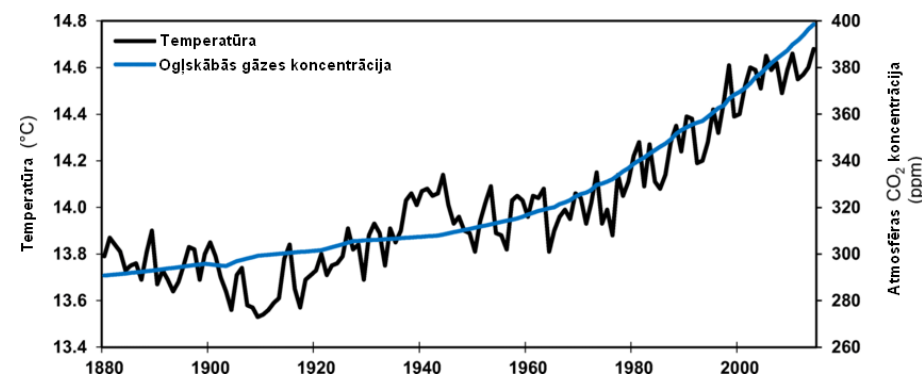

Ilgospējīgi ķīmiskie procesi globālo problēmu risināšanai

Eduards Baķis, PhD
11.03.2024.

Ilgtspēja un ķīmija



- Ilgtspējīga attīstība: tāda, kas ļauj apmierināt šodienas paaudžu vajadzības, neapdraudot iespējas nākamajām paaudzēm apmierināt viņu vajadzības¹
- Divi galvenie skatpunkti:
 1. *Cik ātri drīkstam izlietot fosilos resursus?*
 2. *Cik daudz atkritumu (piesārņojuma) emitēt apkārtējā vidē ir droši?*
- «Zaļās ķīmijas» jēdziens ieviests lai «veicinātu inovatīvas ķīmijas tehnoloģijas, kas mazina vai izslēdz kaitīgu vielu izmantošanu vai rašanos ķīmisku produktu dizainā, ražošanā un lietošanā²
- **Neviena ķīmiskā reakcija, process vai produkts nevar būt «zaļi», tie tikai var būt vairāk vai mazāk ilgtspējīgi**



¹ United Nations Commission on Environment and Development (Brundtland Commission), 1987

² US Environmental Protection Agency (EPA), 1990s

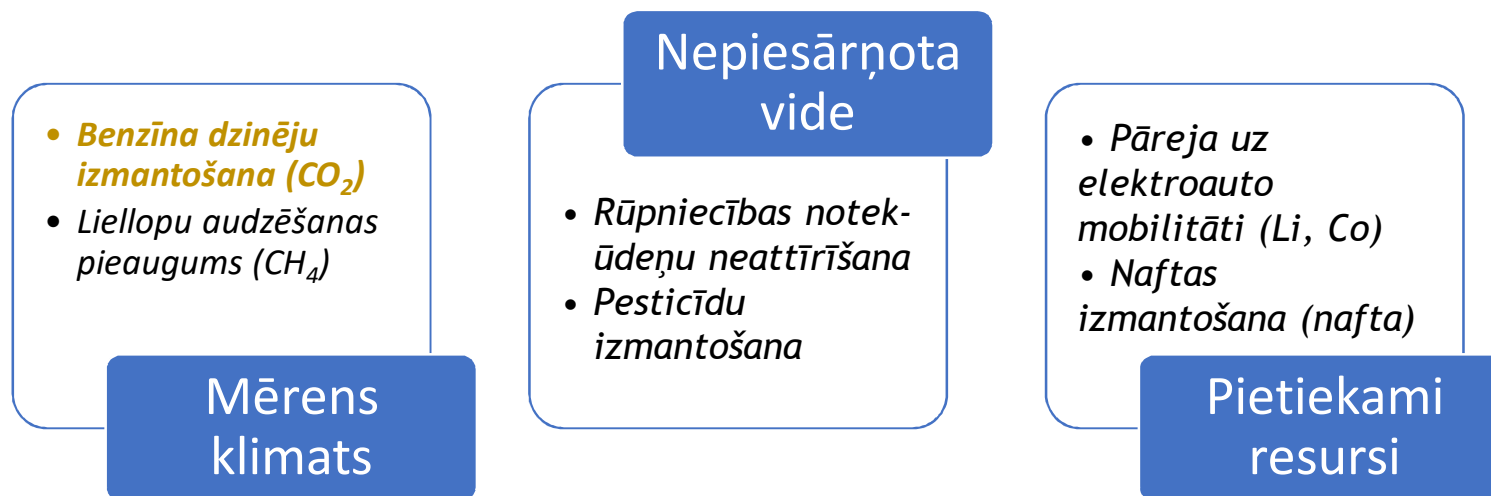
12 zaļās ķīmijas principi

- Gan metodoloģija, gan kultūra, kā tiekties uz ilgtspējīgu attīstību
- Zaļā ķīmija nav ķīmijas apakšnozare; tā ir pieeja, kas prasa plašas ķīmijas zināšanas un izpratni
- 12 principus iedibinājuši amerikāņu ķīmiķi **Paul T. Anastas** un **John C. Warner** (1998). Aptver trīs galvenos virzienus:
 - a) Neizmantojot un neradīt toksiskus savienojumus
 - b) Mazināt ķīmisko un enerģijas resursu patēriņu
 - c) Novērst negadījumus



Ko nozīmē «ilgtspējīgs»?

- *Mini **konkrētus piemērus** ķīmiskiem procesiem vai parādībām, kas **apdraud** ilgtspēju šajās trīs jomās!*



Kas ilgtspējīgāks?

Sadaloties pāros, mēģiniet atrast «par» un «pret» argumentus abu produktu ilgtspējai.
Kura izvēle «zaļāka»?



+

+

-

-



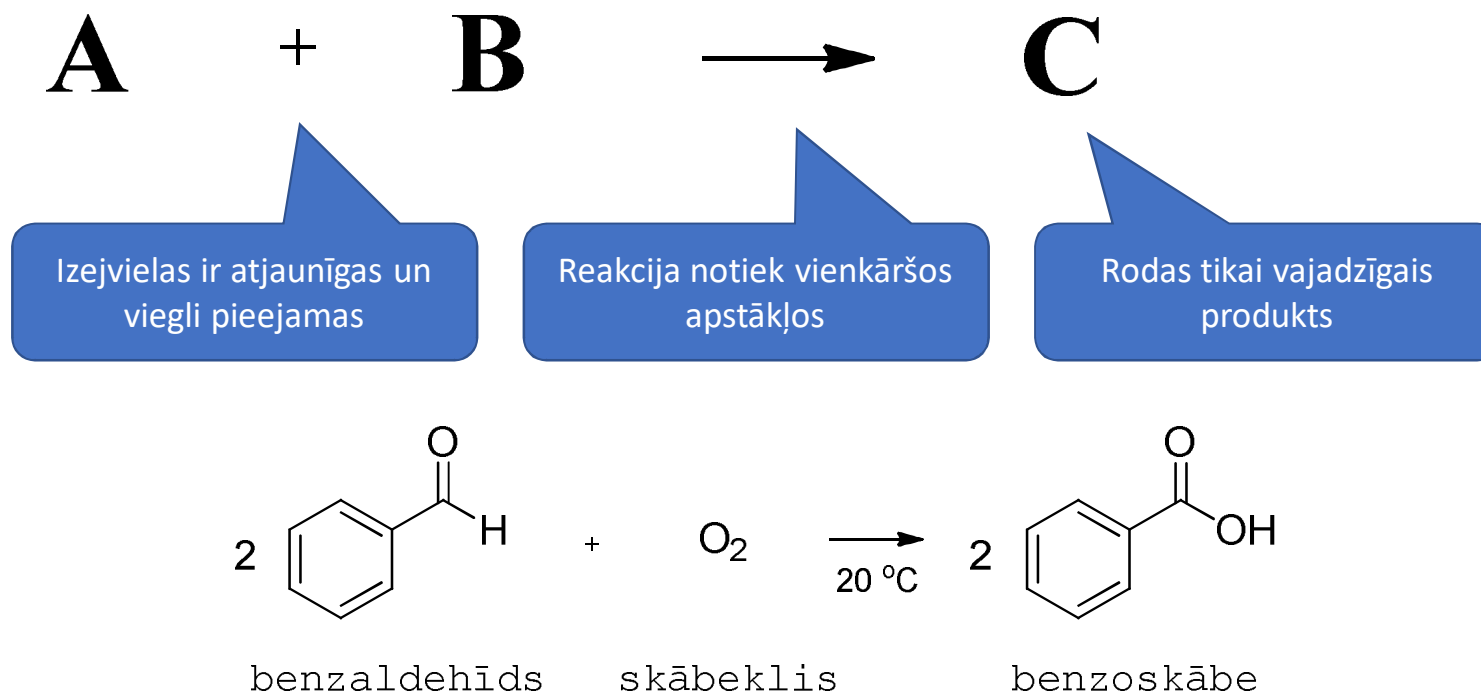
Pētījumos iegūtie secinājumi (2005)

- Nav būtisku ietekmes uz vidi atšķirību
- Katra produkta **dzīves ciklā** ir atšķirīgas daļas, kas rada vislielāko ietekmi uz vidi
- Neviens no produktiem būtiski neietekmē globālo atkritumu daudzumu
- Aprēķinātais efekts uz globālās sasilšanas potenciālu, pieņemot, ka produktu lieto ap 2,5 gadus ilgi, ir ekvivalents 2000 – 3500 km nobraukšanai ar automašīnu

«Zaļā ķīmija» izseko produkta dzīves ciklam
«no šūpuļa līdz kapam»!

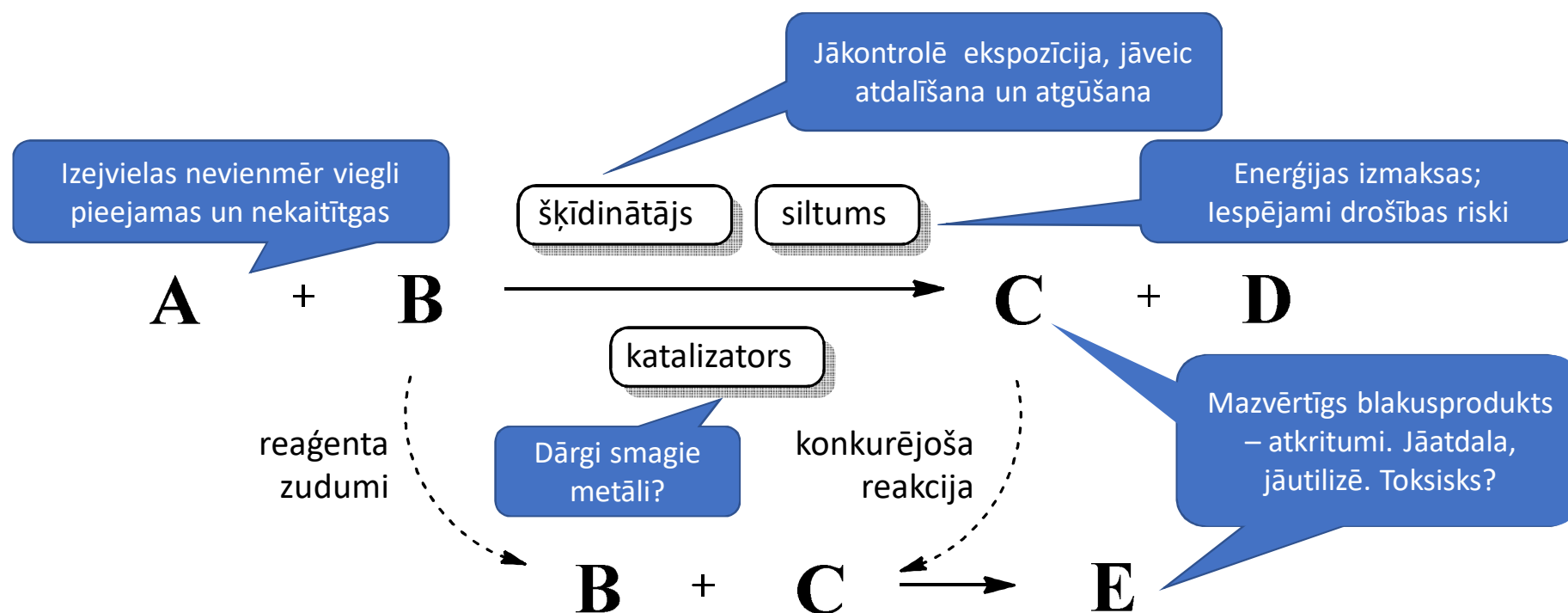
Ilgtspējīga ķīmiskā procesa dizains

► Idealizēts gadījums:



Ilgtspējīga ķīmiskā procesa dizains

► Praksē – daudz izaicinājumu



Ko darīt?

1. ATKRITUMU
NOVĒRŠANA

2. EFEKTĪVA
SINTĒZE

3. MAIGI APSTĀKĻI
SINTĒZĒ

4. NEKAITĪGI
PRODUKTI

5. MINIMĀLS PALĪGVIELU
DAUDZUMS

6. ENERGO-
EFEKTIVITĀTE

7. ATJAUNĪGI MATERIĀLI UN
IZEJVIELAS

8. ATVASINĀJUMU
NEIZMANTOŠANA

9. KATALĪTISKI
PROCESI

10. NOĀRDĀMI VAI
RECIKLĒJAMI PRODUKTI

11. PROCESU ANALĪTISKĀ
KONTROLE REĀLLAIKĀ

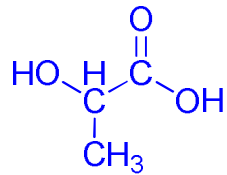
12. PROCESI UN VIELAS AR IESPĒJAMI
ZEMU NEGADĪJUMU RISKU

12 zaļās ķīmijas principi ķīmisko procesu dizainā

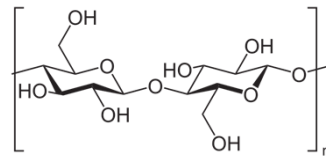
1. piemērs – polietilēns un polilaktāts

- **7.** Jārada tehniski un ekonomiski izdevīgi risinājumi rūpniecisko izejvielu atjaunošanai, nepieļaujot to izžušanu.

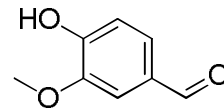
Citi
piemēri:



pienskābe



celuloze



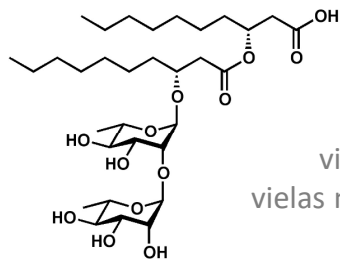
vanilīns no koksnes

Atjaunīgas izejvielas

- **10.** Jārada tādi ķīmiskie produkti, lai to funkcionēšanas beigās tie vairs nevarētu jūtami iedarboties uz apkārtējo vidi un lai tie noārdītos nekaitīgos produktos.

Citi
piemēri:

papīrs no
koksnes



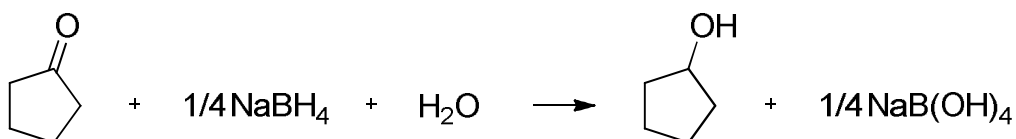
virsmaktīvās
vielas no dabasvielām

Bionoārdāmi materiāli

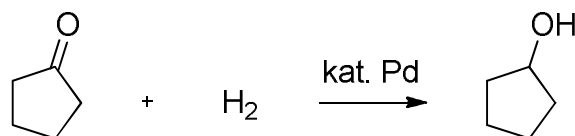
Zaļās ķīmijas principi darbībā

Iepazīsties ar 12 zaļās ķīmijas principiem un nosaki, kuriem no principiem vislabāk atbilst aprakstītie piemēri!

2. piemērs – ketonu reducēšana



Ketonu C=O grupa var pievienot ūdeņradi un reducēties par spirtiem. NaBH_4 ir stehiometrisks ūdeņraža avots, kas pēc reakcijas pārvēršas nātrija borātā

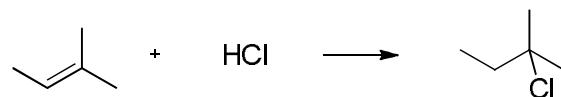
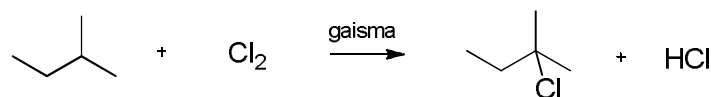


Neliela katalizatora – metāliska palādija – daudzuma klātienē ketoni var pievienot gāzveida ūdeņradi un reducēties par spirtiem. Reakcijā nav citu blakusproduktu un katalizatoru var izmantot atkārtoti

2. piemērs – ketonu reducēšana

- 2. Sintēzes metodes jāizstrādā tādā veidā, lai vēlamajā produktā iekļautos pēc iespējas visi procesā izmantotie materiāli.

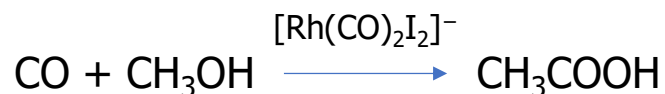
Citi
piemēri:



Atomu ekonomija

- 9. Priekšroka selektīviem katalizatoriem salīdzinājumā ar stehiometrisku reaģentu lietošanu.

Citi
piemēri:

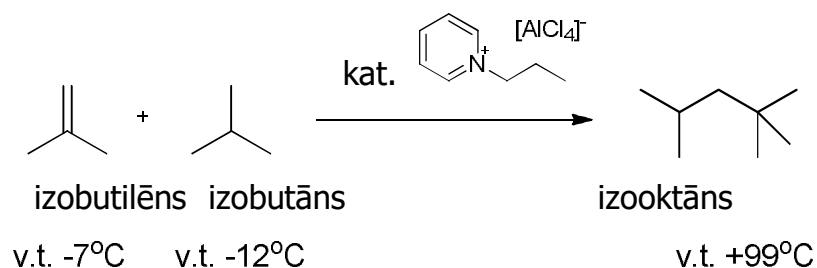
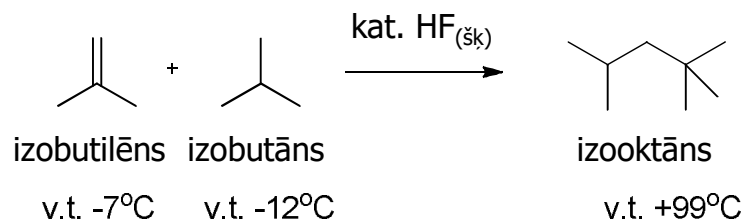


Katalīze

Zaļās ķīmijas principi darbībā

Iepazīsties ar 12 zaļās ķīmijas principiem un nosaki, kuriem no principiem vislabāk atbilst aprakstītie piemēri!

3. piemērs – naftas pārstrāde

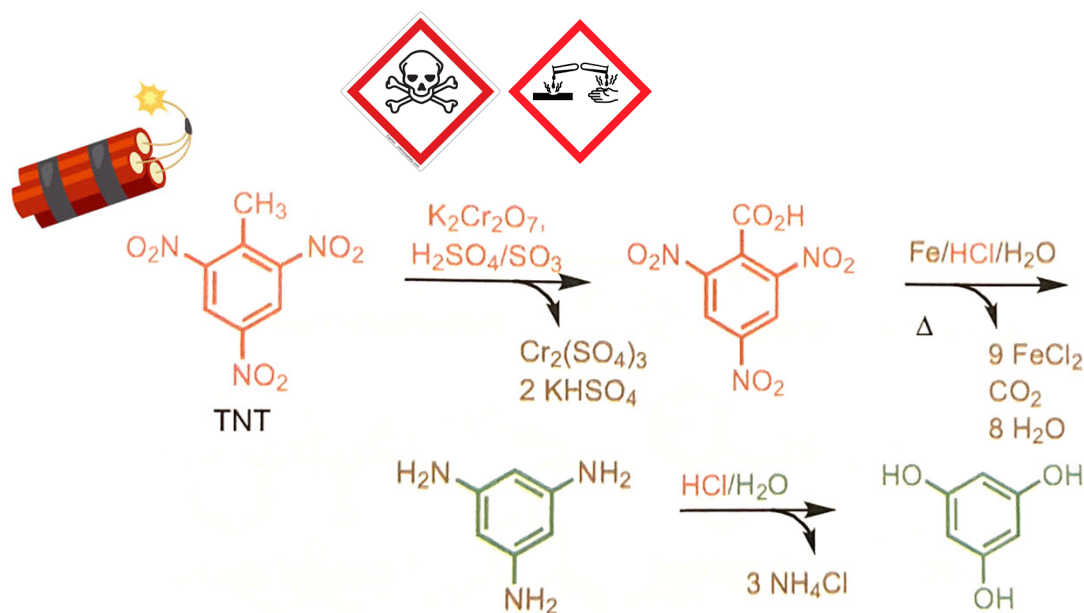


Lai gaistošos naftas pārstrādes blakusproduktus pārvērstu degvielā tos šķīdri fluorūdeņraža klātienē pārvērs izooktānā. Fluorūdeņradis vārās +19°C un saēd stiklu, gļotādas un kaulus. Tā tilpums reaktorā ir vairāk par pusi no kopējā.

Šajā pašā procesā par katalizatoru var izmantot jonu šķīdumus – sāļus, kas šķīdri istabas temperatūrā. Nepieciešamais tilpums reaktorā ir 5% no kopējā. Jonu šķīdumi nav gaistoši, un tos reģenerē tur pat rūpnīcā

3. piemērs – naftas pārstrāde

- **12.** Ķīmisko vielu un procesu izvēlei jābūt tādai, lai mazinātu nelaimes gadījumu iespējamību (noplūdes, eksplozijas, ugunsgrēki u.c.).



Toksicitāte un
sprādzienbīstamība

Citi
piemēri: