



Investice do rozvoje vzdělávání

Inovace profesní přípravy budoucích učitelů chemie

CZ.1.07/2.2.00/15.0324

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



Investice do rozvoje vzdělávání

Výroba kyslíku a dusíku

Mgr. Jana Prášilová, prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

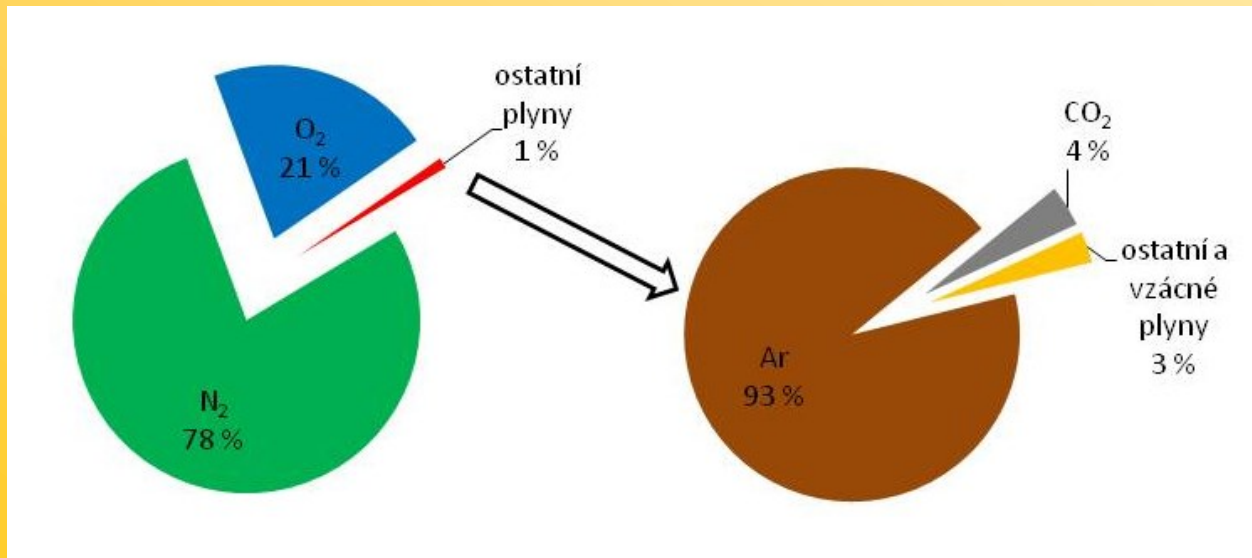
Obsah prezentace

1. Vzduch – zdroj dusíku a kyslíku
2. Zkapalňování vzduchu
3. Rektifikace
4. Jiné možnosti oddělování plynů

Vzduch – zdroj dusíku a kyslíku

Obsah vybraných plynů ve vzduchu
vyjádřený v objemových procentech
(hodnoty jsou zaokrouhleny)

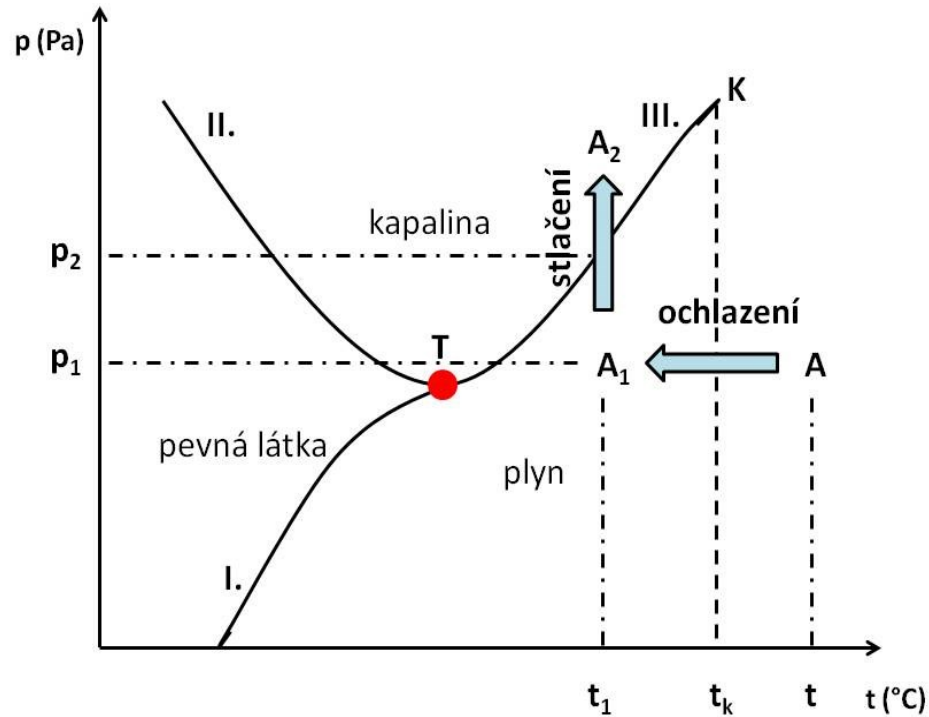
Plyn	Obj. %
dusík	78,00
kyslík	21,00
argon	0,93
oxid uhličitý	0,03
ostatní plyny	0,03



Hodnoty v grafu jsou zaokrouhleny.

Zkapalňování vzduchu

Obecné vysvětlení zkapalňování lze demonstrovat na isotermickém fázovém diagramu.



Popis grafu:

T - trojný bod (koexistence tří fází)

K - kritický bod

A - plyn

A₁ - plyn

A₂ - kapalina

t - teplota plynu A

t_k - kritická teplota

t₁ - teplota plynu A₁

p₁ - tlak plynu A₁

p₂ - tlak rovnováha plyn/kapalina

I. - sublimační křivka

II. - křivka tání

III. - křivka nasycených par

Zkapalňování vzduchu

Vzhledem k tomu, že vzduch je směs a každá složka má jinou kritickou teplotu (viz Tabulka), bylo třeba najít optimální postup pro zkapalnění a oddělení kyslíku a dusíku.

Složka	Kritická teplota (°C)	Teplota varu (°C) při normálním tlaku
dusík	- 147	- 196
kyslík	- 119	- 183
argon	- 86	- 186
oxid uhličitý	+ 31	- 78

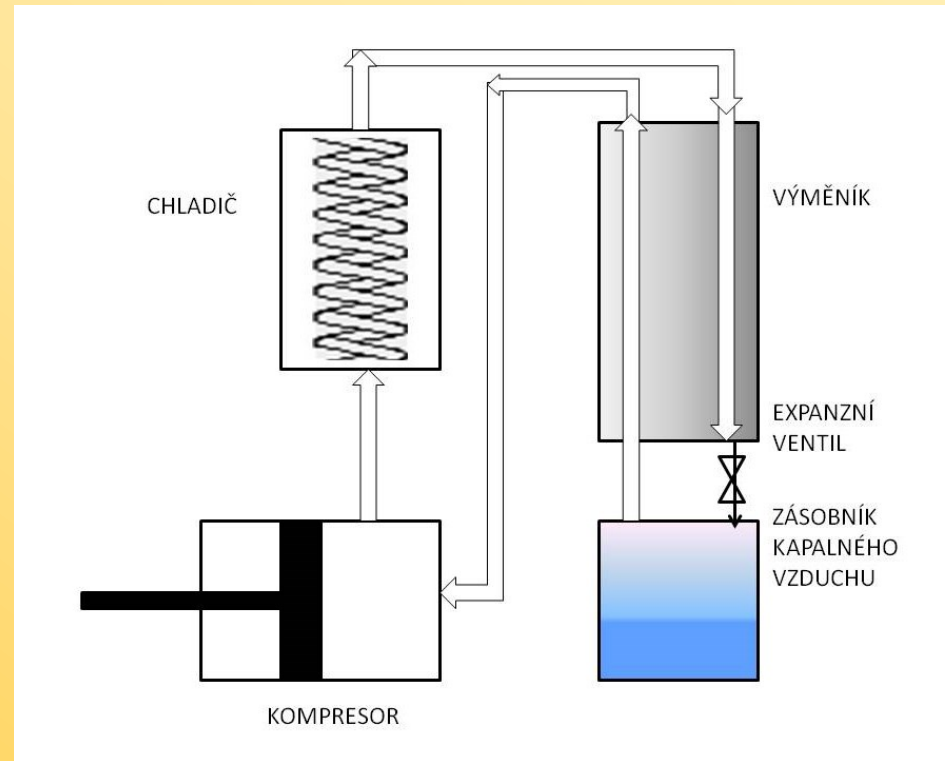
Zkapalňování vzduchu

1/ Úprava vzduchu

- odstranění prachových částic
- odstranění CO_2
- odstranění vodní páry

2/ Lindeho způsob zkapalňování

- stlačení vzduchu kompresorem
- ochlazení v chladiči
- expanze plynu přes škrtkící (expanzní) ventil



Rektifikace

- oddělení jednotlivých složek kapalného vzduchu
- frakční destilace - rozdělení složek na základě jejich rozdílné teploty varu
- dvě spojené dělicí kolony

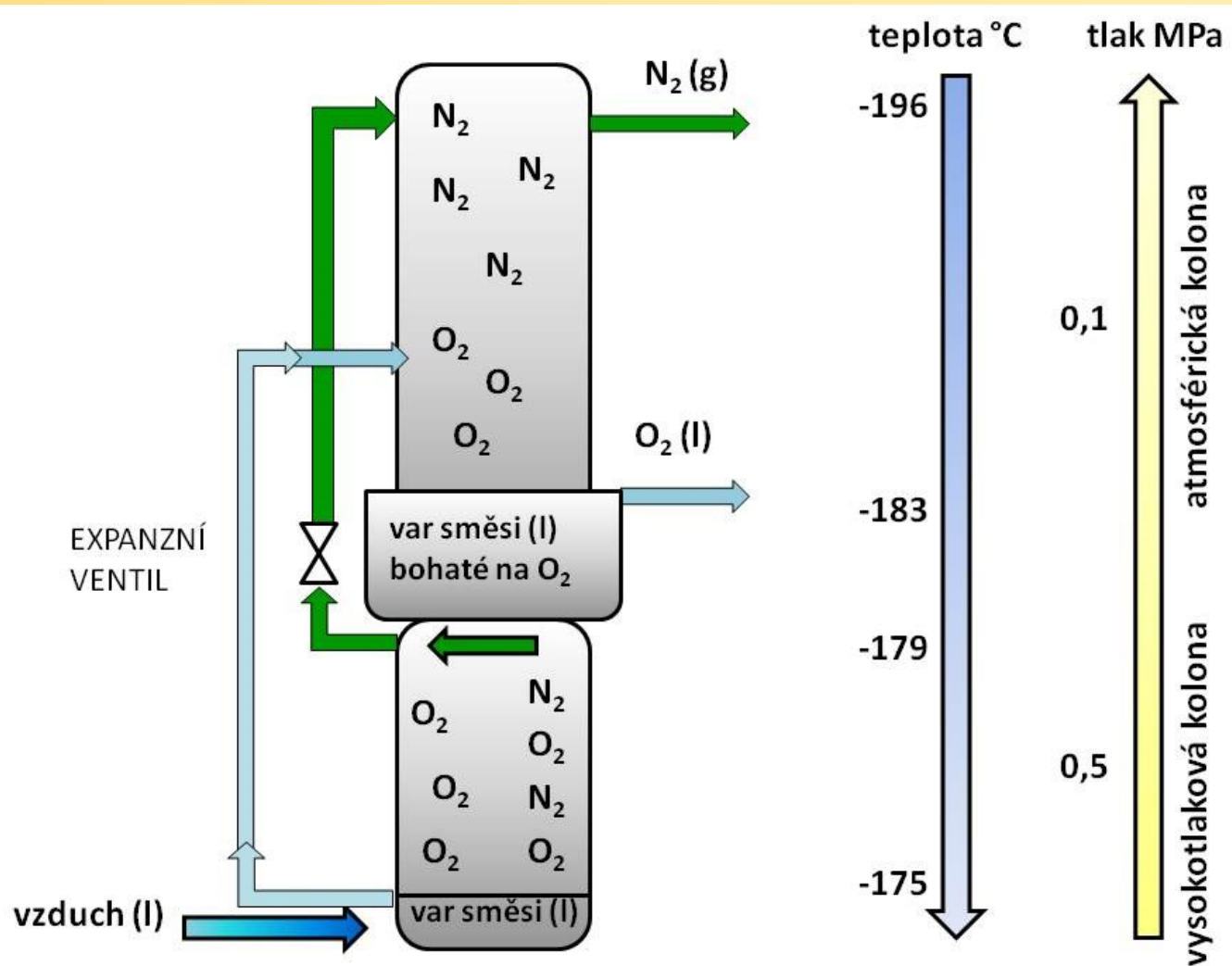
Dolní – vysokotlaká kolona

tlak	0,5 MPa
teplota ve spodní části	-175 °C
teplota ve vrchní části kolony	-179 °C

Horní – atmosférická kolona

tlak	0,1 MPa
teplota ve spodní části	-183 °C
teplota ve vrchní části kolony	-196 °C

Rektifikace



teplota °C

tlak MPa

-196

0,1

atmosférická kolona

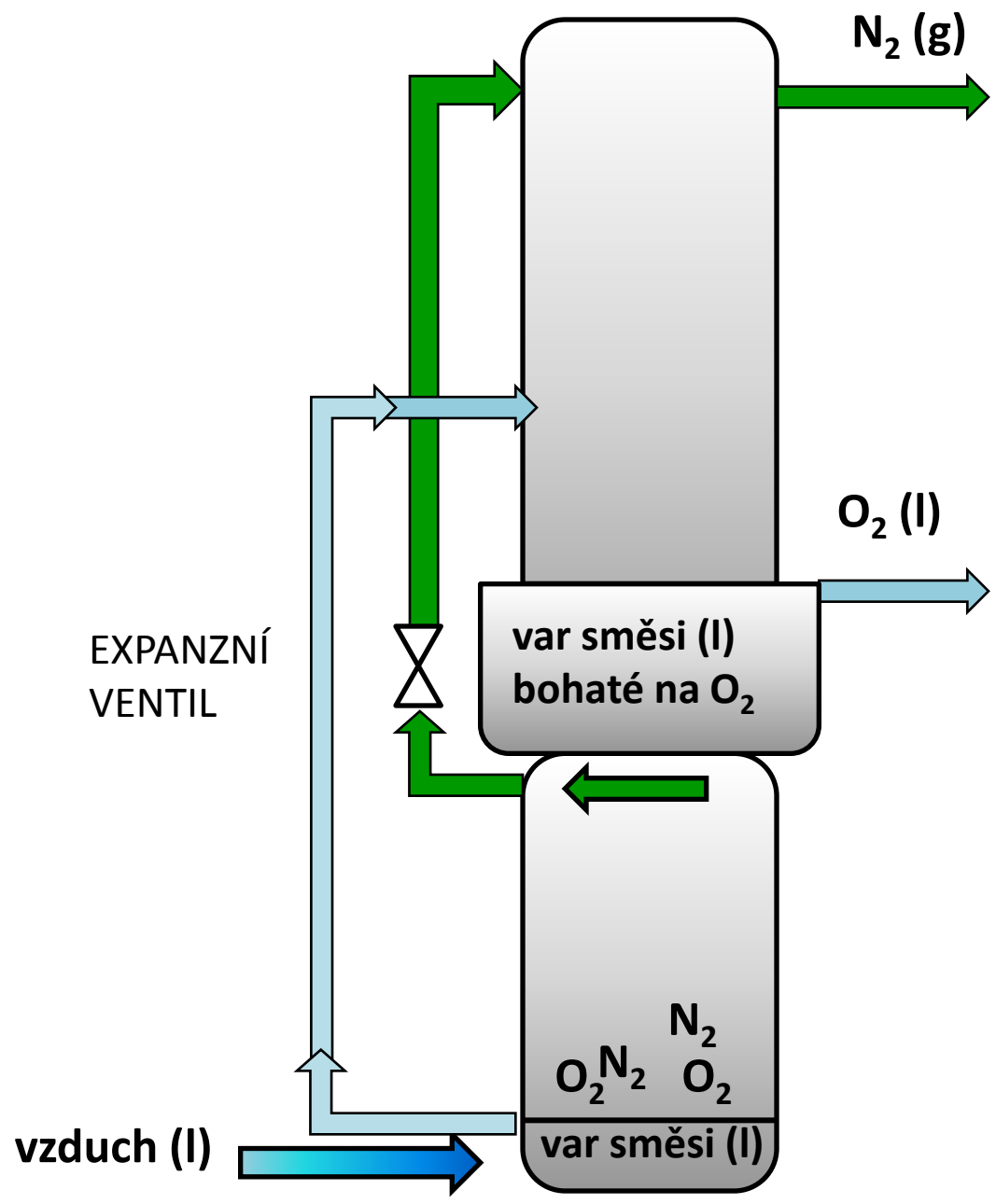
-183

0,5

vysokotlaková kolona

-179

-175



N_2 (g)

O_2 (l)

var směsi (I)
bohaté na O_2

O_2 N_2 O_2

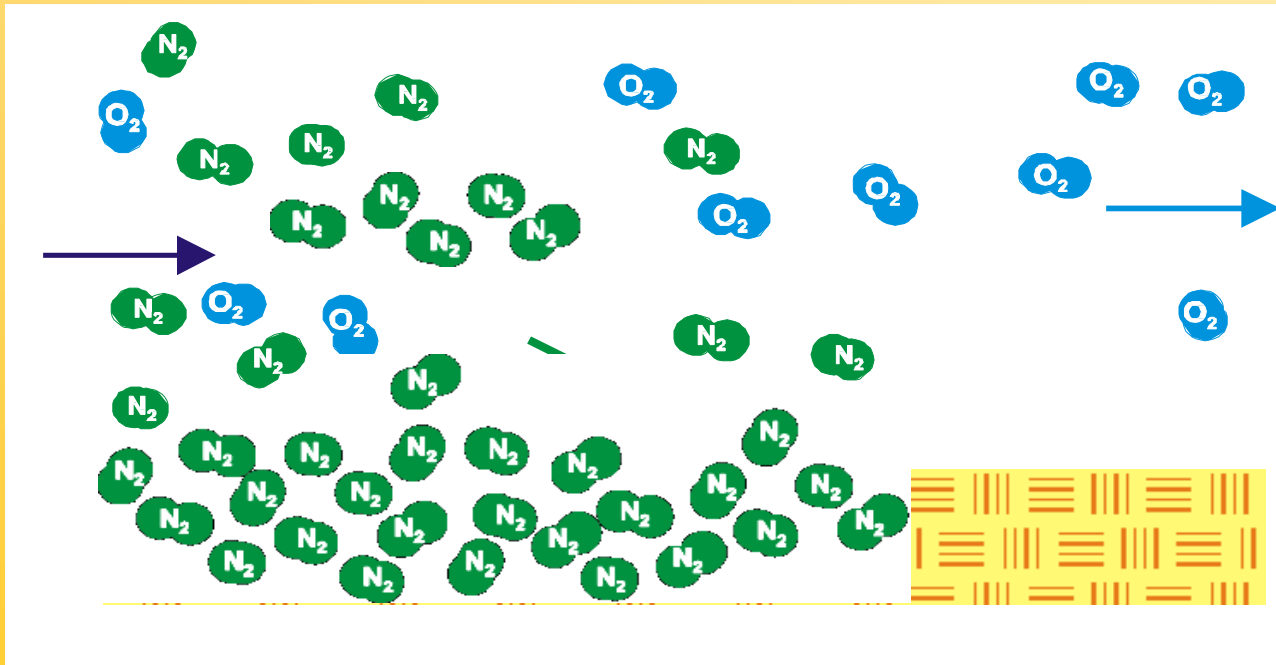
var směsi (I)

EXPANZNÍ
VENTIL

vzduch (I)

Jiné možnosti oddělování plynů

- adsorpce plynu na molekulových sítích
- např. metoda PSA (**P**ressure **S**wing **A**dsorption) = adsorpce s pohupujícím se tlakem





Investice do rozvoje vzdělávání

Konec

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.