

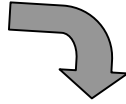
Technologia Chemiczna
wykład kursowy

dr Hanna Wilczura-Wachnik
rok akad. 2020-2021

Realizacja chemicznego procesu technologicznego

zasady technologiczne c.d.

Wykład 3



Zasady technologiczne:

1. Zasada *najlepszego* wykorzystania sił napędowych (różnic potencjałów)
 2. Zasada *najlepszego* wykorzystania surowców
 3. Zasada *najlepszego* wykorzystania energii
 4. Zasada *najlepszego* wykorzystania aparatury
-
5. Zasada umiaru technologicznego
 6. Zasada minimalnego zagrożenia dla środowiska naturalnego

1. Zasada najlepszego wykorzystania sił napędowych (tzw. różnic potencjałów)



ΔT	$\longrightarrow$	ruch ciepła
ΔC	$\longrightarrow$	ruch masy
$C - C_{\text{równ}}$	$\longrightarrow$	reakcji chemicznej

szybkość procesu $\sim (k \bullet \text{siła napędowa}) / \text{opór procesu}$

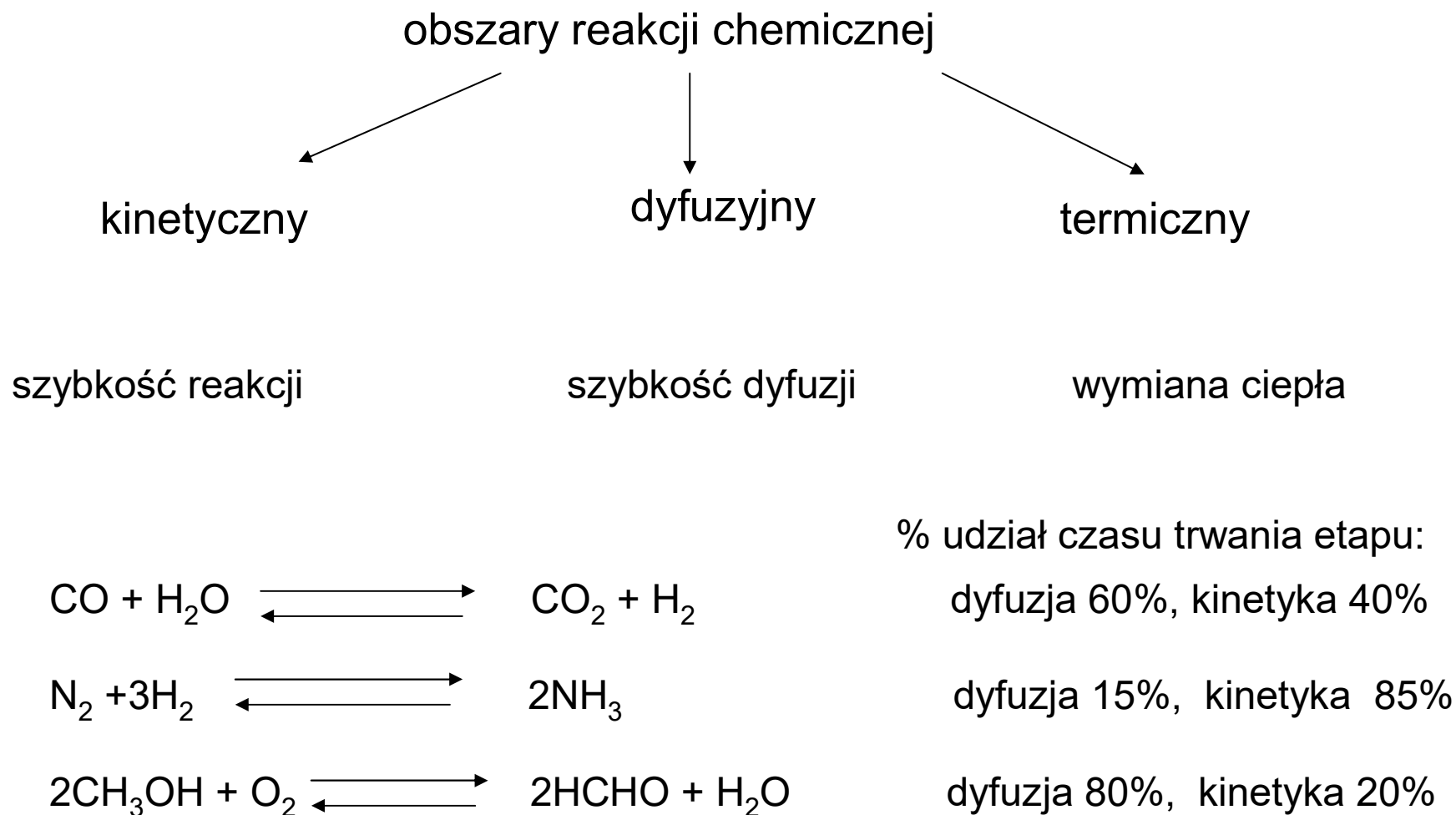
W jaki sposób
realizuje się tę
zasadę?



Realizacja zasady polega na prowadzeniu procesów technologicznych
w oddaleniu od odpowiednich stanów równowagi:

- cieplnej,
- dyfuzyjnej,
- chemicznej,
- termicznej
- mechanicznej

szybkość reakcji chemicznej ~ szybkość najwolniejszego etapu



Proszę spróbować określić w jakim obszarze przebiegają powyższe reakcje chemiczne?

W jaki sposób uzyskać oddalenie stanu układu od stanu równowagi?
Czyli jak powiększyć różnicę potencjału?

procesy dyfuzyjne

prawo Ficka
$$\frac{dn}{d\tau} = \frac{DF(C - C_0)}{z}$$

n – liczba moli reagenta

τ – czas [s]

D – współczynnik dyfuzji [m^2/s]

F – powierzchnia [m^2]

$(C - C_0)$ – różnica stężeń [mol/m^{-3}]

z – grubość warstwy laminarnej

procesy termiczne

np. przewodzenie ciepła

prawo Fouriera
$$\frac{dq}{d\tau} = \frac{\lambda F(t_c - t_0)}{z}$$

q – wymieniane ciepło [J]

λ – przewodnictwo właściwe W/mK

F – powierzchnia [m^2]

$t_c - t_0$ – różnica temperatur [K]

z – droga przepływu ciepła [m]

np. wnikanie ciepła

prawo Newtona
$$\frac{dq}{d\tau} = \alpha F(t_c - t_0)$$

q – wymieniane ciepło [J]

α – współczynnik wnikania [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

F – powierzchnia [m^2]

$t_c - t_0$ – różnica temperatur [K]

2. Zasada najlepszego wykorzystania surowców



przez

stosowanie cyrkulacji reagentów nadmiarowych i usuwaniu produktu ze środowiska reakcji

zakłócanie stanu równowagi reakcji

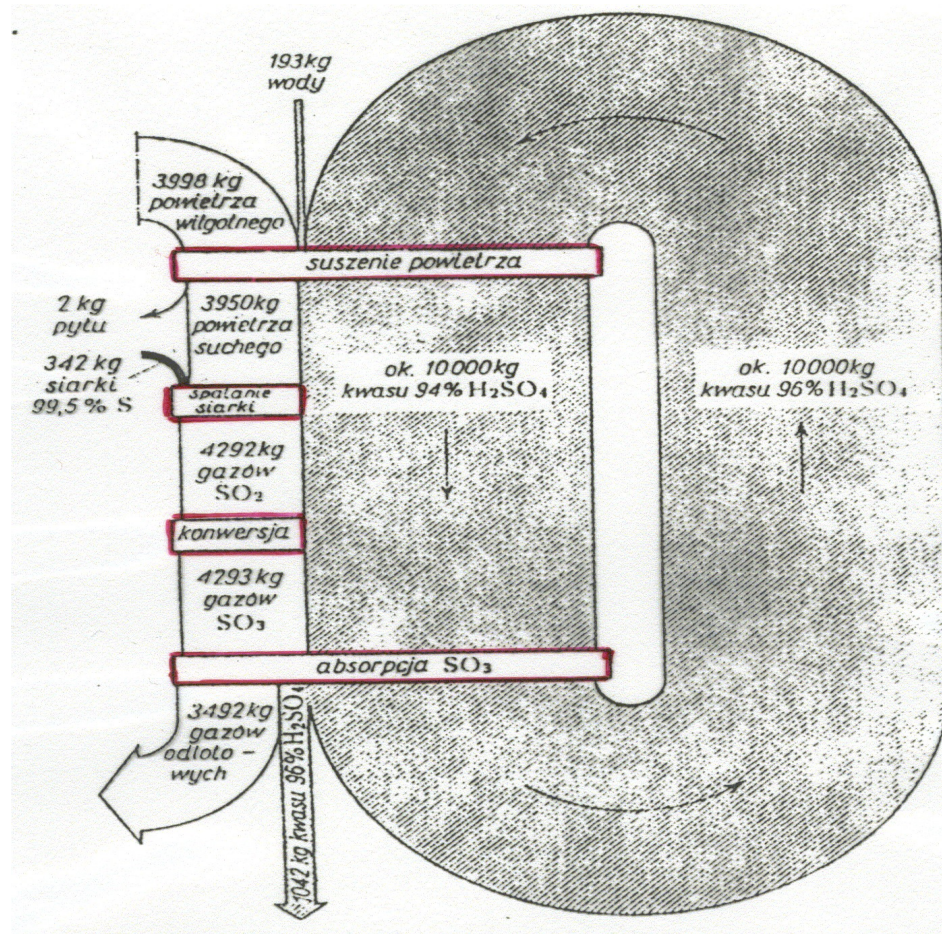
tłumienie niepożądanych reakcji następnych przez tzw. zamrażanie procesu lub zmniejszanie udziału reakcji ubocznych

stosowanie przeciwprądu materiałowego w procesach wielofazowych

regenerację reagentów pomocniczych

przerób surowca z minimalizacją odpadów

Wykres Sankey'a procesu produkcji kwasu siarkowego



roztwór H_2SO_4
w obiegu kołowym

Nadmiarowy reagent powinien być tani i cyrkulować w obiegu zamkniętym

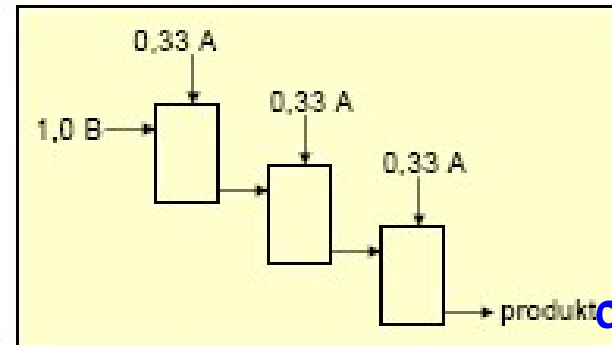
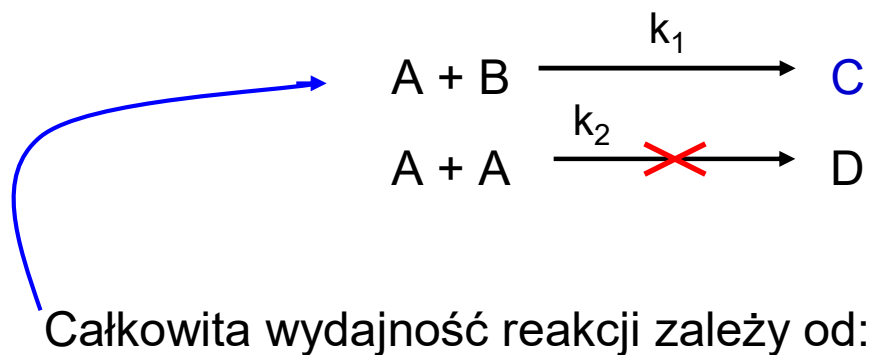
Zakłócanie stanu równowagi reakcji chemicznej

 usuwanie produktów reakcji ze strefy reakcji

 zwiększanie szybkości reakcji pożądaných

- ✓ dobór reaktora
- ✓ selektywne katalizatory

 zmniejszanie udziału reakcji niepożądanych



● liczby stopni doprowadzania surowca A

● $\frac{[A]}{[B]}$

● $\frac{k_1}{k_2}$

Tłumienie niepożądanych reakcji następnych przez tzw. zamrażanie procesu 

- gdy podczas przebiegu reakcji osiąga się w układzie dość duże stężenie pożądanego produktu, a dalsze prowadzenie procesu może spowodować rozkład tego produktu wówczas układ powinno „zamrażać się”, tzn. tak obniżyć temperaturę produktu, aby szybkość jego rozkładu była bardzo mała

Przykład:

dla reakcji odwracalnych i endotermicznych $K = f(T)$



w 1800 K, 0,44%NO, czas rozkładu NO $\tau_{1/2} = 11,8 \text{ s}$

w 2200 K, 1,33 %NO, czas rozkładu NO $\tau_{1/2} = 2,9 \text{ s}$

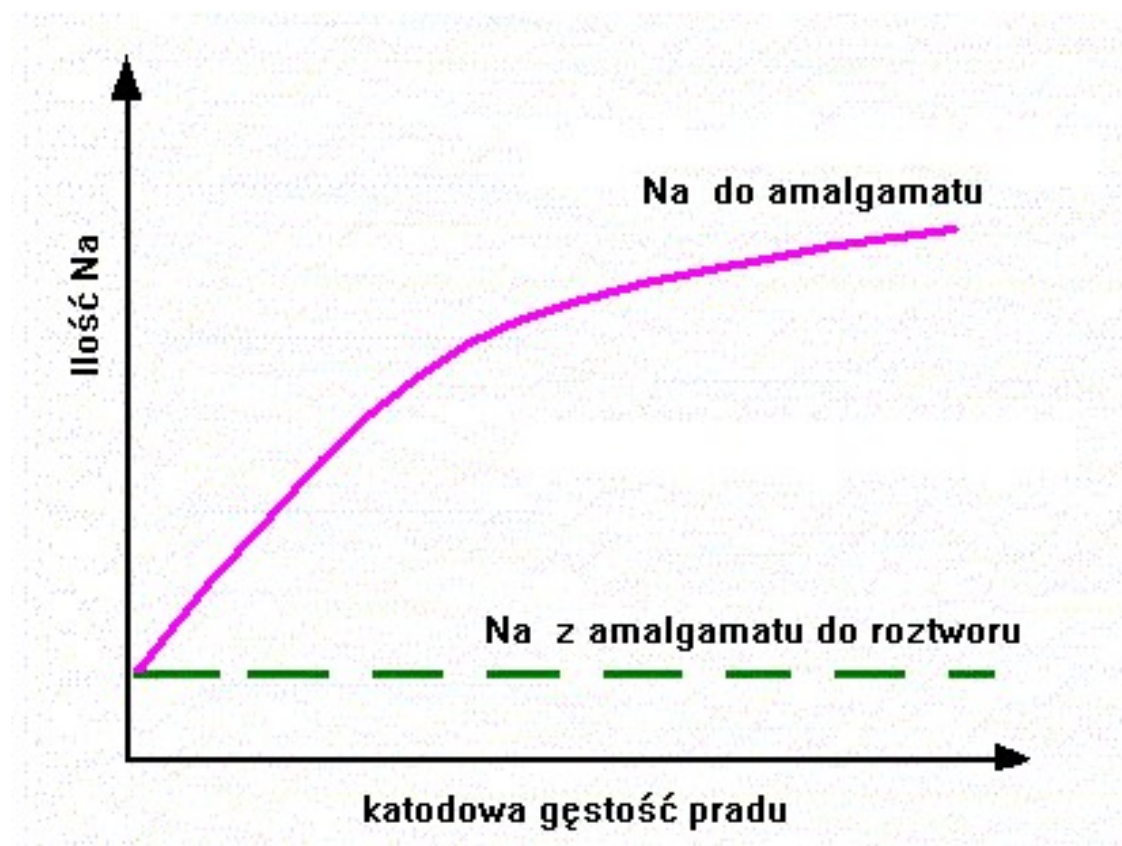
 **Wniosek**

Reakcję należy prowadzić w temperaturze łuku elektrycznego ~3000K
a produkty szybko schładzać do temperatury 1200K

Tłumienie niepożądanych reakcji następnych przez
zmniejszanie udziału reakcji ubocznych



Elektroliza NaCl



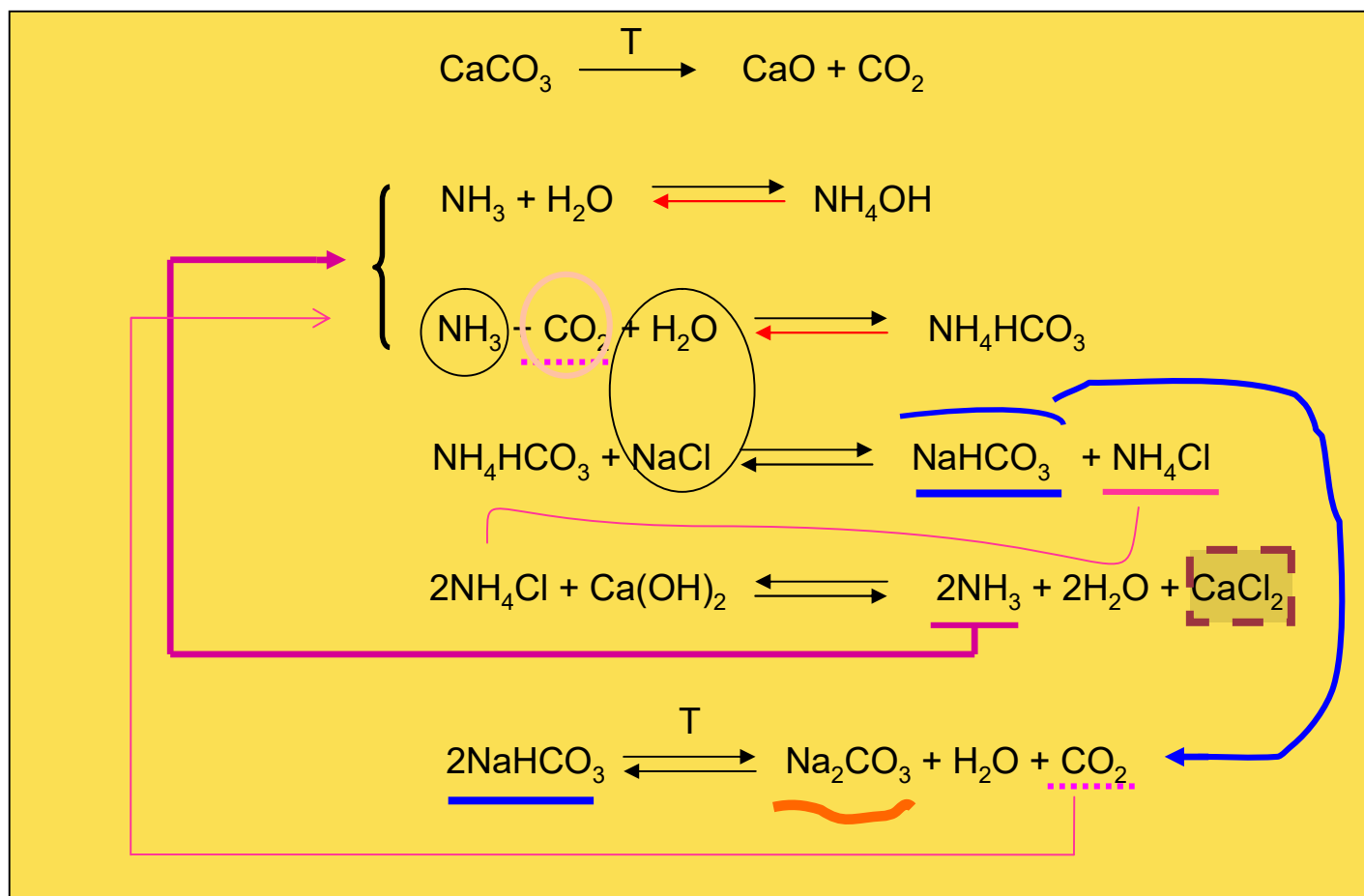
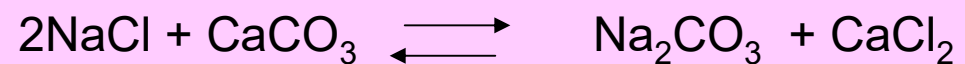
Stosowanie przeciwprądu materiałowego w procesach wielofazowych 

warunek: występowanie granicy faz

- ługowanie ciał stałych
- ekstrakcja ciecz-ciało stałe (np. ekstrakcja olejów z nasion)
- ekstrakcja ciecz-ciecz
- zmiękczenie wody
- sorbowanie gazów
- prażenie rud
- przemywanie osadów
- rekuperyzacja rozpuszczalników



Regeneracja reagentów pomocniczych na przykładzie regeneracji NH_3 i CO_2 w procesie otrzymywania sody metodą Solvay'a (metoda amoniakalna)



Solvay process Plant in Solvay, New York



The Erie Canal passed through this plant until about 1917.

From the Solvay Process collection of the Solvay, New York, Public Library



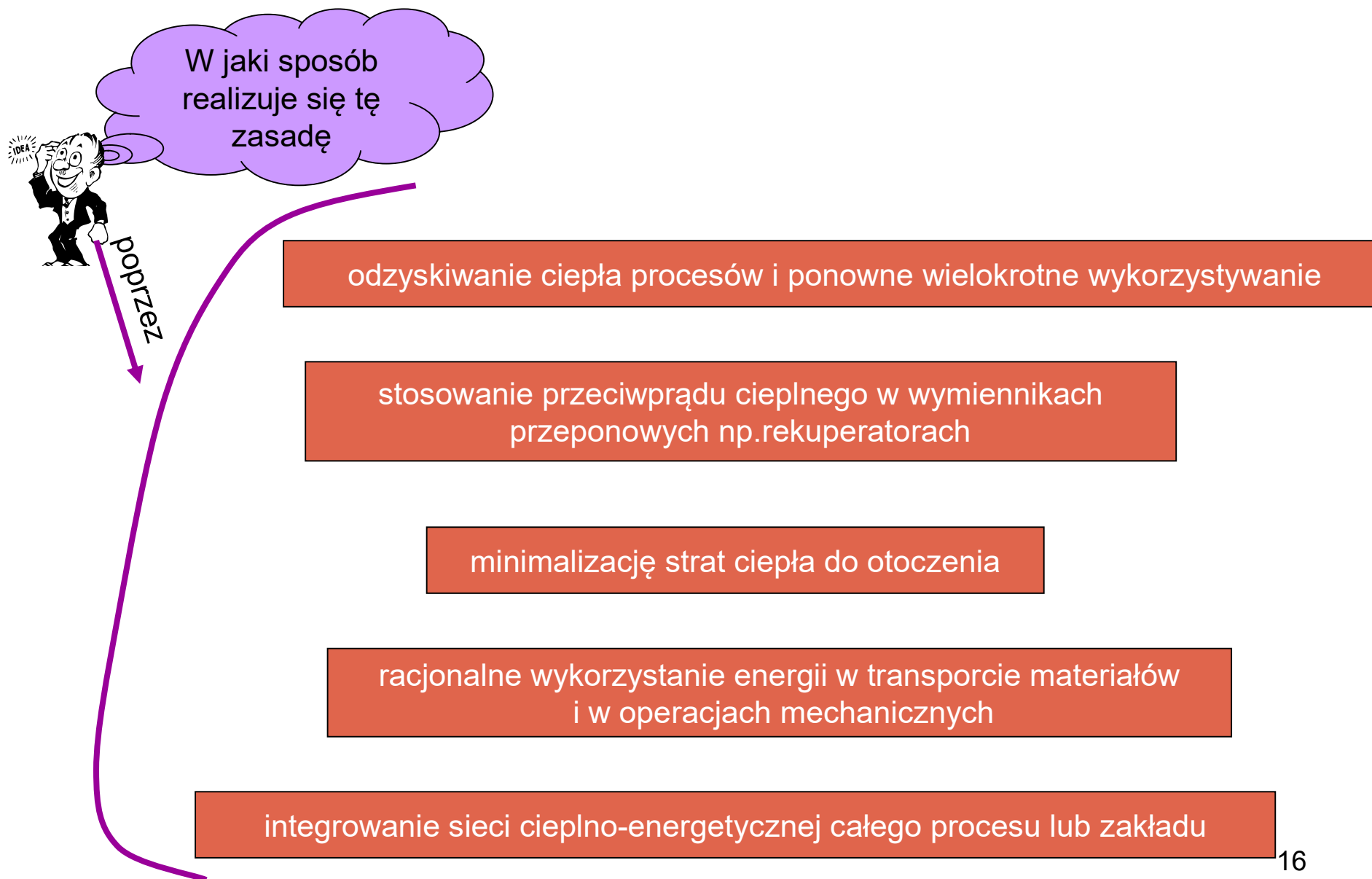
Modern Solvay plant in Rheinberg, Germany



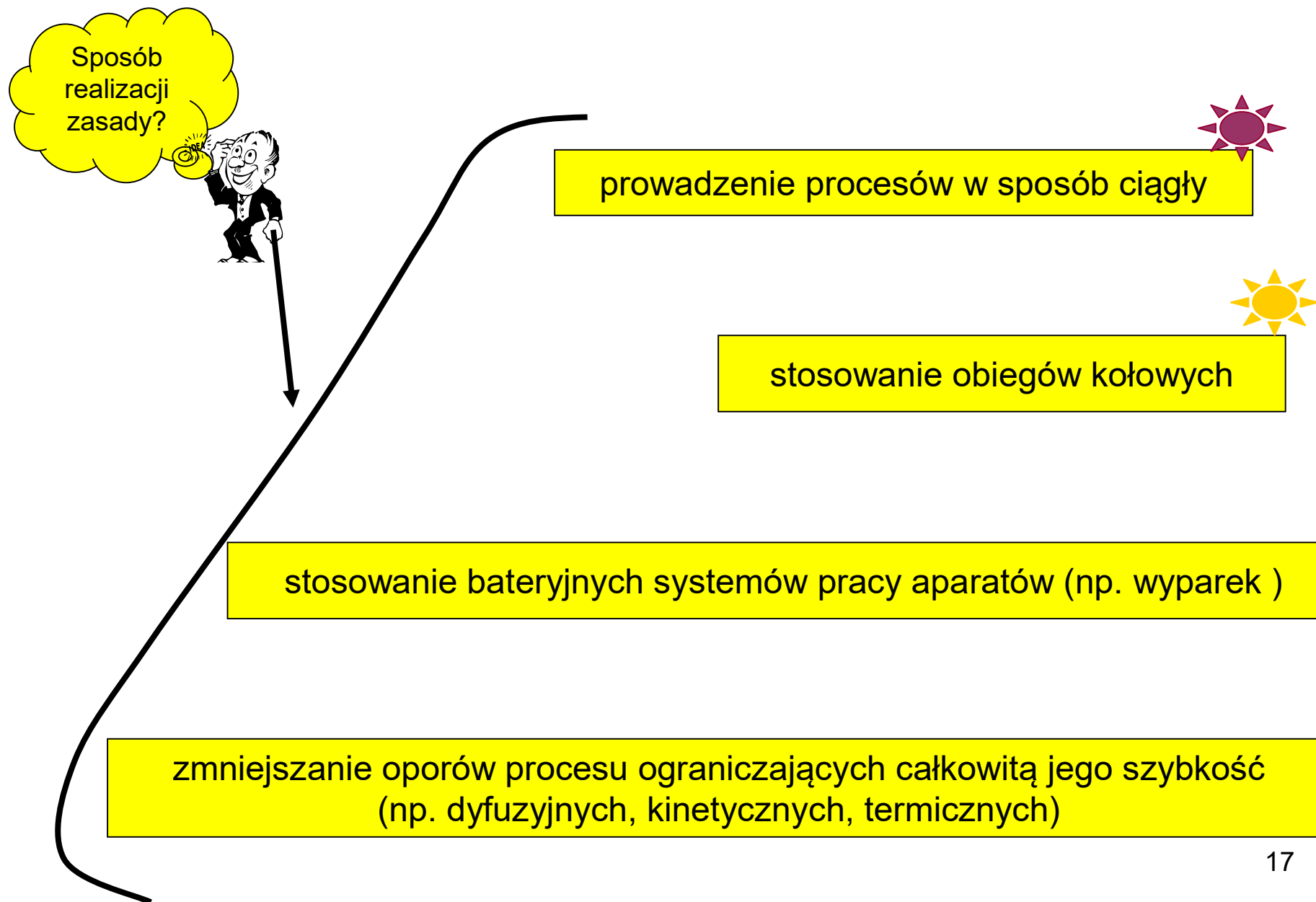
przerób surowca z minimalizacją odpadów poprzez wykorzystanie produktów ubocznych i odpadowych

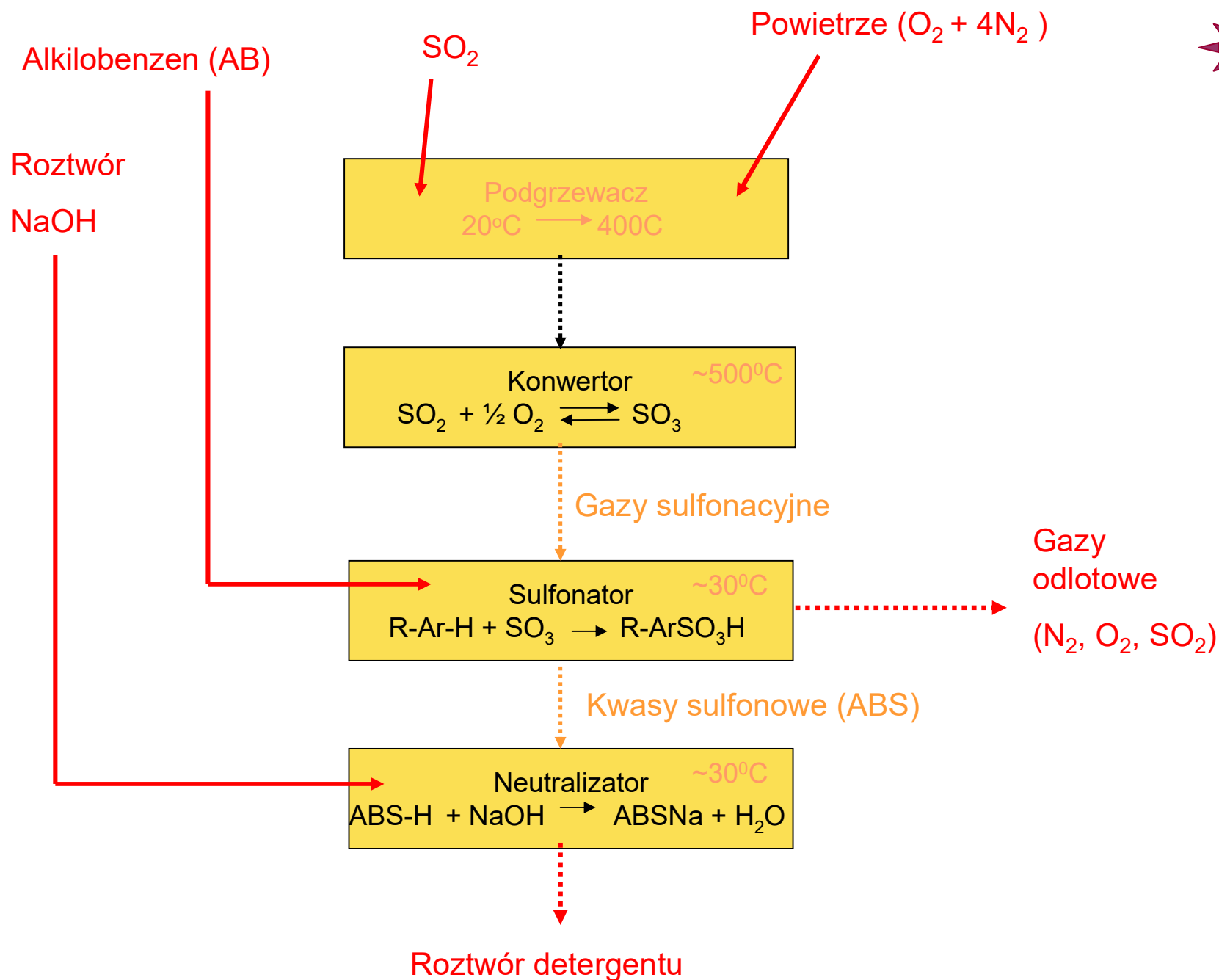
- proces krakingu katalitycznego węglowodorów
wypalanie koksu $\longrightarrow$ CO₂
- zatężanie roztworów w aparatach wyparnych
- rekuperyzacja rozpuszczalników
- przetwórstwo tworzyw sztucznych

3. Zasada najlepszego wykorzystania energii



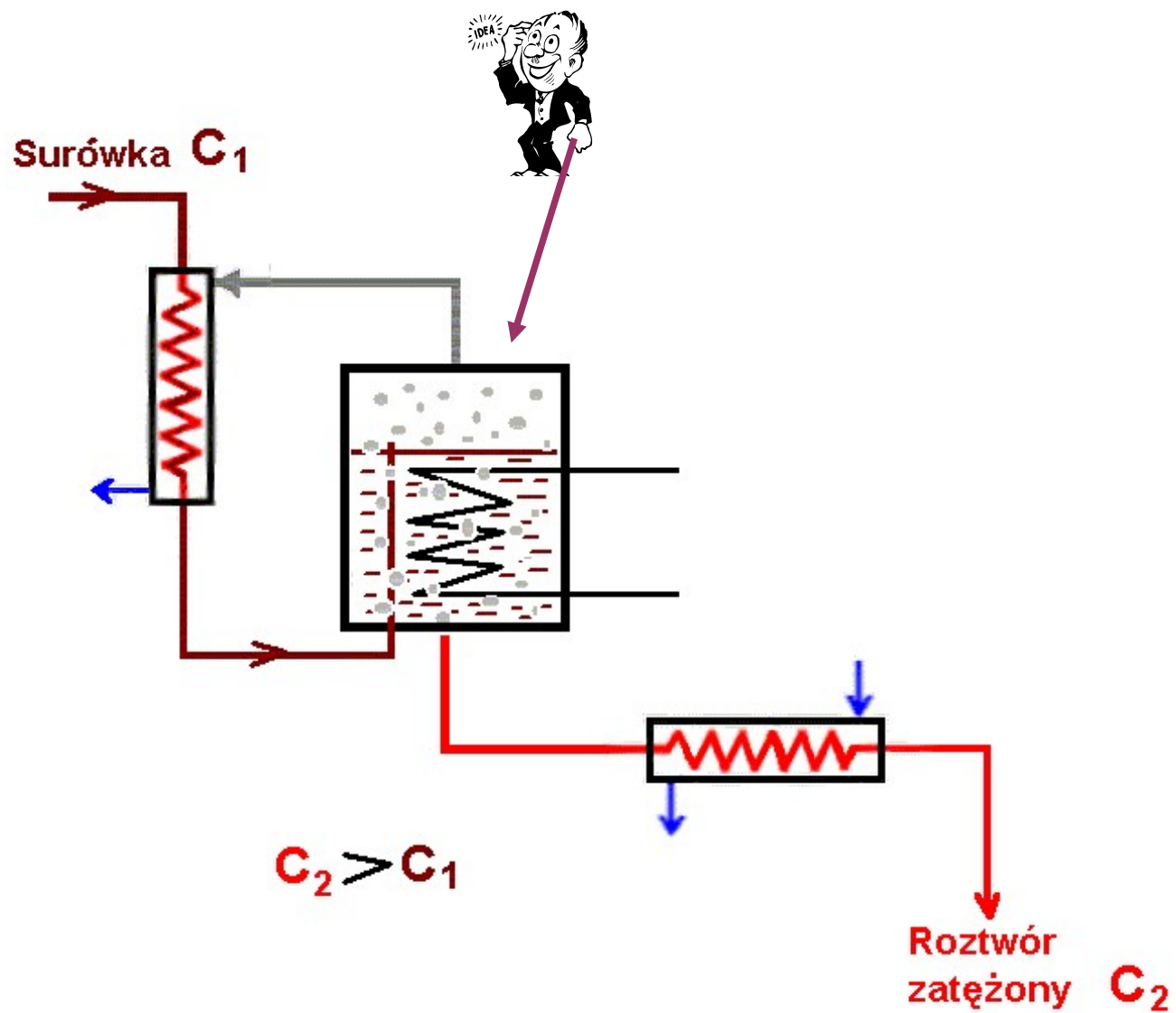
4. Zasada najlepszego wykorzystania aparatury



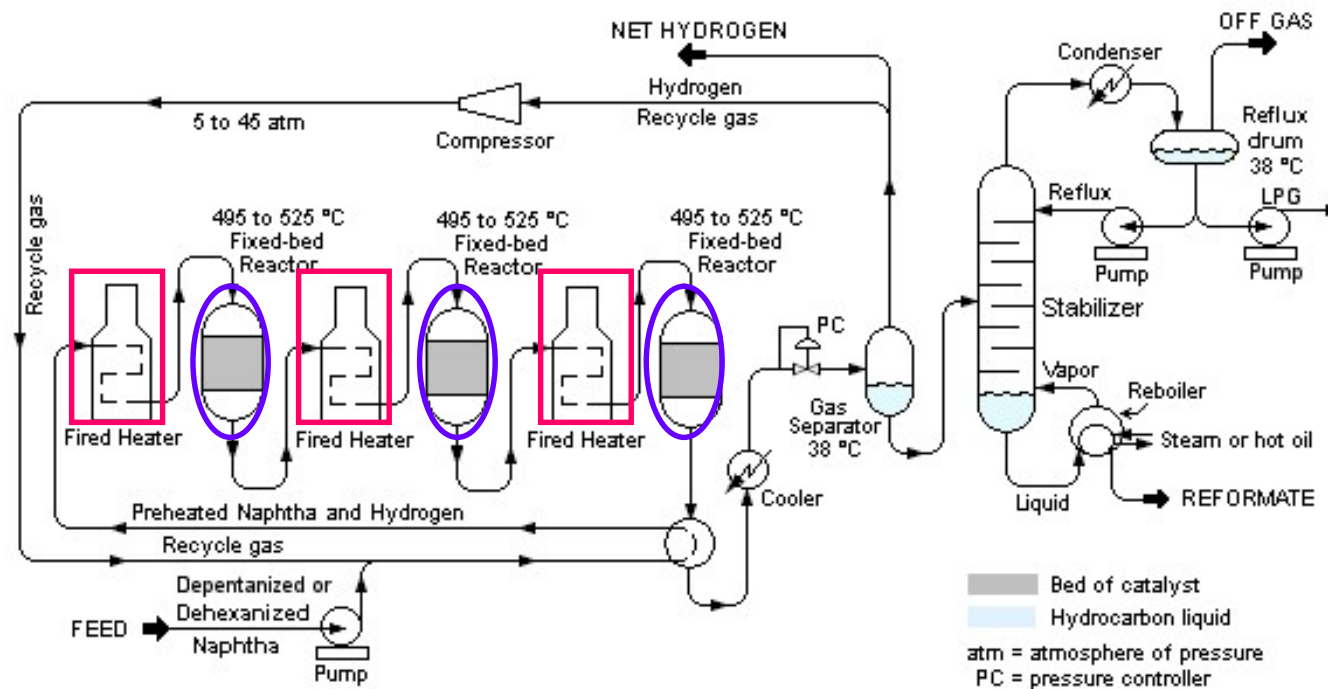




Zatężanie roztworów w np...
aparacie wyparnym jednodziałowym

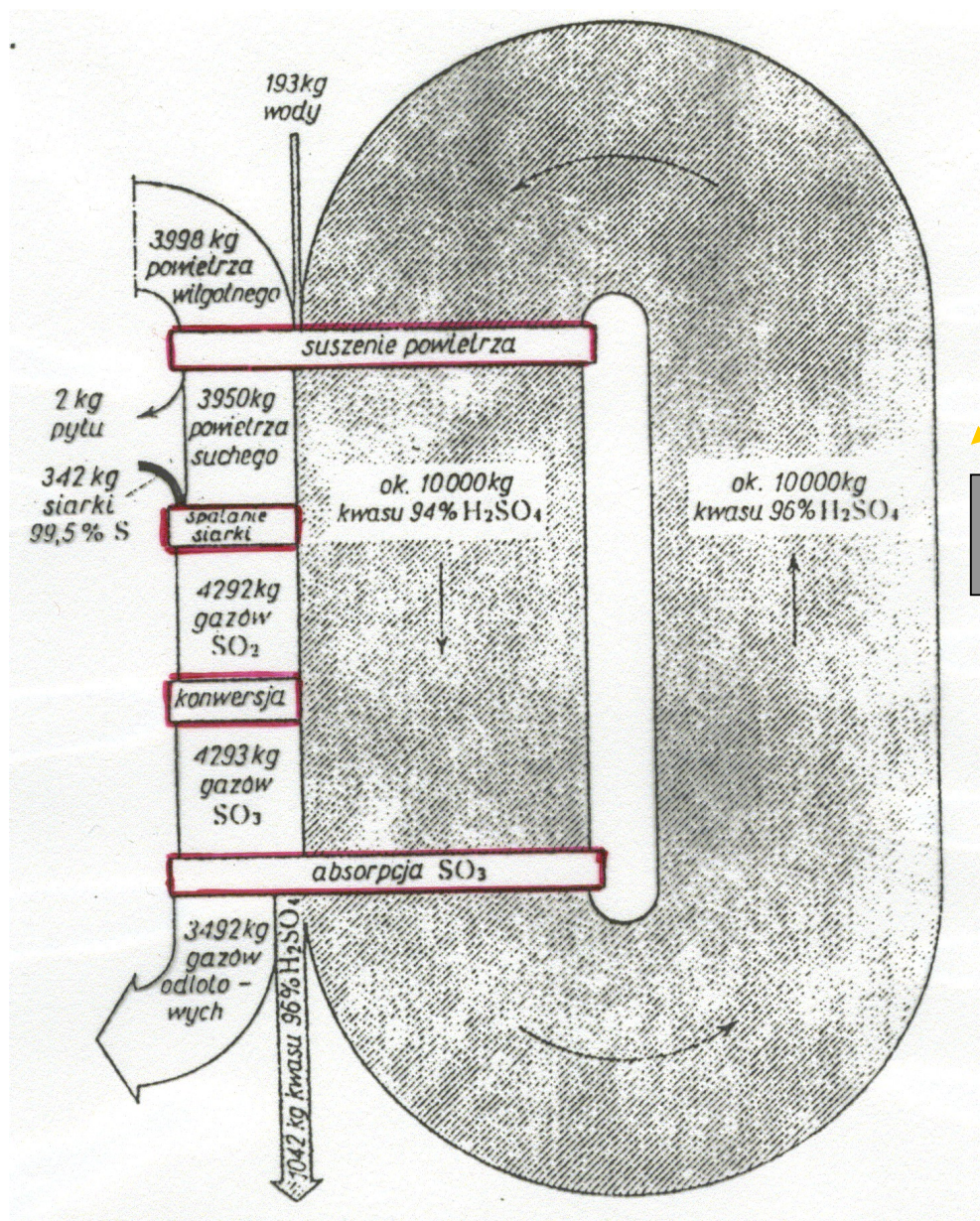


Reforming katalityczny



Kaskadowy układ reaktorów i wymienników ciepła

Wykres Sankey'a procesu produkcji kwasu siarkowego



roztwór H_2SO_4
w obiegu kołowym

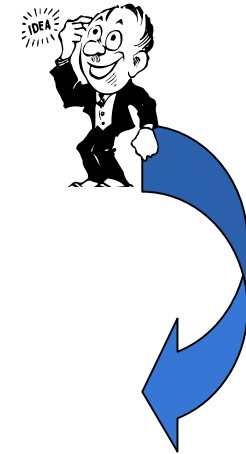


Zasady technologiczne:

1. Zasada najlepszego wykorzystania sił napędowych (różnic potencjałów)
 2. Zasada najlepszego wykorzystania surowców
 3. Zasada najlepszego wykorzystania energii
 4. Zasada najlepszego wykorzystania aparatury
-
5. Zasada umiaru technologicznego
 6. Zasada minimalnego zagrożenia dla środowiska naturalnego

5. Zasada optimum technologicznego tzw. „zasada umiaru”

Jakie jest wyjście?



Konieczna jest optymalizacja w doborze warunków prowadzenia procesu.

Zapewni to osiągnięcie najlepszego wyniku końcowego materiałowego i finansowego.

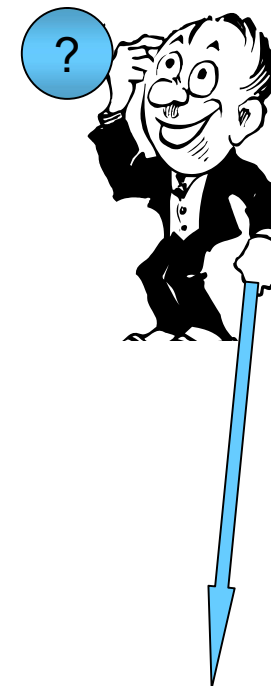
6. Zasada minimalnego zagrożenia dla środowiska (czystości ekologicznej)



Treść tej zasady jest następująca;

„Żaden proces technologiczny **przebiegając bezawaryjnie**
nie może oddziaływać na środowisko naturalne
w sposób niezgodny z aktualnymi regulacjami prawnymi”

Co cechuje nowoczesne technologie ?

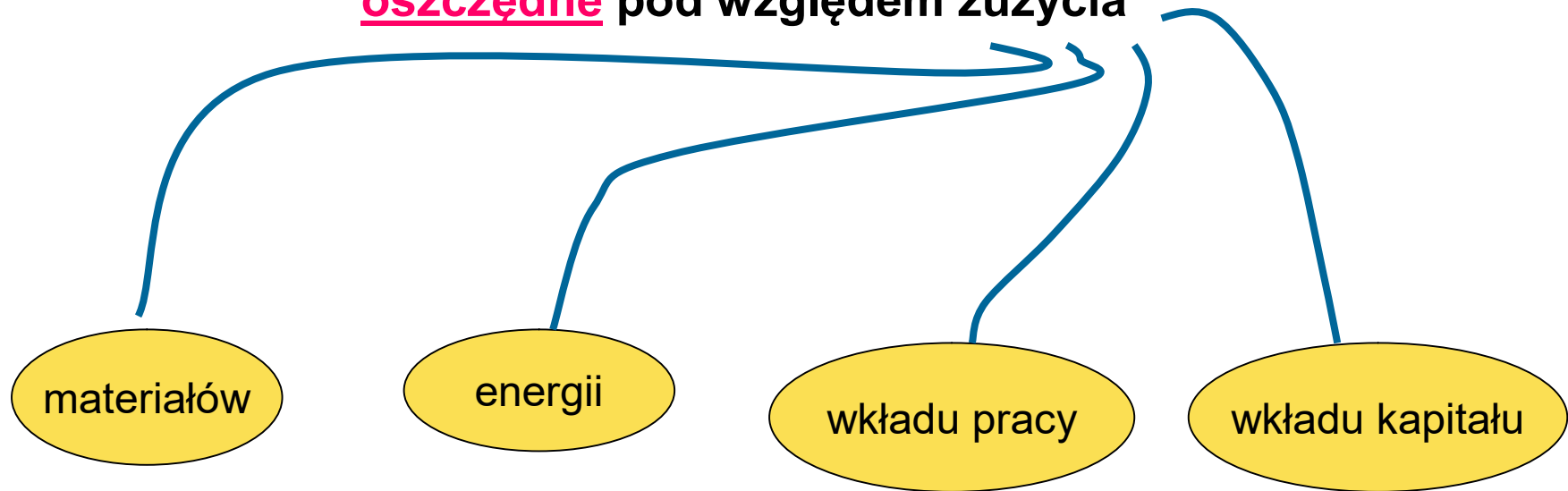


- niska materiałochłonność
- niska energochłonność
- produkcja bezodpadowa lub minimalna ilość odpadów
- wysoka jakość produktów bezpiecznych w użytkowaniu
- produkty bezpieczne w poużytkowym zagospodarowaniu
- ogólne bezpieczeństwo ekologiczne procesu



oszczędność, bezpieczeństwo i czystość ekologiczna

Nowoczesne technologie muszą być jednocześnie
oszczędne pod względem zużycia



oraz

