsor) tartalmazza. Ezt a kérdéssort az oktatók a félév elején a hallgatók rendelkezésére bocsátják (közzéteszik a honlapon). A kérdéssor a félévben leadott anyaghoz igazodva kismértékben változhat, de legkésőbb a vizsgaidőszakot megelőző két hétben véglegesítésre kerül, további módosításokat az adott félévben az oktatók nem tesznek.
- A jegy meghatározása az alábbiak szerint történik: < 40%: elégtelen (1); 40% – 54%: elégséges (2); 55% – 70%: közepes (3); 71% – 84%: jó (4); 85% < : jeles(5).

6

FELKÉSZÜLÉS - SEGÉDANYAGOK

Az előadások látogatása előfeltétele a vizsgának, aláírás megszerzése.

Jegyzet: órai jegyzet

Facebook, wikipédia és egyéb honlapok anyaga: nem minősül hivatalos jegyzetek, az azókból tanultak okozta károkért az oktatók nem vállalnak felelősséget.

7

BEVEZETÉS A MŰVELETTANBA

8

MI JUT ESZEDBE A KÉMIÁRÓL – VEGYÉSZETRŐL - VEGYÉSZEKRŐL ?

avagy rövid közvéleménykutatás nem kémikus körökben



9

KÉMIA ITT, KÉMIA OTT, KÉMIA MINDENHOL

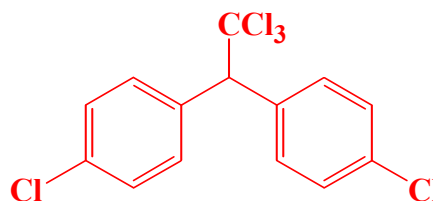


16

A KÉMIA EGYRE ROMLÓ MEGÍTÉLÉSE

Az 1950-es és 1960-as években a kémikusok azt hitték, hogy a kémia megoldást adhat a társadalom különböző szükségleteire. A nagyszámú sikeres megoldás mellett, sajnos több előre nem várt káros kimenetelű esemény is történt.

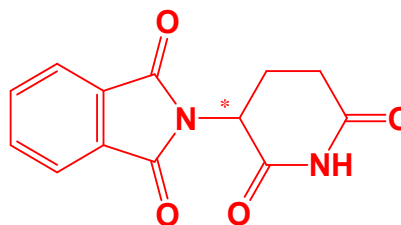
A **DDT** nevű klórozott rovarirtószer felgyülemlik madarakban. Tojásbélyék vékonyodást és más szaporodási problémákat okoz.



Carson, R. (1962).
Silent Spring. Houghton
Mifflin Co., New York.



A **Thalidomide** nevű gyógyszert terhes nők használták reggeli rosszullét tüneti kezelésére. Mintegy 10 000 gyermek rendellenességekkel született.



11

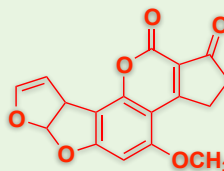
KEMOFÓBIA



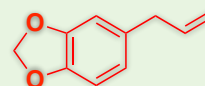
Az emberek bizalmatlanok a tudósokkal szemben. A kemofóbia jelentősen megemelkedett. Az emberek általában azt hiszik, hogy a vegyi anyagok "rosszak" és a "természetes anyagok" jobbak. Az az vélemény, hogy a "természetes" jobb mint a "kémiai" azonban megalapozatlan.

Számos természetben található vegyület káros biológia hatással rendelkezik.

A természetben található Aflatoxin B1 az egyik legerősebb rákkeltő vegyület.



A szasszafrász babérfa gyökeréből kinyert extraktumot a "root beer" nevű alkohol mentes üdítő izesítésére használják, melyből az erősen rákkeltő szafrolt el kell távolítani.



12

A kémia ellenségei pl. Food Babe és a milliós követőtábor érvrendszere nem túl bonyolult, olyan alapelvek köré rendeződik, mint

“There is just no acceptable level of any chemical to ingest, ever.”

Vani Hari, www.foodbabe.com

“A kémiai vegyületeknek nem létezik olyan alacsony szintje, ami elfogadható lenne egy ételkészletben.”

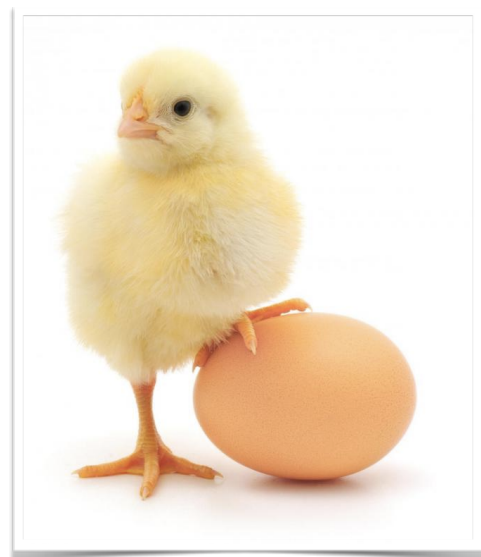
http://index.hu/tudomany/altudomany/2015/05/04/vegyulet_mereg_halal/

Food Babe-bel is előfordult már, a legemlékezetesebb eset az volt, amikor azzal riogatott, hogy a repülőgépeken a levegőből direkt kivonják az oxigént, és nitrogénnel dúsítják azt. „Ez a levegő nem tiszta oxigén, a nitrogéntartalma akár az 50%-ot is elérheti!” – szörnyülködött a cikkben Vani

Vani Hari, www.foodbabe.com

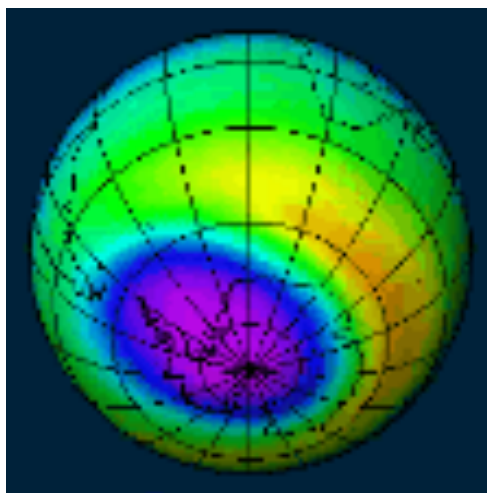
Mi jut eszébe az alábbi összetevők láttán?

Ingredients: Aqua (78.5%), AMINO ACIDS (12.6 %) (Glutamic Acid (14%), Aspartic acid (11%), Valine (9%), Arginin (8%), Leucine (8%), Lysine (7%), Phenylalanine (6%), Alanine (5%), Isoleucine (5%), Proline (4%), Tyrosine (3%), Threonine (3%), Glycine (3%), Histidine (2%), Methionine (3%), Cystine (2%), Tryptophan (1%)); FATTY ACIDS (9.9%) (Octadecenoic acid (45%), Hexadecanoic acid (32%), Octadecanoic acid (12%), Eicosatetraenoic acid (3%), Eicosanoic acid (2%), Docosanoic acid (1%), Tetracosanoic acid (1%), Octanoic acid (<1%), Decanoic acid (<1%), Dodecanoic acid (<1%), Tetradecanoic acid (<1%), Pentadecanoic acid (<1%), Heptadecanoic acid (<1%), Tetradeceonic acid (<1%), Hexadeceonic acid (<1%), Eicosenoic acid (<1%), Docosenoic acid (<1%), OMEGA-6 FATTY ACID: Octadecadienoic acid (12%), OMEGA-3 FATTY ACID: Octadecatrienoic acid (<1%), Eicosapentaenoic acid (EPA) (<1%), Docosahexaenoic acid (DHA) (<1%); SUGARS (0.8%) (Glucose (30%), Sucrose (15%), Fructose (15%), Lactose (15%), Maltose (15%), Galactose (15%); COLOUR (E160c, E160a); E306, E101; FLAVOURS: (Phenylacetaldehyde, Dodeca-2-enal, Hepta-2-enal, Hexadecanal, Octadecanal, Pentane-2-one, Butane-2-one, Acetaldehyde, Formaldehyde, Acetone; E170,



A KÉMIA EGYRE ROMLÓ MEGÍTÉLÉSE

A hűtőszekrényekben alkalmazott freonokat a kén dioxid és az ammónia helyettesítésére fejlesztették ki. Ezeknek a vegyületeknek az ózonbontó hatása nem volt előre látható.



Centre for
Atmospheric
Science

1991. október

www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/index.html

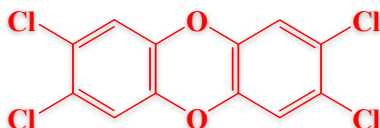
15

A KÉMIA EGYRE ROMLÓ MEGÍTÉLÉSE

A **tetraetilólmot** addig használták kopogásgátlóként benzinben, amíg ki nem derült, hogy ólommérgezést okoz és jelentősen csökkenti a gyermekek IQ szintjét.

1976, Seveso, Italy

Vegyirobbanás eredményeként több mint 10 km² területen **dioxin** szennyezése



1982, Times Beach, Missouri (USA)

Az utak melletti földek dioxinnal voltak szennyezve. 1972-ben dioxinnal szennyezett olajat használtak az utak felújítása során. A dioxin szintje 300 - 740 ppb között volt (>1ppb már veszélyesnek számít mindennapi érintkezéskor). 33 millió dollárba került az egész város megvásárlása.

1999, Belgium

Különböző hústermékek dioxinnal voltak szennyezve.

16

KÉMIAI BALESETEK

1984. december 3. Bhopal, India

A Union-Carbide cég rovarirtószert gyártó üzeméből 40 tonna metil-izocianát került a város sűrűn lakott részei fölé, melynek következményeként 3500-an meghaltak és 150000-en megbetegedtek.



1996. Október 19. University of Texas, Austin, USA

Fém nátriumot tartalmazó éghető szerves hulladék közömbösítése során a nátrium vízzel került érintkezésbe, amely súlyos tüzet okozott. Az egyetem 30.2 millió dollárt költött a kémiai tanszék tűzbiztonsági felszereltségének biztosítására

2000. Tisza

Ciánszennyezés került a Tisza folyóba.

17

KÉMIAI BALESETEK

2006. North Carolina, USA

Synthron cég butilakrilát polimerizációs üzemében kigyuladt a toluol és ciklohexán.

CSB Safety Video: Reactive Hazards



2008. Nápoly környéke

A déli Campania környékről származó Buffalo Mozzarella dioxinnal szennyezett

33 000 tonna/év Buffalo Mozzarella,
460 mUSD és 20000 munkahely

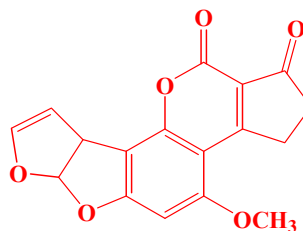


18

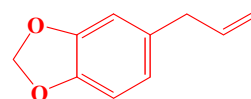
KEMOFÓBIA ???

Az emberek bizalmatlanok a tudósokkal szemben. A kemofóbia jelentősen megemelkedett. Az emberek általában azt hiszik, hogy a vegyi anyagok "rosszak" és a "természetes anyagok" jobbak. Az az vélemény, hogy a "természetes" jobb mint a "kémiai" megalapozatlan. Számos természetben található vegyület káros biológia hatással rendelkezik.

A természetben található Aflatoxin B1 az egyik legerősebb rákkeltő vegyület.



A szasszafrász babérfa gyökeréből kinyert extraktumot a "root beer" nevű alkohol mentes üdítő izesítésére használják, melyből az erősen rákkeltő szafrolt el kell távolítani.



19

A KÉMIA ÉS A REKLÁMOK

Amivel szinte minden nap találkozhatunk

„A vízkő az kalcium”

„A eltávolítja az odaszáradt szappanmaradékot”

„A bioaktív enzimek....”

„Az aktív oxigén segítségével”

„Aktív jód erejével tisztít....”



20

SOK KICSI SOKRA MEGY !!! ÉS EZ A KÉMIAÁRA KÜLÖNÖSEN IGAZ

Európa lakossága: **800** millió fő

CSAK a fele, azaz 400 millió fő mos fogat



DE ők rendesek és **naponta** 2x → **800** millió fogmosás



~ 1 mL fogkrém/fogmosás, az NEEEEEM sok



$800 \times 10^6 \times 1 \text{ mL} = 800 \times 10^6 \text{ mL} = 800\,000 \text{ liter} = 800 \text{ m}^3 \text{ fogkrém/nap}$

$800 \times 10^6 \text{ mL}$



75 mL

, azaz **10.6 millió tubus/nap** = 10.6×10^6





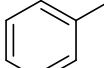
x **14**

HAJMOSÁS, TUSOLÁS, MOSOGATÁS, MOSÁS, FELMOSÁS ...

27

A MOLEKULÁK „KASZTRENSZERE”

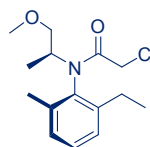
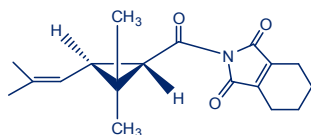
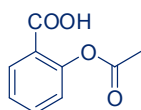
Nagytömegben gyártott „alacsony” értékű molekulák
(Bulk Chemicals)

NH_3 , H_2SO_4 , NaOH , CO , H_2 , $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$, , , 
 C_4 - C_8 olefinek, alkánok ...



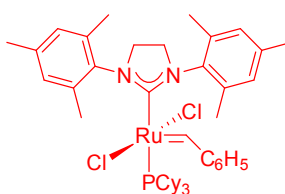
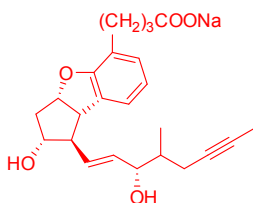
$10^6 - 10^8 \text{ t}$

Közepes, vagy relatív kis mennyiségben, nagy tisztasággal előállított,
funkcionalizált molekulák (Fine chemicals)



$1 - 10^4 \text{ t}$

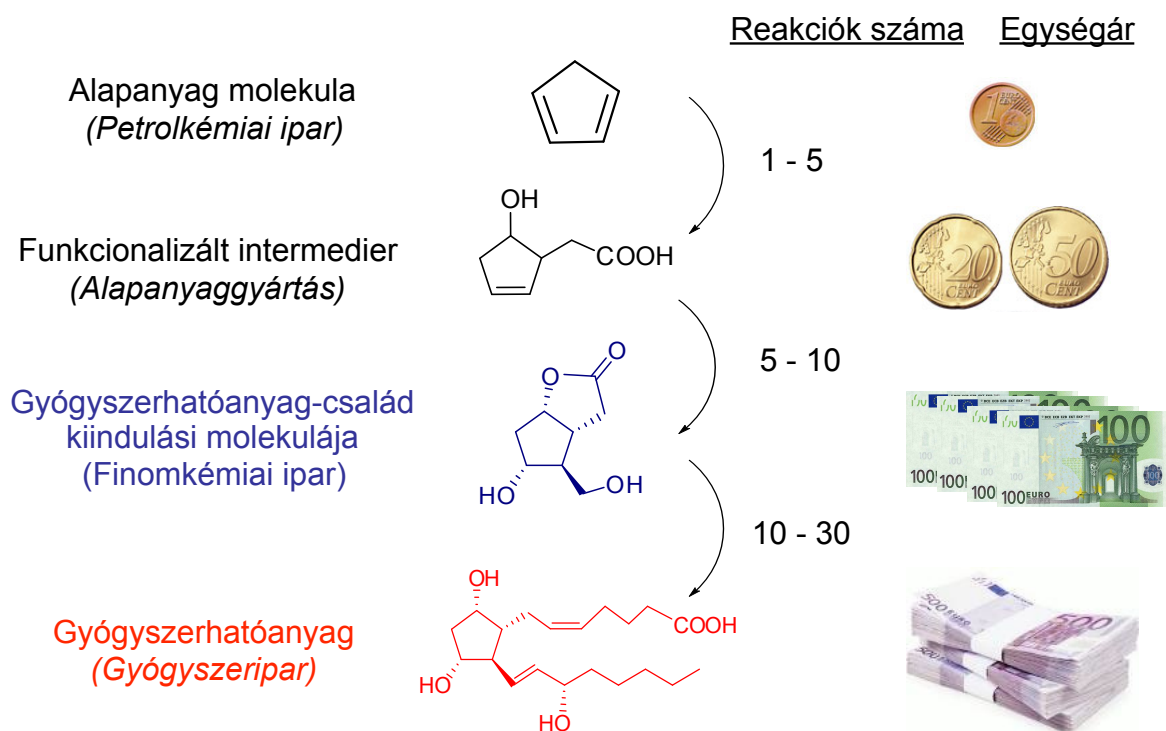
Nagyon kis mennyiségben gyártott, különleges képességekkel
rendelkező molekulák (Functional molecules)



$0.1 - 10 \text{ kg}$

28

ELŐRELÉPÉS A KASZTOK KÖZÖTT



29

KÖRNYEZETI FAKTOR

(Environmental factor, E)



$$E = \frac{\text{melléktermék mennyisége [kg]}}{\text{termék mennyisége [kg]}}$$



	Termék (tonna)	E faktor
Petrolkémiai ipar	$10^6 - 10^8$	~ 0.1
Alapanyaggyártás	$10^4 - 10^6$	1 - 5
Finomkémiai ipar	$10^2 - 10^4$	5 - 50
Gyógyszeripar	$10^1 - 10^3$	25 - 100+

R. Sheldon, *CHEMTECH*, 1994, 24, 38.

23

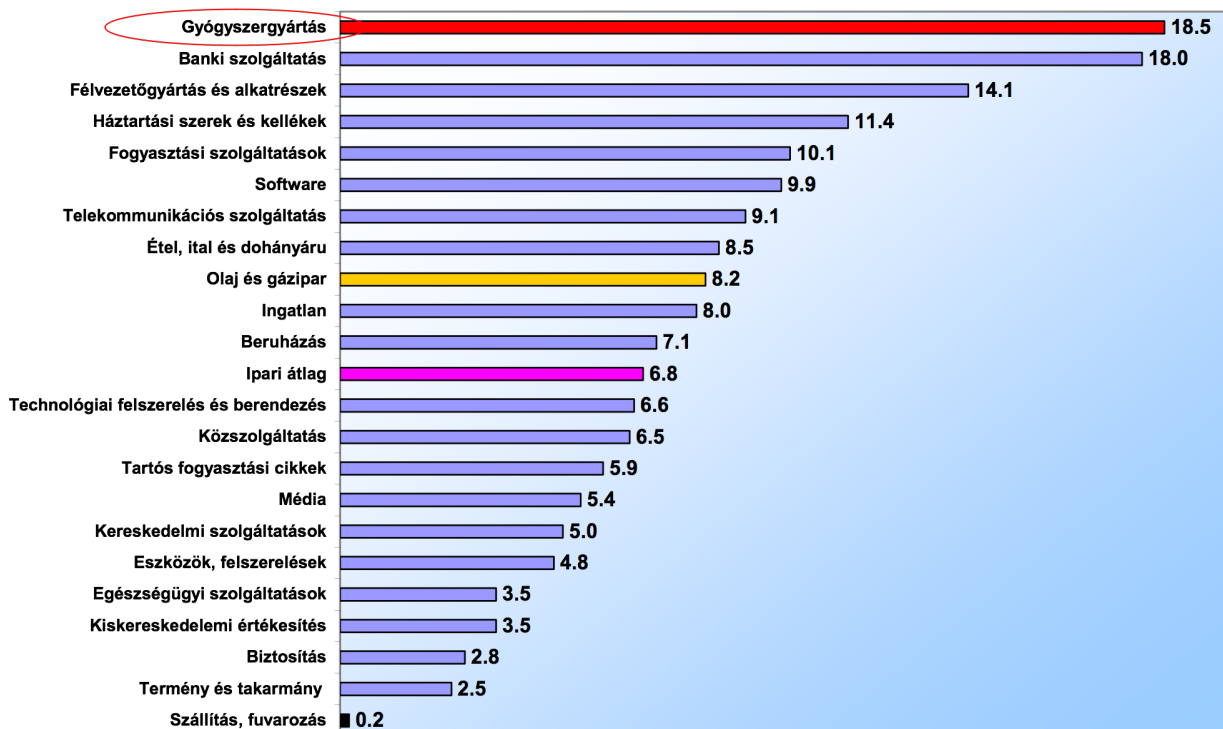
TOP 10 VILÁGCÉG - 2014

Cég	Bevétel milliárd \$	Profit milliárd \$	Tevékenység
Wal-Mart Stores	408.2	14.3	Kereskedelem
Shell	285.2	12.5	Olaj - Petrolkémia
ExxonMobil	284.7	19.2	Olaj - Petrolkémia
BP	246.2	16.6	Olaj - Petrolkémia
Toyota Motors	204.1	2.2	Motorgyártás
Japan Post Holdings	202.5	4.8	Szolgáltatás
Sinopec	187.5	5.7	Olaj - Petrolkémia
Axa	175.3	5.0	Bank
China Nat. Petrol.	165.5	10.2	Olaj - Petrolkémia
Chevron	163.5	10.4	Olaj - Petrolkémia

<http://money.cnn.com>

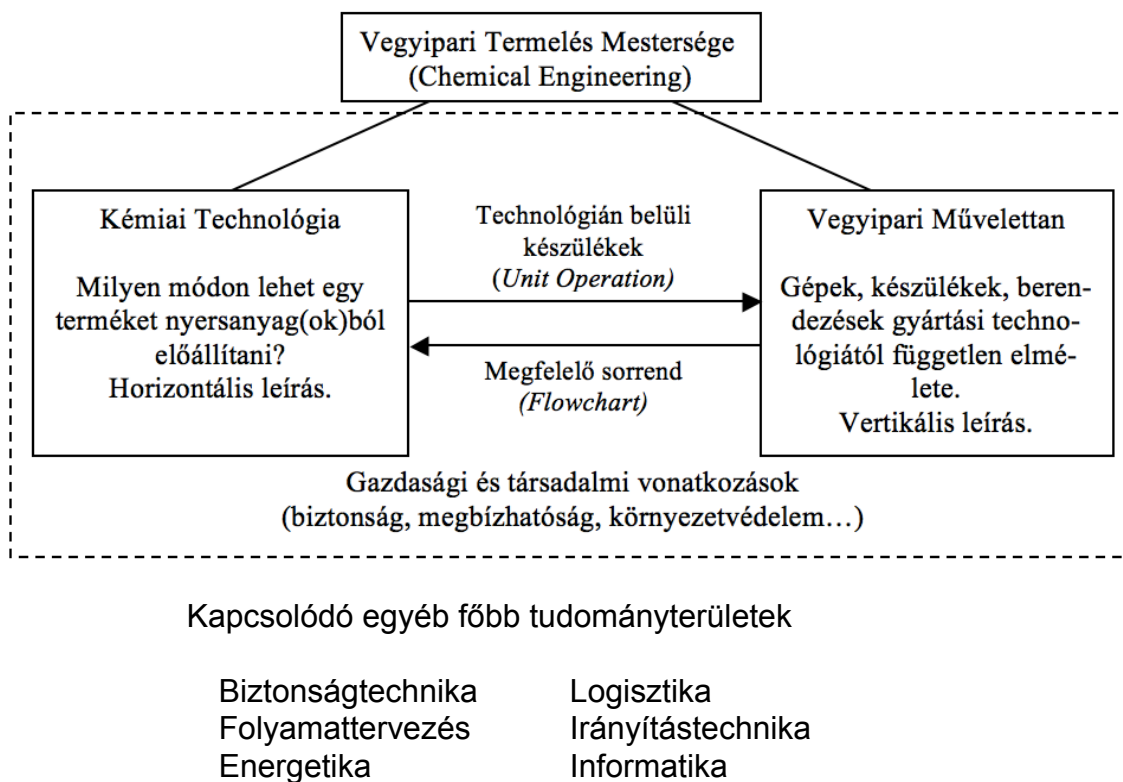
25

EGY EURÓ BEVÉTEL SZÁZALÉKOS HASZONTARTALMA



26

A KÉMIAI TECHNOLOGIA ÉS A VEGYIPARI MŰVELETTAN



27

A VEGYIPARI ÉS VELE ROKONIPARI MŰVELETEK CSOPORTOSÍTÁSA

1. Hidrodinamikai műveletek (folyadékok és gázok mozgatása)
 - Folyadékok és gázok áramlása csőben, készülékben és szemcsehalmazon,
 - Ülepítés, szűrés, centrifugálás, flotálás, fluidizáció és folyadékok keverése.
2. Hőátadási műveletek (hőterjedés és hőátadás)
Melegítés, hűtés, kondenzáció, hőcsere, bepárlás.
3. Anyagátadási (komponensátadási) műveletek
 - Egyensúlyi műveletek: desztilláció és rektifikáció, abszorpció, extrakció, adszorpció, szárítás és kristályosítás.
 - Nemegyensúlyi elválasztási műveletek: membránszűrés, mikro- és ultraszűrés, fordított (reverz) ozmózis, pervaporáció, dialízis és elektrodialízis.
4. Mechanikai műveletek
 - Szilárd anyagok előkészítése és szilárd végtermékek megmunkálása.
 - Szilárd darabos és por alakú anyagok előkészítése: aprítás, fajtázás, osztályozás, granulálás és szilárd anyagok keverése

28

A MŰVELETI EGYSÉG FOGALMA

- A művelettan alapvető fogalma a műveleti egység (unit operation), melynek alapján a vegyipari eljárások széles köre jól definiált, viszonylag kevés számú alpműveletből összeállítható.
- Első közelítésben azt mondhatjuk, hogy az elvi folyamatábrákon található egyszerű készülékszimbólumok általában egy-egy műveletet képviselnek (kolonna: desztilláció, reaktor: reagáltatás, szűrő: szűrés, kondenzátor: gőz-folyadék fázisátalakulás, stb.).
- A készülékek a legtöbb esetben műveleti egységeknek tekinthetők, de nem minden esetben azonosak annak fogalmával. Előfordulhat, hogy az elvi folyamatábrán a műveleti egység nem szerepel készülékként (pl. elágazás), vagy több, egyszerű műveleti egység alkot egy készüléket (pl. reaktorkaszád vagy rektifikálóoszlop).

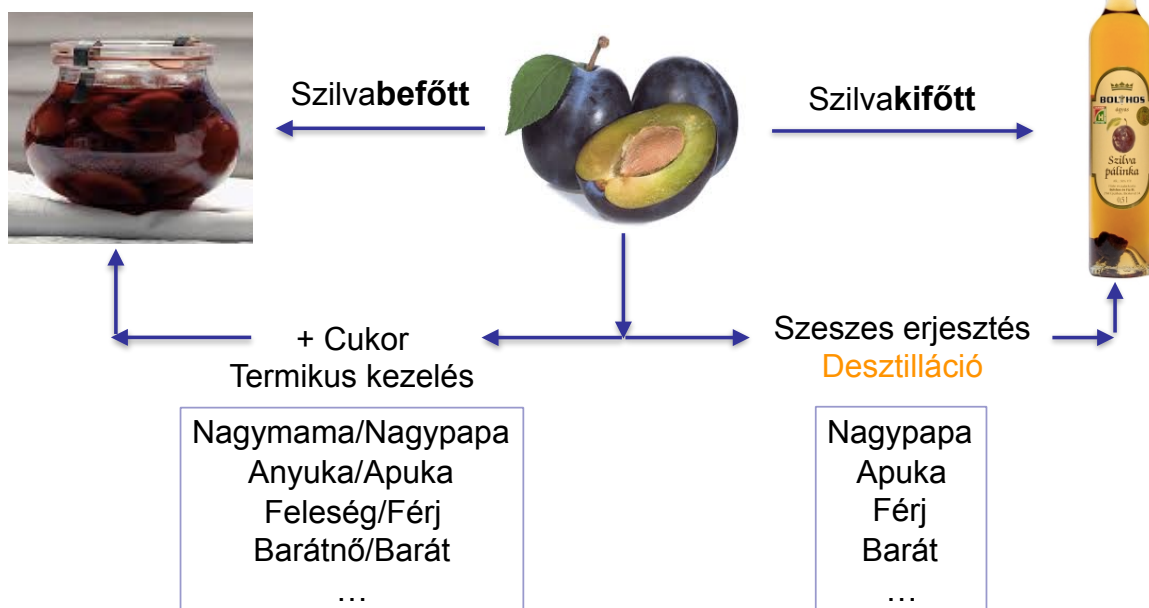
29

A MŰVELETI EGYSÉGEK CSOPORTOSÍTÁSA

1. A bennük végbemenő transzportfolyamatok alapján:
 - Mechanikus: Impulzustranszport (szűrés, aprítás, centrifugálás...)
 - Termikus: Entalpiaváltozás (bepárlás, hűtés, hőcsere...)
 - Diffúziós műveletek: komponenstranszport (komponensszétválasztási műveletek...)
2. Fázisérintkeztetés alapján:
 - Gőz – folyadék: desztilláció, rektifikáció...
 - Gáz – folyadék: abszorpció, deszorpció...
 - Folyadék – folyadék: extrakció...
 - Folyadék – szilárd: extrakció, adszorpció, ioncsere...
 - Szilárd – folyadék – gőz: nedvesítés, szárítás...
 - Folyadék – szilárd – folyadék: membránszeparáció, dialízis...
3. Üzemvitel szerint: szakaszos, félfolyamatos, folyamatos

30

DESZTILLÁCIÓ A HÁZTARTÁSOKBAN



A desztilláció az etanolgyártás nélkülözhetetlen lépése

31

A DESZTILLÁCIÓ JELENTŐSÉGE A MODERN KŐOLAJFELDOLGOZÁS KEZDETE

- **1849:** Abraham Greshner kanadai geológus: kerozin desztillálása nyers olajból
- **1852:** Ignacy Łukasiewicz lengyel gyógyszerész először használt olcsó szűrt olajat a drága bálnaolaj helyett világító lámpásokban. A világítóolajat ő is a kőolaj **desztilláció**jával állította elő.
- **1853. július 31.:** Az európai olajipar születése: Łukasiewiczet a közeli kórházba hívják világítani egy sürgősségi műtéthez. A kórház ezután 500 kg kerozint rendelt lámpásokkal!
- **1853:** Az első olajkút Európában Bóbrka, Lengyelország

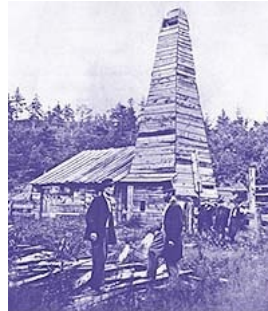


- **1853. december 30.:** Ignacy Łukasiewicz desztillációs eljárását bejegyezteti Bécsben

22

A DESZTILLÁCIÓ JELENTŐSÉGE A MODERN KŐOLAJFELDOLGOZÁS KEZDETE

- 1853 Pennsylvania, USA: Colonel Drake híres olajkútja



25 hordó / nap

- 1874, Ignacy Łukasiewicz olajmezője Bóbrka közelében



25

A DESZTILLÁCIÓ JELENTŐSÉGE A MODERN KŐOLAJFELDOLGOZÁS KEZDETE

- 1861 Ez első nagyméretű olajlepárló (desztilláló) üzem, Ploiesti, Románia



26

A DUNAI FINOMÍTÓ AV1 ÜZEME

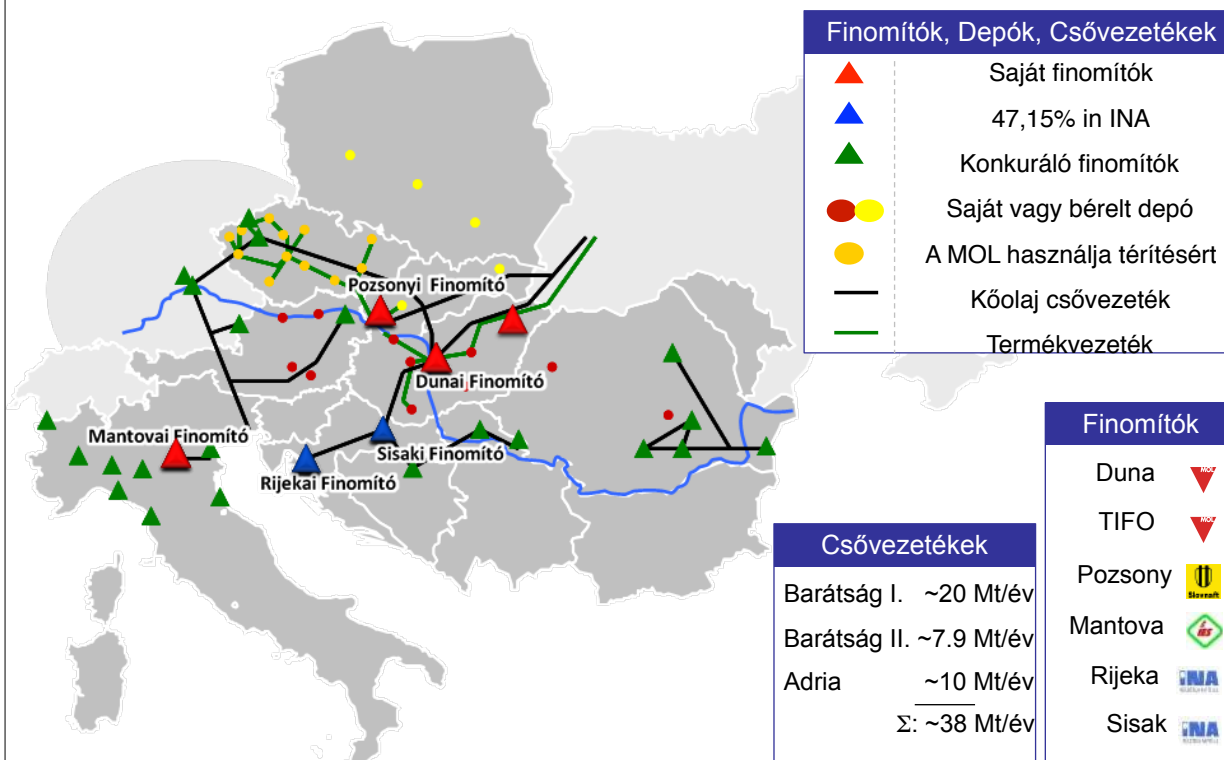


Indult: 1965-ben

Forrás: MOL, Százhalombatta

25

MOL: VEZETŐ DOWNSTREAM POZÍCIÓ KELET EURÓPÁBAN



Forrás: MOL, Százhalombatta

26

EGY FINOMÍTÓ FŐBB PETROLKÉMIAI TERMÉKEI

Termékcsoport	Termékek	Felhasználási terület
Cseppfolyós gázok	Propán, Bután, Propilén	Vegyipar, motorhajtóanyag, fűtőanyag
Motorbenzinek	ESZ 95, ESZ 98, EVO NEO	Motorhajtóanyag
Vegyipari benzin		Petrolkémiai alapanyag
Petróleum	JET	Repülőgép üzemanyag
Gázolajok	MSZ EN 590,	Motorhajtóanyag
Tüzelőolaj	DIN, ANDERES	Tüzelőanyag
Aromások	Benzol, toluol, xilol, o-xilol	Oldószerek, petrolkémiai alapanyagok
Fűtőolajok	FA 60/80, FA 60/120	Fűtőanyag
Bitumen	Útépítő bitumen Modifikált bitumen	Építőipar (aszfalt, zsindele)
Egyéb termékek	Propilén	Petrolkémiai alapanyag
	Kén	Kénsav gyártás, gumiipar
	Koksz	Fűtőanyag
	Bázisolaj	Kenőanyag gyártás
	Paraffin	Gyertya, élelmiszeripar, kozmetika

29

A VILÁG 10 LEGNAGYOBB FINOMÍTÓJA

	Finomító	Elhelyezkedés	Desztillációs kapacitás [hordó/nap]
1	Paraguana Refinig Complex	Cardon/Judibana, Falcon, Venezuela	940 000
2	SK Energy Ulsan Ref.	Ulsan, South Korea	817 000
3	Yeosu Refinery (GS Caltex)	Yosu, South Korea	750 000
4	Reliance Industries Ltd. I.	Jamnagar, India	660 000
5	Jurong Island Ref. (ExxonMobil)	Singapore	605 000
6	Reliance Industries Ltd. II.	Jamnagar, India	580 000
7	Baytown Ref. (ExxonMobil)	Baytown, TX, USA	560 500
8	Ras Tanura Ref. (Saudi Aramco)	Eastern Province, Saudi Arabia	550 000
9	Formosa Petrochemical Co.	Mailiao, Taiwan	540 000
10	ExxonMobil	Baton Rouge, LA, USA	503 500

1 hordó/nap ~ 48 tonna/év → 45 millió t/év Σ: 6 506 000

<http://petroleuminsights.blogspot.com>

38

ENERGIA

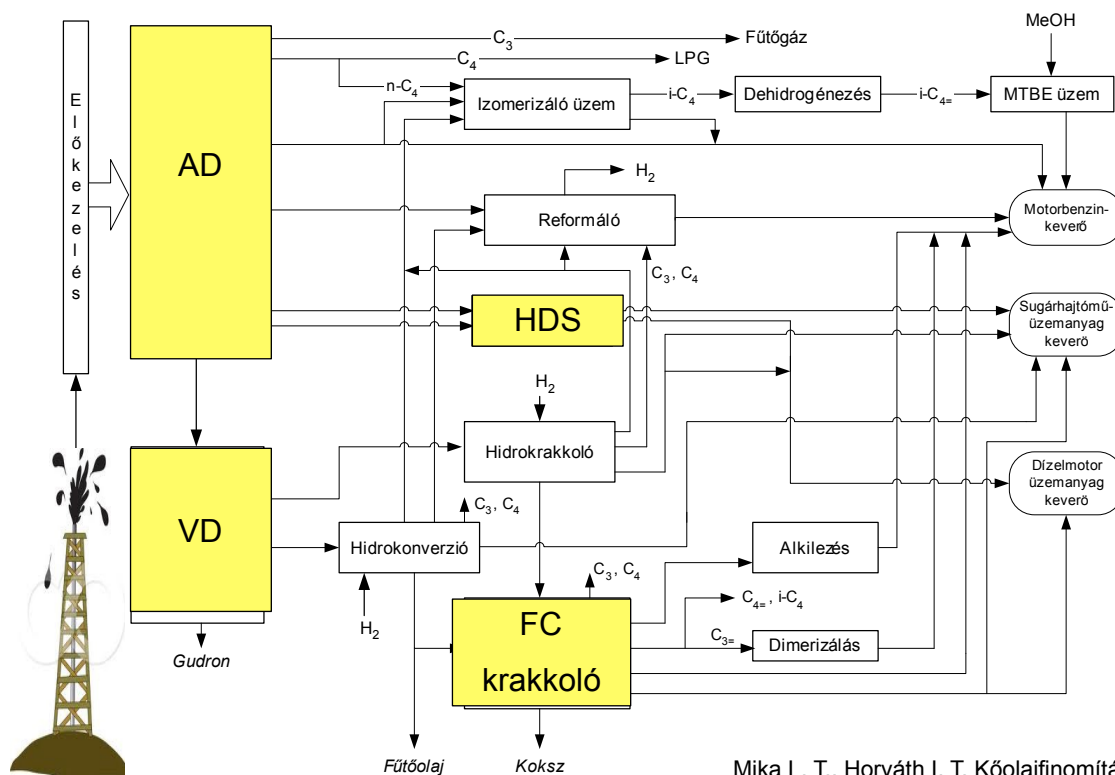


ENERGIA

Még több energia

39

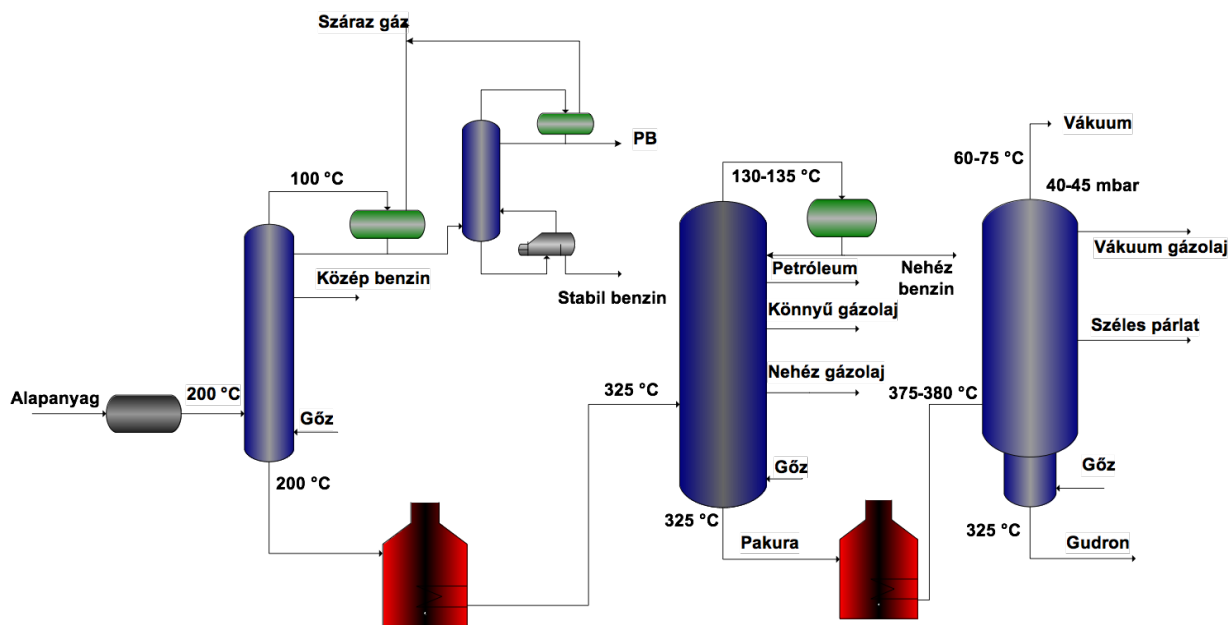
A KŐOLAJFELDOLGOZÁS FŐBB ÁLLOMÁSAI



Mika L. T., Horváth I. T. Kőolajfinomítás, *Kémia* (Szerk. Náray-Szabó G.) Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006

30

AZ ATMOSZFÉRIKUS ÉS VÁKUUMDESZTILLÁLÓ (AV) ÜZEM

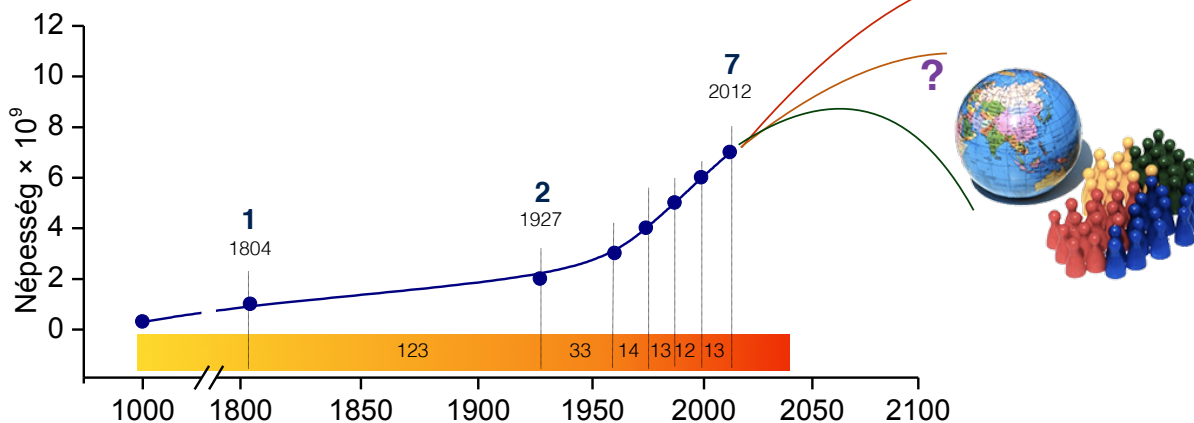


A Dunai Finomító jelenlegi desztillációs kapacitása: 8.3 millió t/év

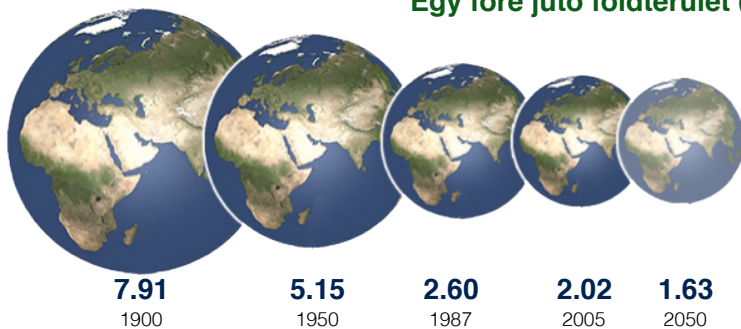
Pátzay Gy.; Tungler A., Mika L. T. *Kémiai Technológia*, Typotex Kiadó, Budapest, 2011

31

A FÖLD NÉPESSÉGÉNEK ALAKULÁSA



Egy főre jutó földterület (ha)



100 év alatt közel az ötödére csökkent !!!

Global Environment Outlook
(GEO - 2007)
United Nations Environment Programme
ISBN: 978-92-807-2836-1

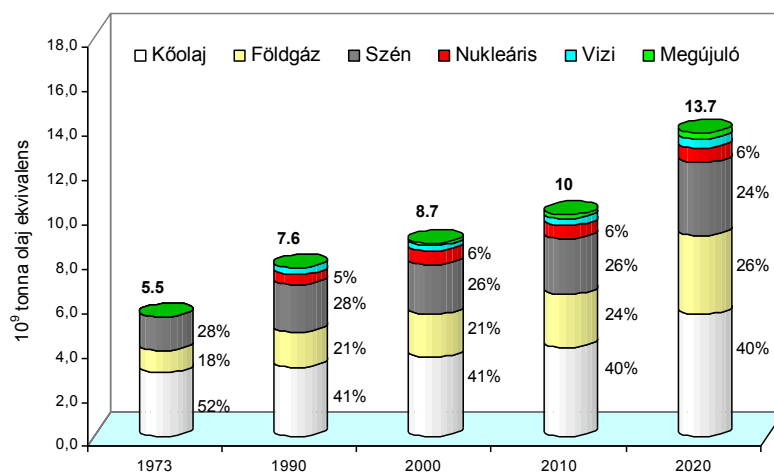
42

A VILÁG ENERGIAIGÉNYÉNEK VÁRHATÓ ALAKULÁSA

Fenntartható civilizáció

Őszinteség, sokféleség, tolerancia és egymás tisztelete

Kőolaj, kőszén és földgáz alapú energia kiváltása

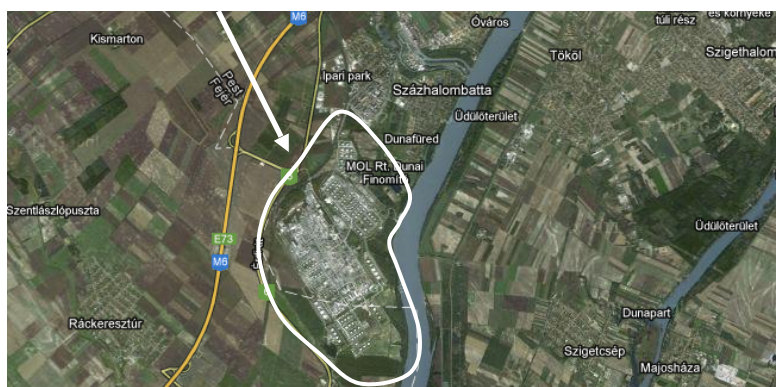


Forrás: Magyar Kémikusok Lapja, 2003, 3, 94

43

ÜZEMANYAG ELŐÁLLÍTÁS

A Dunai Finomítóban termelt üzemanyagok mennyisége



Oxygenátok
Korroziógátló
Oktánszámnövelő
...



3.3 x 10⁶ m³/év gázolaj
~ 100 liter/sec

1.8 x 10⁶ m³/év benzin
~ 60 liter/sec.



1 tank/sec

Forrás: MOL, Százhalombatta

45

HA NINCS ENERGIA

45

HA NINCS ENERGIA, AKKOR NINCS

hűtés

élelmiszer

fűtés

gyógyszer

gyógyítás

televízió

telefon

ipar

FENNTARTHATÓ ÉLET

46

AMMÓNIAGYÁRTÁS (ÁRAMLÁSTAN, ADSZORPCIÓ, KATALÍZIS)



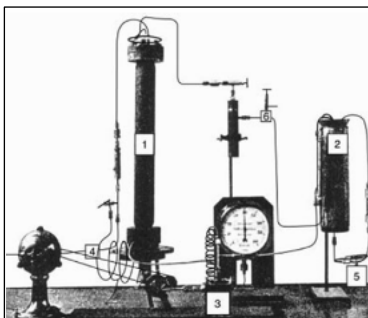
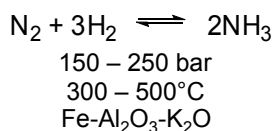
Fritz Haber
1868-1934
Nobel-díj 1918

Ammónia
szintézise
elemeiből



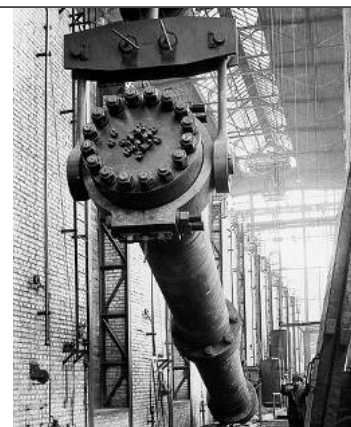
Karl Bosch
1874-1940
Nobel-díj
1931

Nagynyomású
kémia



Eredeti laborkészülék, 1909
125 mL/óra

BASF



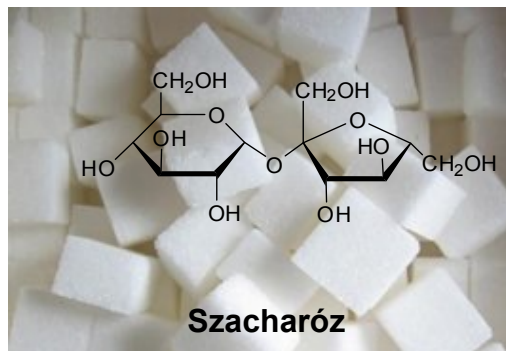
Ludwigshafen 1913

- Napjainkban: üzemszinten 2000 – 3000 t/nap
- Össztermelés: 130 millió t/év
- A világ energiaigényének 1.8 %
- **A műtrágyagyártás a föld lakosságának 1/3-ának ellátásáért felelős.**

G. Ertl, Ammonia – Heterogeneous in *Encyclopedia of Catalysis* (Ed. I.T. Horváth) Wiley, NY, 2001.

47

MELYIK MOLEKULÁT ÁLLÍTUNK ELŐ A LEGNAGYOBB MENNYISÉGBEN TISZTA ANYAGKÉNT ÉVENTE?



161 millió tonna /év



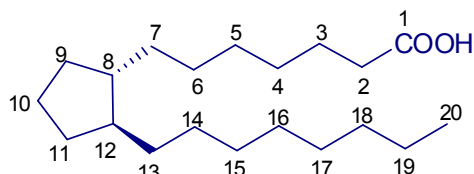
x **49**

Kapcsolódó főbb műveletek: Extrakció, Bepárlás

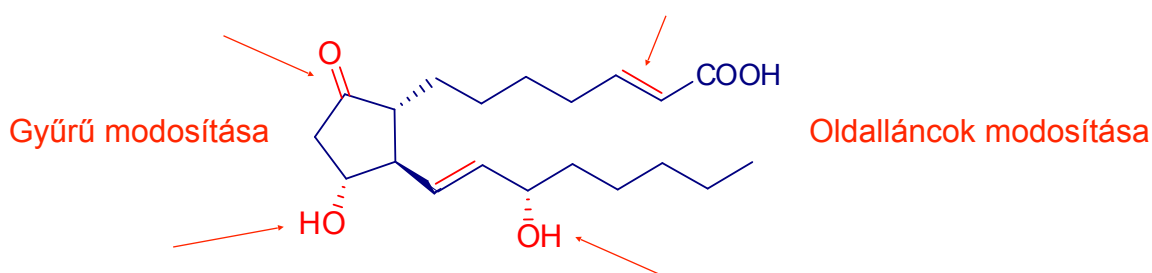
48

A PROSZTAGLANDIN GYÓGYSZERCSALÁD

- A prosztaglandinok olyan zsírsavszármékek, amelyek már igen kis mennyiségben befolyásolják szervezetünk működését.
- Közös alapvázuk egy ötös gyűrűt tartalmazó 20 szénatomos prosztánsav:

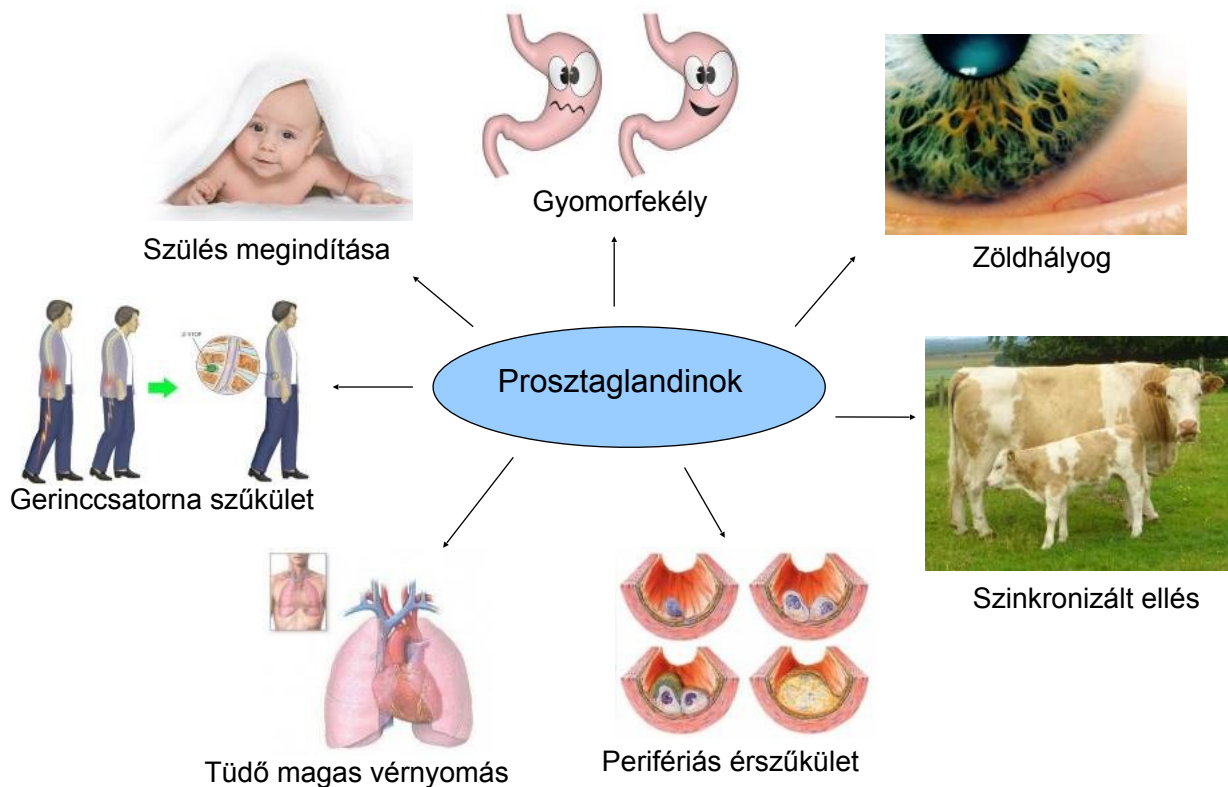


- Az alapváz módosításával igen hatékony gyógyszerhatóanyagok állíthatók elő



59

A PROSZTAGLANDINOK SZEREPE A TERÁPIÁBAN



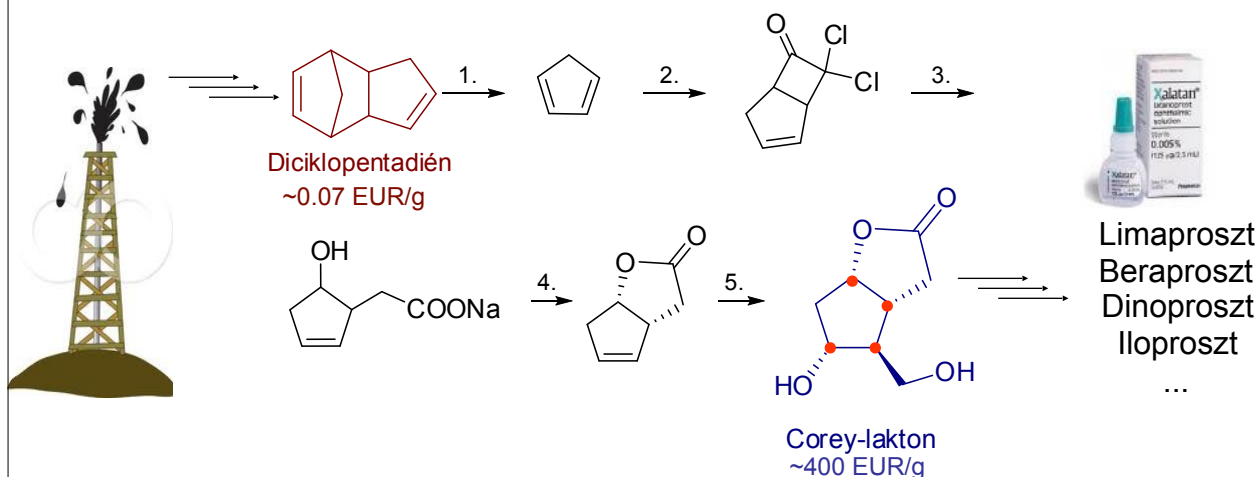
50

A COREY - LAKTON



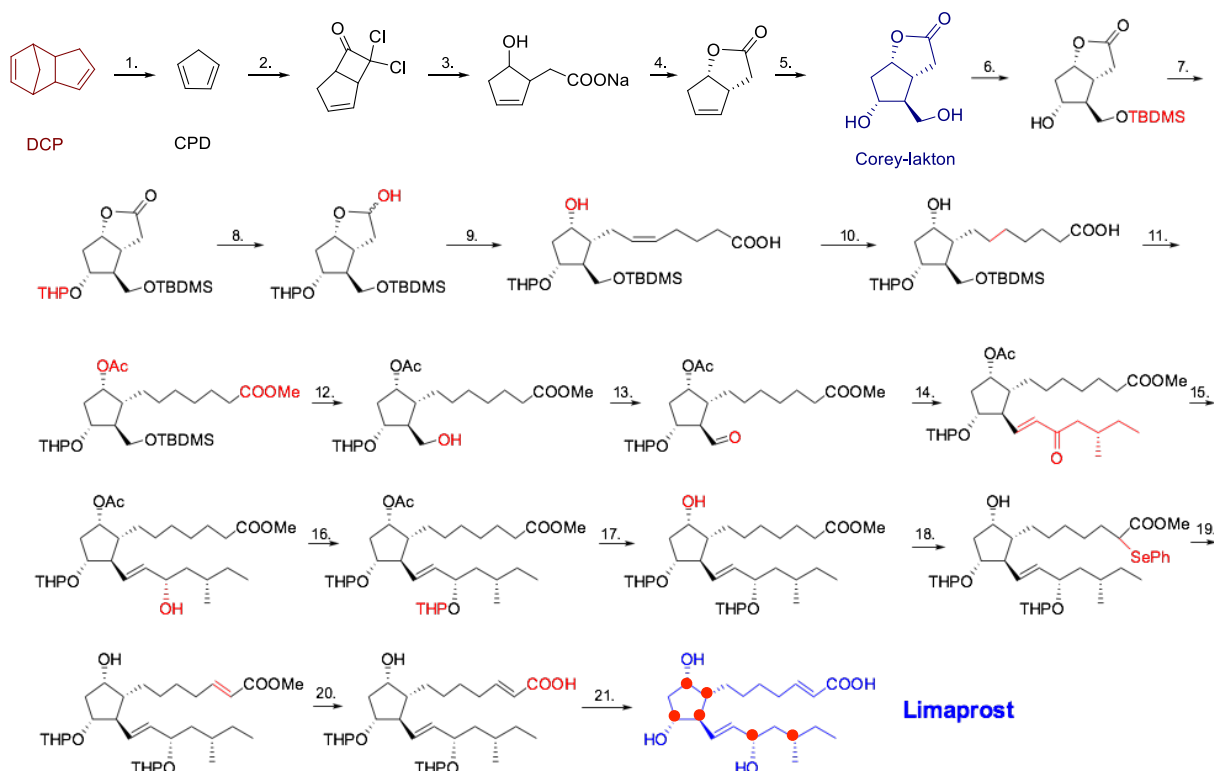
Elias James COREY
Harvard University
Nobel-díjas (1990) szerves kémikus

Kutatásai döntően hozzájárultak a proszttaglandinok hatékony szintéziséhez, a nevét viselő lakton a gyógyszer család előállításának kulcsintermedijere



52

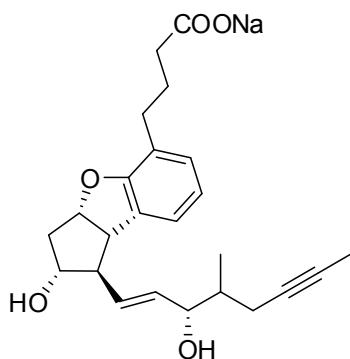
A LIMAPROSZT SZINTÉZISE



K. C. Nicolau et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2000**, 39, 44.

52

MEKKORA MENNYISÉGRE VAN SZÜKSÉGÜNK ?



Beraproszt Na

~ 7.5 kg/év

~ 12 millió €



150 000 EUR X **80**

Kiszerezés: 20 µg / tableta



A gyógyszergyártás technológiájának pontossága kulcsfontosságú!

Σ: ~ 375 millió db tableta

10 db tableta/doboz

37.5 millió doboz

~ 600 millió €



150 000 EUR X **4000**

53

MILYEN KÉSZÜLÉKEKBEN TÖRTÉNIK A GYÁRTÁS ?

Régen



53

MILYEN KÉSZÜLÉKEKBEN TÖRTÉNIK A GYÁRTÁS ?

Ma



56

MIRŐL MONDANÁNK LE ... ?

Mi történne ha elfogynának a fosszilis eredetű szénatomok ?

NEM lenne:
Közlekedés
„LaposTV”
Gyógyítás
Hűtés
Fűtés
Mobiltelefon
Internet
Teniszütő
Fényképező
Ruha
.
.

56

FLUIDUMOK ÁRAMLÁSA

57

ÁRAMLÁSTANI ALAPFOGALMAK

Fluidum (fluid): az áramló közeg, ami folyik: folyadék, gáz, gőz, heterogén rendszer

Stacionárius (steady state): a rendszer paraméterei egy adott helyen, időben nem változnak (bármely vizsgált időpontban ugyanakkorák)

Jelölések:

m	tömeg (kg)	$\Rightarrow \dot{m}$	tömegáram (kg/s, kg/h)
V	térfogat (m ³)	$\Rightarrow \dot{V}$	térfogatáram (m ³ /s, dm ³ /h)

Tömegfluxus: egységnyi keresztmetszeten egységnyi idő alatt átáramló fluidum tömege

Térfogat fluxus: egységnyi keresztmetszeten egységnyi idő alatt átáramló fluidum térfogata



$$A = \frac{D^2 \pi}{4}$$

átmérő (m)
átáramlási keresztmetszet (m²)

58

Extenzív Mennyiségek

Az **extenzív mennyiség** olyan fizikai mennyiség, amelyeknek az értéke a rendszer mennyiségétől – ami kémiai jelenségek esetén az alkotó részecskék számával arányos – azaz tőlük függ.

A fizikai mennyiségek jelentős része extenzív sajátosságú. Például: a **tömeg, az anyagmennyiség, a térfogat, az energia,**

Intenzív Mennyiségek

Az intenzív mennyiség olyan fizikai mennyiség, amelyeknek az értéke a rendszer mennyiségétől – amely a kémiában az alkotó részecskék számával arányos – független.

Az intenzív mennyiségek kiegyenlítődőek, s így meghatározó jellemzői az egyensúlynak.


Az intenzív mennyiségek hajtóerőként viselkednek a hozzájuk rendelt extenzív mennyiség áramlása számára.

A fizikai mennyiségek egy része intenzív sajátosságú. Például: a **hőmérséklet, a nyomás, a feszültség, a sűrűség**

ÁRAMLÁSTANI ALAPFOGALMAK

m	tömeg (kg)	$\Rightarrow \dot{m}$	tömegáram (kg/s, kg/h)
V	térfogat (m ³)	$\Rightarrow \dot{V}$	térfogatáram (m ³ /s, dm ³ /h)

Tömegfluxus: egységnyi keresztmetszeten egységnyi idő alatt átáramló fluidum tömege
 Térfogati fluxus: egységnyi keresztmetszeten egységnyi idő alatt átáramló fluidum térfogata



D átmérő (m)

$A = \frac{D^2 \pi}{4}$ átáramlási keresztmetszet (m²)

$v = \frac{\dot{V}}{A}$ átlagos áramlási sebesség (m/s)

63

61

FLUIDUM ÁRAMLÁSÁNAK ANYAGMÉRLEGE: FOLYTONOSSÁGI TÉTEL

Legegyszerűbb : az áramlás egy átlagos sebességgel jól leírható (egydimenziós vagy egyméretű áramlás), (csővezetékekben illetve csatornáknban áramló fluidum)

Tömegáram állandósága (ha a rendszerben levő fluidum tömege nem változik, nincs felhalmozódás vagy fogyás):

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dots = \dot{m}_i \text{ (állandó)}$$

$$A_1 \cdot v_1 \cdot \rho_1 = A_2 \cdot v_2 \cdot \rho_2 = \dots = A_i \cdot v_i \cdot \rho_i \text{ (állandó)}$$

Összenyomhatatlan (inkompresszibilis) fluidum: sűrűsége (ρ) nem változik, térfogata állandó marad.

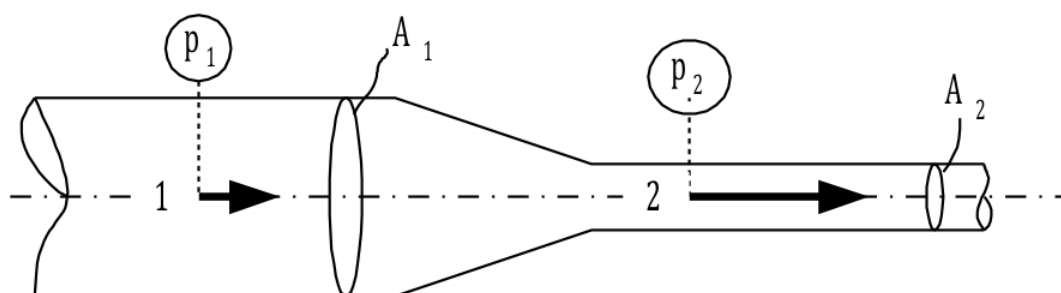
Feltétel teljesülése:

A folyadékok nem túl nagy nyomásig inkompresszibilisek (10-20 bar);

Gázoknál csak akkor, ha áramlás közben a nyomásváltozás csak néhány százalék.

62

FOLYTONOSSÁGI TÉTEL



Ha az A_1 , A_2 keresztmetszetek az áramlás különböző helyein nem egyenlők, akkor a folytonossági tétel értelmében a fluidum a szűkebb keresztmetszetben gyorsabban, a bővebb keresztmetszetben lassabban áramlik.

$$A \cdot v = \text{állandó} = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

63

OSBORNE REYNOLDS (1842-1912)



Mérnök (Cambridge)
Matematikus, fizikus (Manchester)
Tevékenysége:

- Felhők elektromos tulajdonságai
- A köd hangelyelése
- Esőcseppek, jégcseppek képződése
- Gőzgépek (impulzus- és hőtranszport)
- Turbulens áramlás (1883 - kísérlet)
- Csősúrlódási tényező és hőátadási tényező közötti kapcsolat (Reynolds-analógia)

Daniel BERNOULLI (1700-1782)

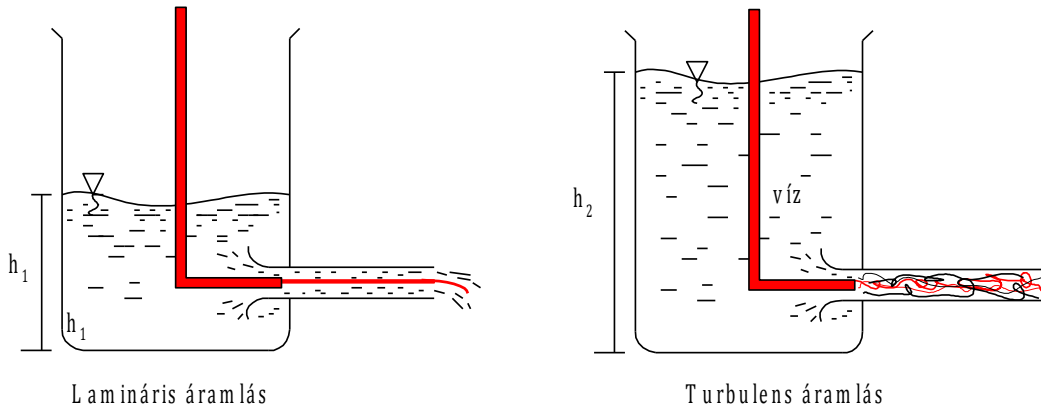


Filozófus (Basel)
Orvos (Basel, Heidelberg, Strasbourg)
Matematika és fizika érdekelte
1725 homokóra szabályozása (párizsi akadémia díja)
1738 „Hidrodynamica” (Bernoulli-egyenlet)

64

ÁRAMLÁSOK JELLEGE

Reynolds már 1883-ban ismertette a róla elnevezett kísérletet, amely a folyadékok áramlásának két alaptípusát különbözteti meg



Az áramlás jellemzésére Reynolds egy róla elnevezett dimenziómentes számot vezetett be, melynek kritikus értéke 2300**. Ezen értéke alatt lamináris, felette turbulens áramlásról beszélünk

$$Re = \frac{d \cdot v}{\nu} = \frac{d \cdot v \cdot \rho}{\eta}$$

**A szakirodalom $Re=2300$ kritikus értéket ad meg, a valóságban azonban ez az érték széles tartományon belül mozoghat. $Re \sim 2100 \dots 10000$.

65

Fluidumáramlás energiatétele: Bernoulli-egyenlet

Ha a rendszer energetikailag zárt: a rendszer nem ad le energiát a környezetének és nem is vesz fel tőle

Ideális (súrlódásmentesen áramló) fluidum mechanikai energia 3 része: magassági, nyomási, kinetikus energia.

Energetikailag zárt rendszer esetén a három energiakomponens összege állandó, ezt fejezi ki a **Bernoulli-egyenlet**.

$$h \cdot \rho \cdot g + p + \frac{v^2 \cdot \rho}{2} = \text{állandó} \left(\frac{J}{m^3} = \frac{N}{m^2} = Pa \right)$$

h – a vonatkoztatási szint feletti magasság (m)

g – nehézségi gyorsulás (9,81 m/s²)

p – nyomás (Pa)

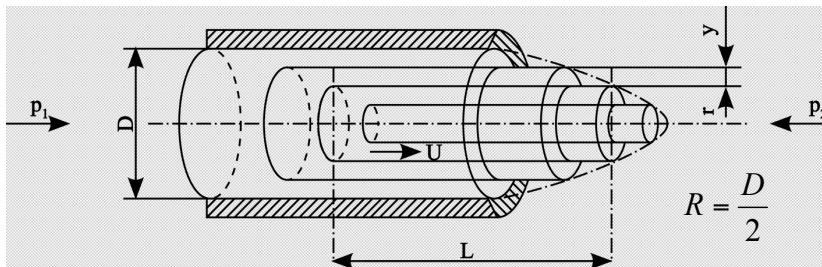
66

ÁRAMLÁS CSŐBEN

Lamináris (réteges) áramlás

A fluidum részecskék egy állandó keresztmetszetű csőben párhuzamos pályában haladnak.

$$Re < 2300$$



Az áramlás egymáson elcsúszó elemi hengerek.

A sebesség áramlást egy parabola írja le.

Hagen, 1839

Poiseuille, 1846

$$\frac{(p_1 - p_2)}{4L\eta} (R^2 - r^2) = v \quad v \text{ a sebesség az } r \text{ helyen (m/s)}$$

Sebesség maximuma a cső tengelyében van ($r=0$):

$$\frac{(p_1 - p_2)}{4l\eta} R^2 = v_{\max}$$

67

ÁRAMLÁS CSŐBEN

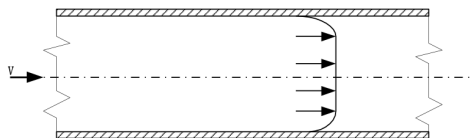
A fal közvetlen közelében ($r=R$) a fluidum áll, $v = 0$.

Átlagos áramlási sebesség:

$$v_{\text{átlag}} = \frac{v_{\max}}{2}$$

Turbulens (gomolygó, örvénylő) áramlás- nagy áramlási sebesség:

$$Re > 10^4$$



- A fluidumelemek keresztirányú, rendezetlen örvénylő mozgást is végeznek
- A fal mellett, egy vékony réteg laminárisan áramlik → film, határréteg
- A főtételekben a sebesség kismértékben változik a hely függvényében
- Kifejlett tartományban a sebesség az áramlás irányára merőleges keresztmetszet mentén állandó.

Nikuradze, 1932

$$\frac{u}{u_{\max}} = \left(\frac{y}{R} \right)^{\frac{1}{n}} \quad n = 6 - 10$$

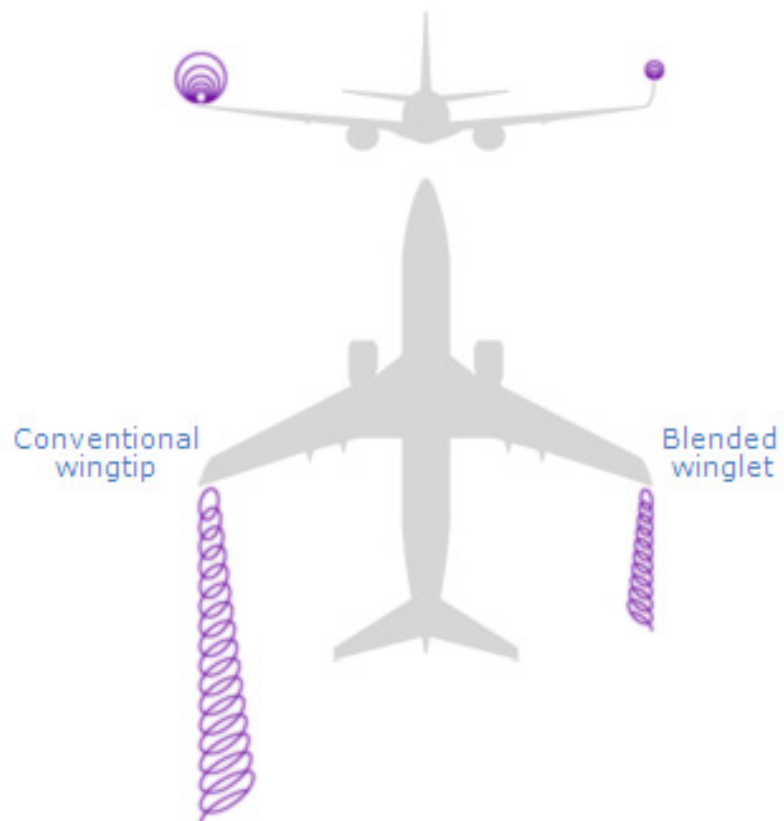
73

68

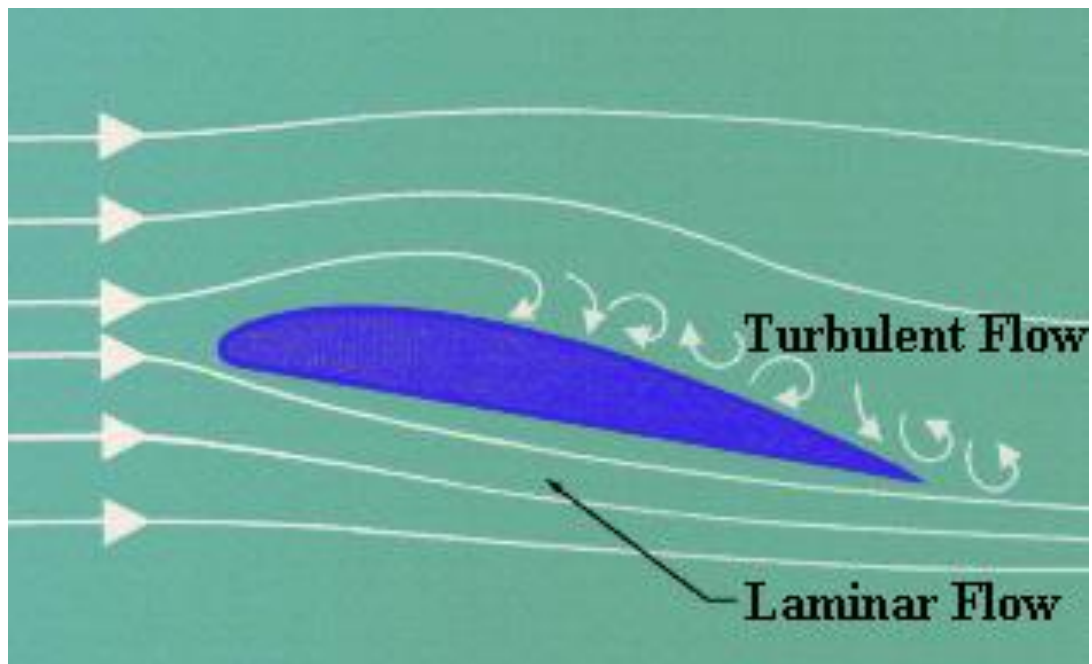
SZÁRNYVÉGI TURBULENCIA



SZÁRNYVÉGI TURBULENCIA

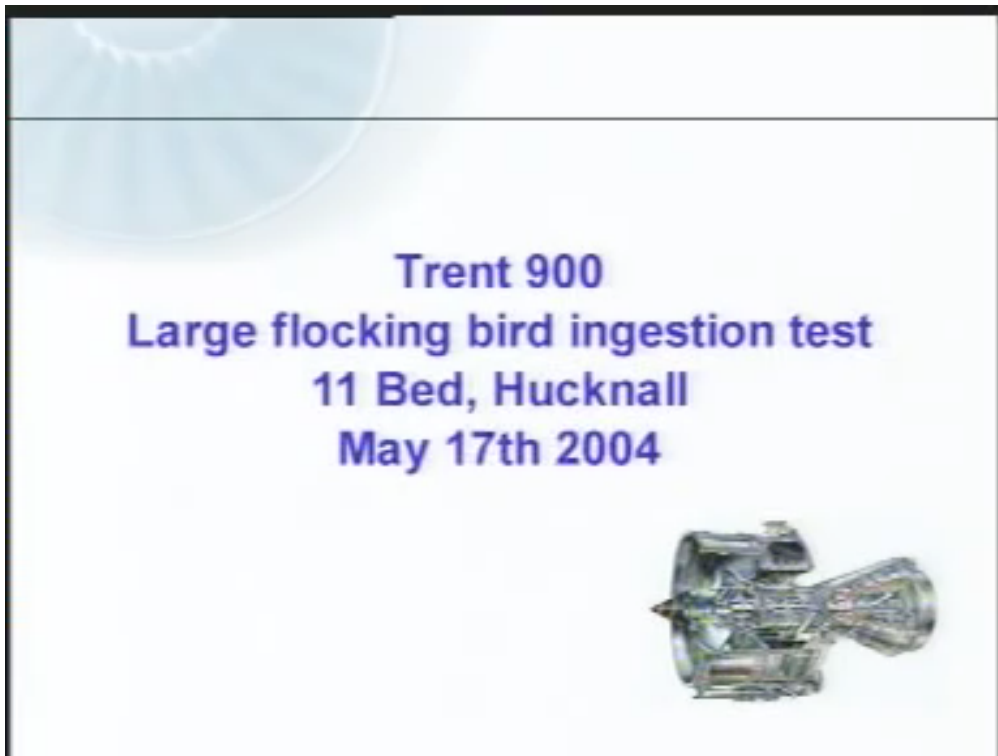


SZÁRNYVÉGI TURBULENCIA



SZÁRNYVÉGI TURBULENCIA



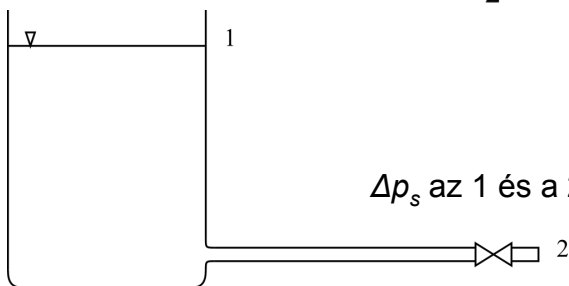


73

BERNOULLI-EGYENLET - REÁLIS FLUIDUMOK ÁRAMLÁSA

Figyelembe kell venni a csőfal és a fluidum közötti súrlódást is:

$$h_1 \cdot \rho \cdot g + p_1 + \frac{v_1^2 \cdot \rho}{2} = h_2 \cdot \rho \cdot g + p_2 + \frac{v_2^2 \cdot \rho}{2} + \Delta p_s$$



1-áramló rendszer kiindulási pontja

2- fluidum érkezési végpontja

Δp_s az 1 és a 2 pont közötti csőszakaszon létrejött súrlódási nyomásveszteség.

SÚRLÓDÁSI NYOMÁSVESZTESÉG: FANNING- EGYENLET

$$\Delta p_s = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2}$$

f – csősúrlódási tényező (-)

L – a csőszakasz egyenérték hossza (m)
 D – a cső belső egyenérték átmérője (m)

Csősúrlódási tényező (f):

- Meghatározása: különböző anyagú és minőségű csövekben különböző fluidumokkal végzett kísérletekkel;
- Az f a Reynolds-szám (Re) és a relatív érdesség (ϵ/D) függvénye;
- A csőfal érdessége (ϵ) a csőfal kiemelkedéseinek átlagos magassága.

ÁRAMLÁSTAN JELENTŐSÉGE A HÉTKÖZNAPOKBAN



75

ÁRAMLÁSTAN JELENTŐSÉGE A HÉTKÖZNAPOKBAN

vízvezetékrendszerek méretezése



Egyenes szakasz $\rightarrow L_e (1)$

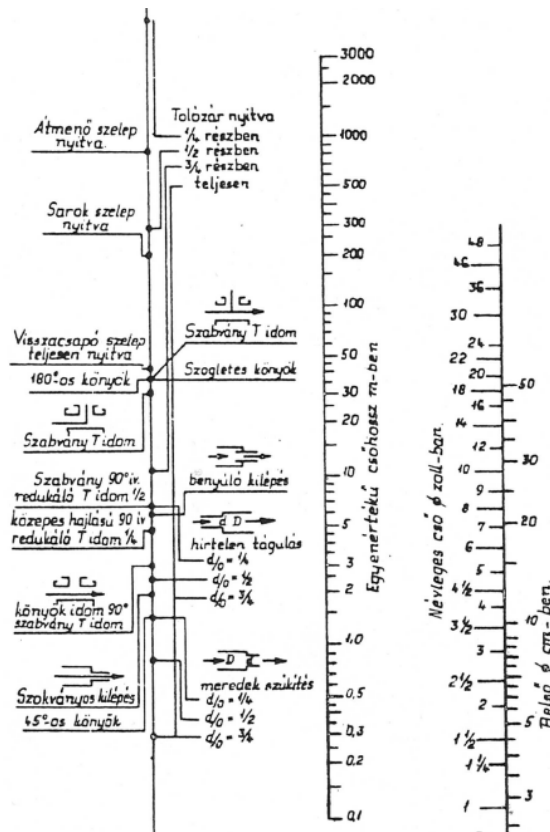
90° könyök $\rightarrow L_e (2)$

T idom $\rightarrow L_e (3)$

Az összes veszteség az egyenértékcsőhossz segítségével határozható meg

76

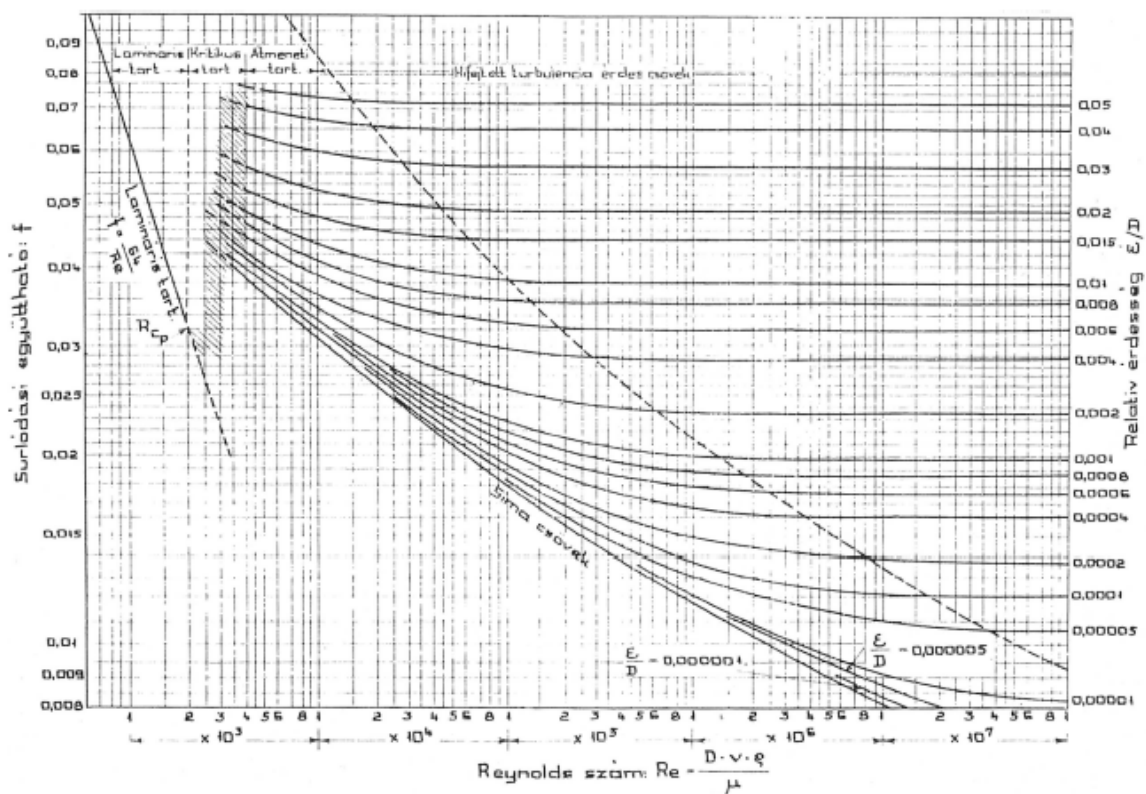
SZERELVÉNYEK EGYENÉRTÉK CSŐHOSSZA, NOMOGRAM



77

MOODY-DIAGRAM

A Re-számtól függően különböző tartományokra osztható



78

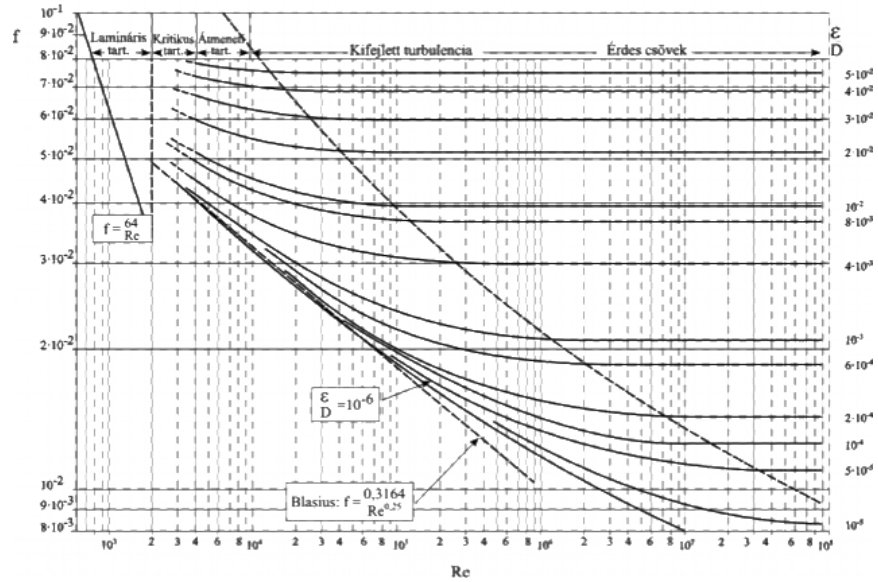
MOODY-DIAGRAM

A csősúrlódási tényező meghatározása a Re-szám függvényében

1. Re-szám meghatározása az áramlási sebesség ismeretében
2. Relatív érdesség meghatározása az anyagi jellemzők ismeretében
3. Csősúrlódási tényező értékének meghatározása $f = f(\mathcal{E}/D, Re)$

Lamináris
tartomány
 $Re < 2300$

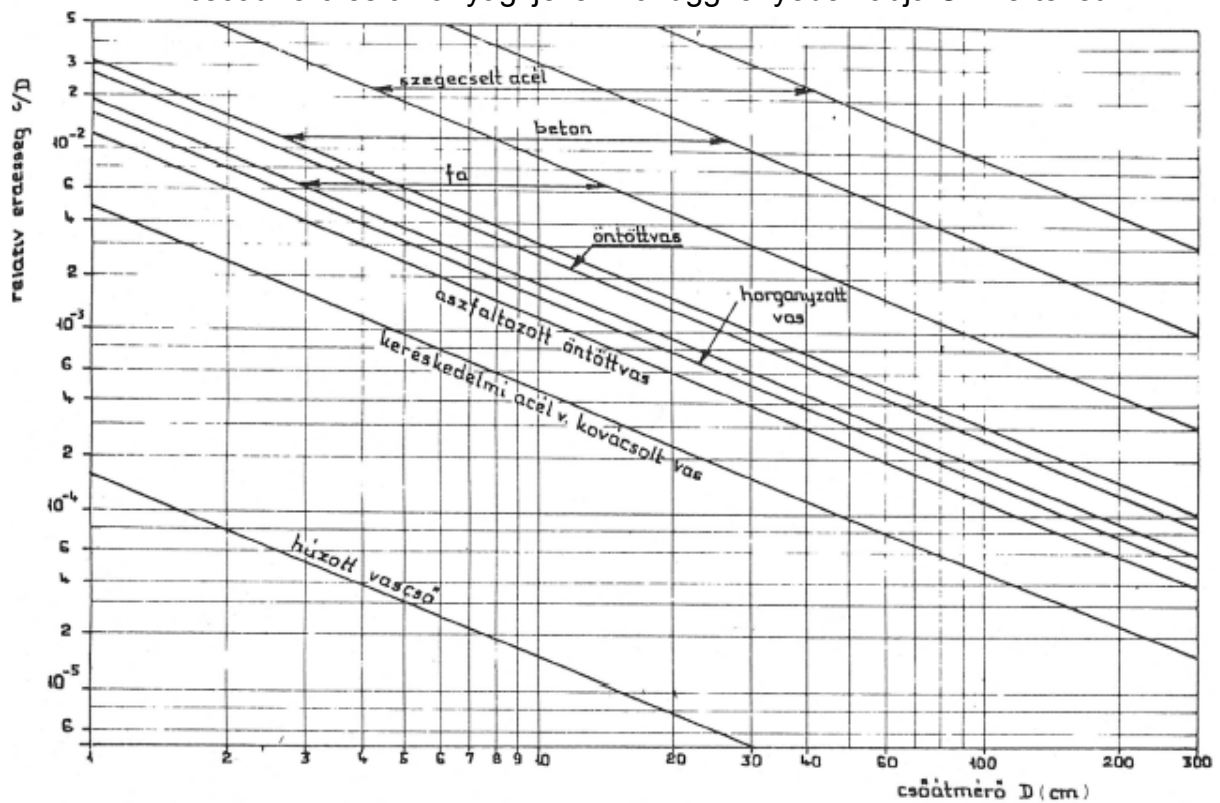
$$f = \frac{64}{Re}$$



79

SZERELVÉNYEK ÁTLAGOS (\mathcal{E}/D) ÉS RELATÍV ÉRDESSÉGE (\mathcal{E}/D)

A csőátmérő és az anyagi jellemző függvényében adja \mathcal{E}/D értékét



80

FLUIDIZÁCIÓ

$$\frac{\Delta p}{L_0} = (\rho_1 - \rho_2) \cdot g = 4 \cdot f_m \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{v_0^2 \cdot \rho_2}{2}$$

Ebből f_m kifejezhető:

$$f_m = \frac{d \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot g}{2 \cdot \rho_2} \cdot \frac{1}{v_0^2}$$

Módosított Re-szám (részecskére vonatkozik):

$$Re_m = \frac{d \cdot v_0 \cdot \rho_2}{\mu_2}$$

$$f_m \cdot Re_m^2 = \frac{d^3 \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot \rho_2 \cdot g}{2 \cdot \mu_2^2}$$

92

81

Fluidizációs tartomány alkalmazása

Porok összekeverése

Fluidizációs szárítás

Égetés (pl. szénpor égetése)

Aktívszén készítése

Pirit pörkölés

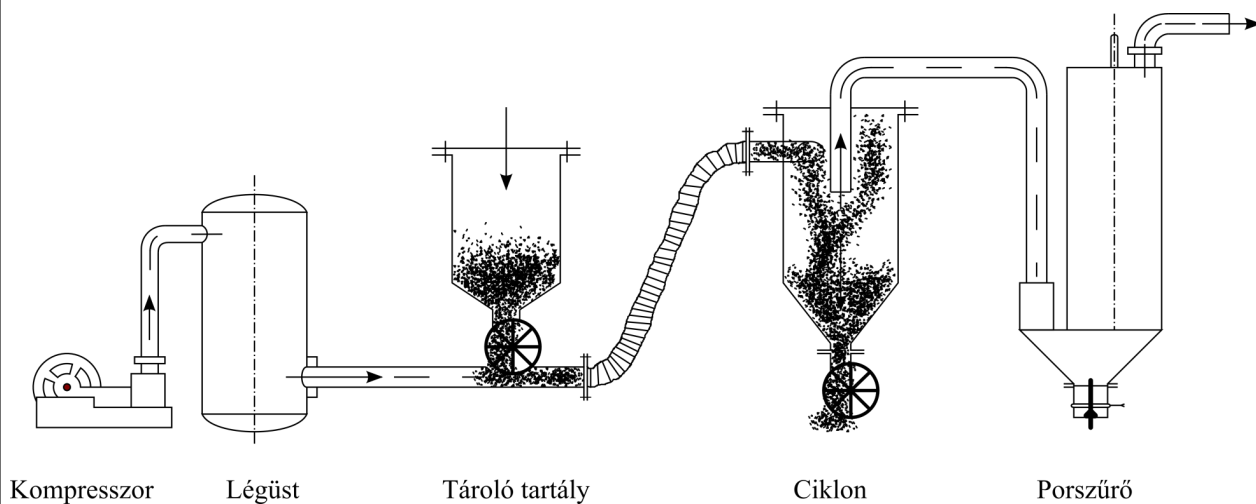
Mészégetés

Katalitikus reakció (gáz+folyadék+szilárd)

94

82

PNEUMATIKUS SZÁLLÍTÁS



95

83

Pneumatikus szállítás

Szilárd részecskék, szemcsék szállítása levegővel

A levegő sebessége 20-100 %-kal nagyobb a kihordás kezdeti sebességénél

Alkalmazás:

Szemcsék, kristályos anyagok, porok

Gabona magvak, őrlemények

Cement, mészpor

Szénpor, pernye, salak

Műanyagok

Műtrágya

Növényi részek (aprított)

96

84

KÁRMÁN Tódor (1881-1963)

Gépészmérnök (Budapest, BME)

Hazai és külföldi tanulmányok

Budapest (BME) → BÁNKI Donát, Göttingen → PRANDTL, Ludwig, Aachen, Selmecbánya, Pasadena (USA)

- Tevékenysége:

Repülés, aerodinamika

Helikopter tervezése

Sugárhajtásos repülő

Rakétatechnika

Áramlástan, turbulencia

Matematikai módszerek műszaki feladatok megoldására