

Průvodka

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0802
Název projektu	Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Číslo a název šablony klíčové aktivity	III/2 – Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Příjemce podpory	Gymnázium, Jevíčko, A. K. Vitáka 452

Název DUMu	Reakční kinetika a chemická rovnováha
Název dokumentu	VY_32_INOVACE_18_09
Pořadí DUMu v sadě	09
Vedoucí skupiny/sady	Mgr. Věra Grimmerová
Datum vytvoření	10. 2. 2013
Jméno autora	Mgr. Věra Grimmerová
E-mail autora	grimmerova@gymjev.cz
Ročník studia	1.
Předmět nebo tematická oblast	Chemie
Výstižný popis způsobu využití materiálu ve výuce	Materiál obsahuje prezentaci, která je využitelná ve výuce 1. ročníku gymnázia. Inovace: Mezipředmětové vztahy s fyzikou, využití ICT, mediální techniky.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

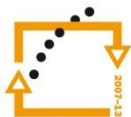
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

reg. č.: **CZ.1.07/1.5.00/34.0802**



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

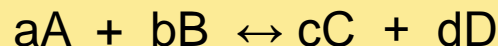


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Reakční kinetika – vědní obor studující rychlost chemických reakcí

Rychlost chemické reakce – přírůstek molární koncentrace produktů nebo úbytek molární koncentrace reaktantů za jednotku času



$$v = - \frac{\Delta[A]}{a \cdot \Delta t}$$

$$v = - \frac{\Delta[B]}{b \cdot \Delta t}$$

$$v = \frac{\Delta[C]}{c \cdot \Delta t}$$

$$v = \frac{\Delta[D]}{d \cdot \Delta t}$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Změna mol. koncentrace reaktantů má **záporné** znaménko, protože vyjadřuje jejich úbytek!

$\Delta[A]$ změna molární koncentrace reaktantu A, jednotka mol/dm³
 Δt časový interval
a stechiometrický koeficient



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Závislost reakční rychlosti na koncentraci látek vyjadřuje kinetická rovnice:

$$V = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b$$

k ... rychlostní konstanta

Reakční rychlost je přímo úměrná koncentraci reagujících látek.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

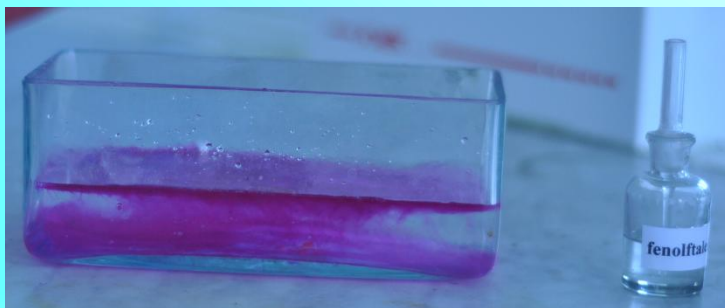


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Příklady rychlých reakcí:

- reakce sodíku s vodou
- třaskavost vodíku se vzduchem po zapálení
- reakce hořčíku s konc. kys. chlorovodíkovou

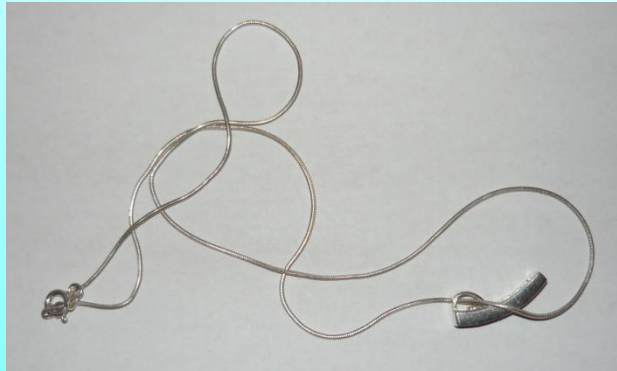


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Příklady pomalých reakcí:

- koroze železa
- oxidace stříbra na vzduchu
- esterifikace (reakce alkoholu s kyselinou)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Teorie reakční kinetiky

1) SRÁŽKOVÁ:

- Reagující molekuly se musí **spolu srazit**.
- Molekuly reagujících látek musí mít **dostatečnou energii**. Je to minimální energie potřebná ke srážce molekul = aktivační energie E_a [kJ/mol]
- **Srážka musí být účinná** (molekuly musí být vhodně orientovány v prostoru)

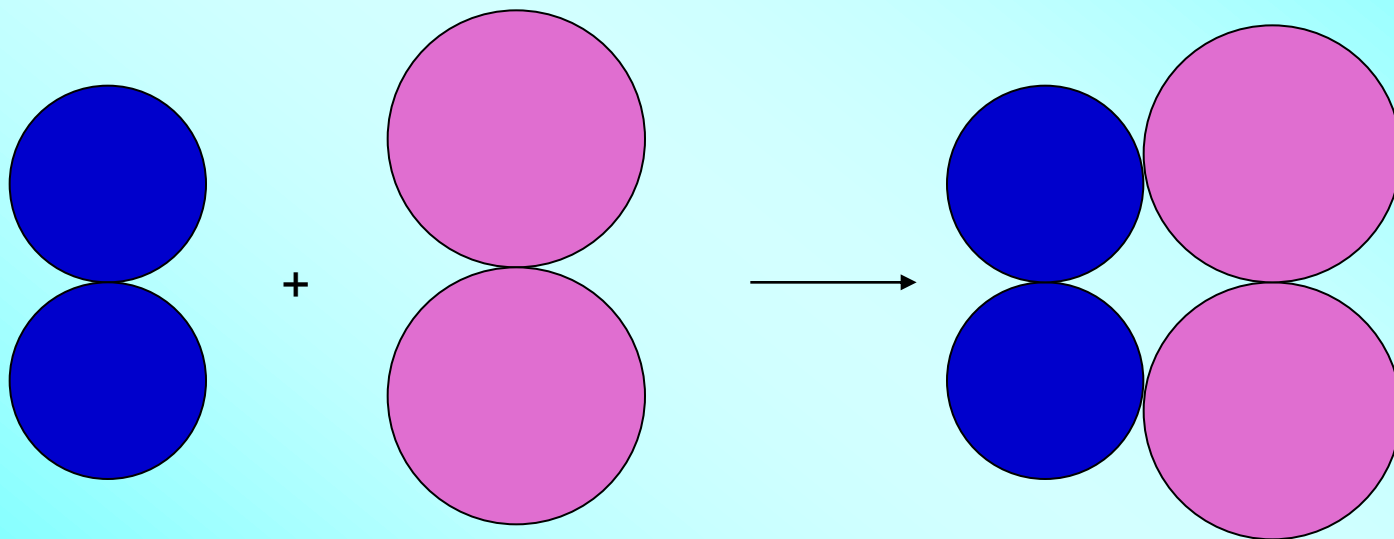
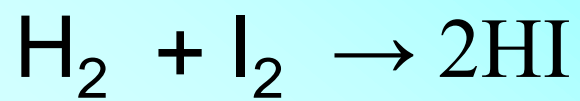


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

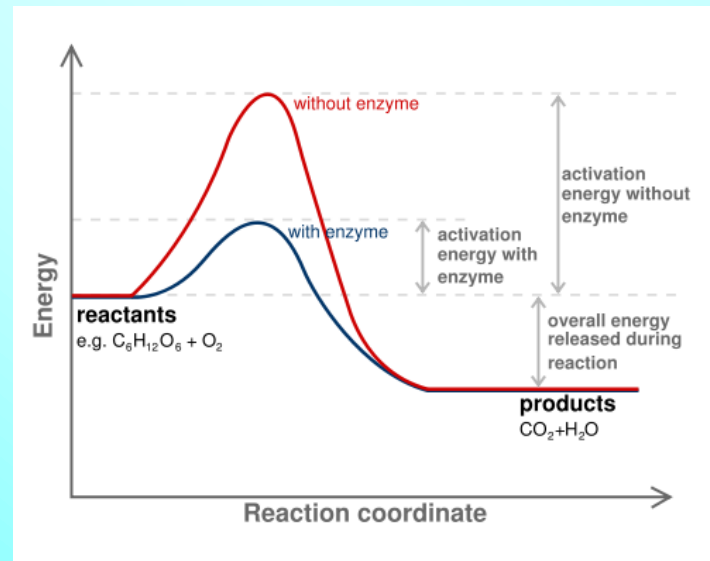


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

2) TEORIE AKTIVOVANÉHO KOMPLEXU:

- V průběhu chem. reakce vzniká nestálý meziprodukt tzv. aktivovaný komplex, který se postupně rozpadá na konečné produkty.



Autor: Jerry Crimson Mann, licence Creative Commons
http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Activation2_updated.svg&page=1, licence CC



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Faktory ovlivňující rychlost chemické reakce:

- 1) Koncentrace: zvýšením koncentrace reagujících látek se zvýší rychlost chem. reakce
- 2) Plocha pevných reaktantů: čím je větší plocha pevných reaktantů, tím proběhne reakce rychleji
- 3) Teplota: zvýšením teploty o 10°C se zvýší rychlost reakce 2x až 4x (van't Hoff)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

4. Katalyzátory: látky ovlivňující rychlost chem. reakce, ale při reakci se nespotřebovávají

a) **Aktivátory** – zvyšují rychlost (např. V_2O_5 při oxidaci SO_2 , Pt při oxidaci amoniaku)

a) **Inhibitory** (chemické jedy) – snižují rychlost (např. kyanidy, halogenkyseliny, sulfan)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Reakce, při níž je přítomen katalyzátor
= katalýza

a) homogenní – reaktanty a katalyzátor
jsou ve stejné fázi

b) heterogenní – reaktanty a katalyzátor
nejsou ve stejné fázi



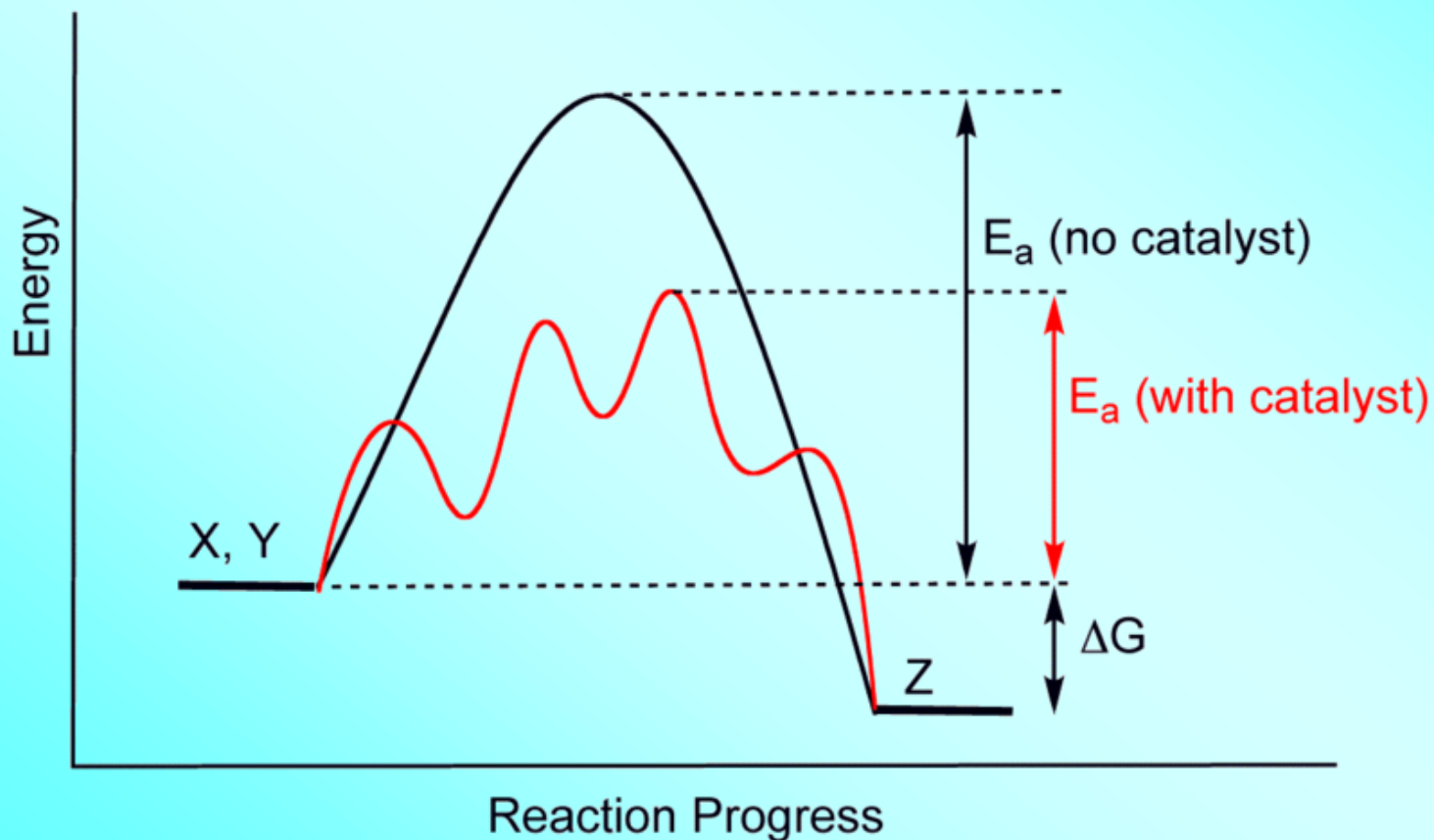
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Energetický diagram znázorňující průběh reakční rychlosti s použitím katalyzátoru:



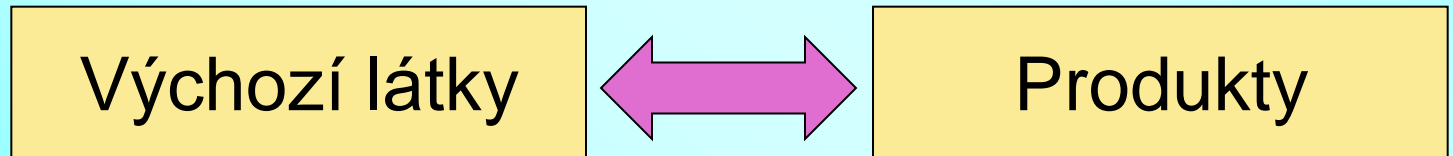
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

CHEMICKÁ ROVNOVÁHA



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

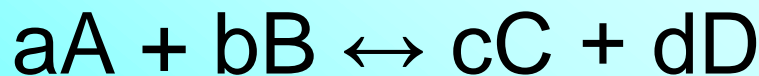


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Chemická rovnováha

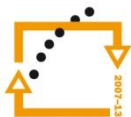
- stav, kdy se nemění koncentrace reaktantů ani produktů
- rychlost přímé reakce je stejná jako rychlost zpětné reakce



$$V_1 = V_2$$



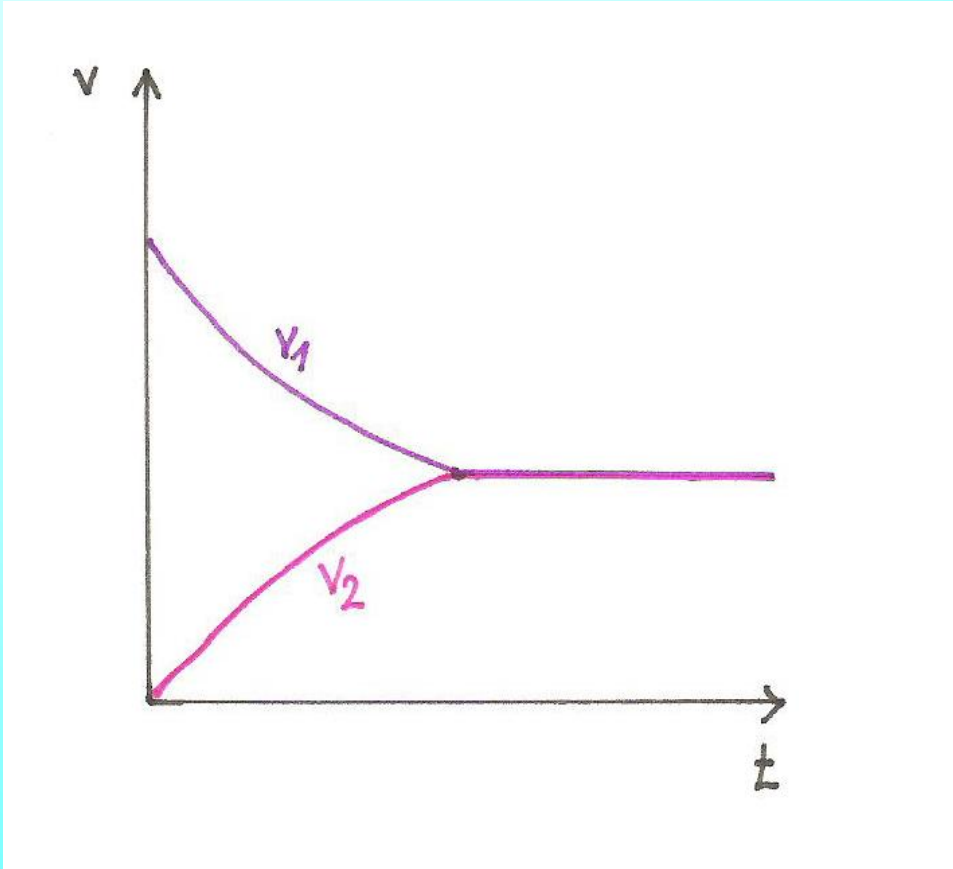
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Rychlost přímé a zpětné reakce v závislosti na době trvání reakce



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Ustavení chem. rovnováhy směsi vod. roztoku jodu s benzínem
Vpravo- před protřepáním, vlevo – po ustavení rovnováhy



Vyjádříme-li rychlosti obou reakcí pomocí kinetických rovnic, dostaneme vztah:

$$k_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b = k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$$



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = K_c$$

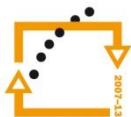
K_c rovnovážná konstanta reakce

Z výše odvozeného vztahu vyplývá
Guldberg-Waagův zákon:

Součin molárních koncentrací produktů (umocněných na příslušné stechiometrické koeficienty) dělený součinem molárních koncentrací reaktantů (umocněných na příslušné stechiometrické koeficienty) je pro danou reakci a teplotu konstantní.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Princip akce a reakce

(Le Chatelier- Braunův princip)

Jestliže dojde k porušení chemické rovnováhy vnějším zásahem (akcí), vyvolá se děj (reakce), který směřuje ke zrušení účinku tohoto vnějšího zásahu.

Chemickou rovnováhu lze porušit změnou reakčních podmínek (tlaku, objemu, teploty soustavy) nebo změnou koncentrace reaktantů či produktů.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Faktory ovlivňující chemickou rovnováhu:

- Koncentrace výchozích látek: zvýšením koncentrace výchozích látek se posune chemická rovnováha doprava (ve směru vzniku produktů) a naopak.
- Tlak a objem: zvýšením tlaku (a tedy snížením objemu) se posune chemická rovnováha na stranu menšího počtu částic a naopak.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

- Teplota: snížením teploty podpoříme exotermickou reakci a naopak zvýšením teploty podpoříme endotermickou reakci.

Poznámka:

Katalyzátor je faktor, který neovlivňuje chemickou rovnováhu!!!



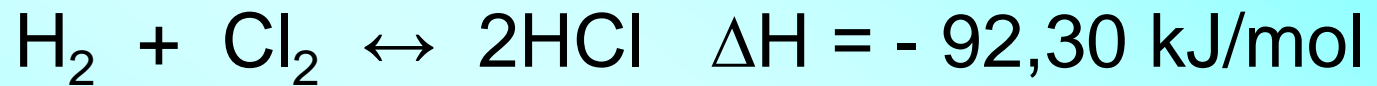
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Př. Výroba HCl probíhá podle rovnice:



Jak lze zvýšit molární koncentraci HCl?



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Odpověď:

- zvýšením molárních koncentrací H_2 a I_2
- snížením teploty (reakce je exotermická)

Poznámka:

Změna tlaku by posun rovnováhy vpravo (ve prospěch HCl) nezpůsobila, protože na obou stranách rovnice je stejný počet částic

(1 molekula vodíku + 1 molekula chlóru = 2 molekuly chlorovodíku)



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Příklady chemických rovnováh

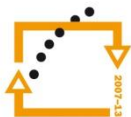
- 1) **Protolytická rovnováha:** ustavuje se v tzv. protolytických reakcích, které jsou typické přenosem vodíkového kationtu H^+ .

Látka, která uvolňuje H^+ , je v dané reakci kyselinou, a látka přijímající H^+ je zásadou.

Dvojice látek lišících se o H^+ se nazývá konjugovaný pár.



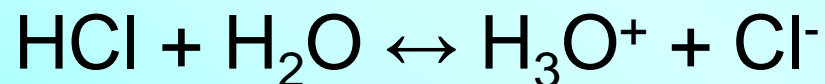
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Jestliže kyselina odštěpí H^+ , stane se z ní konjugovaná zásada.



HCl a Cl^- 1. konjugovaný pár

H_2O a H_3O^+ ... 2. konjugovaný pár



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

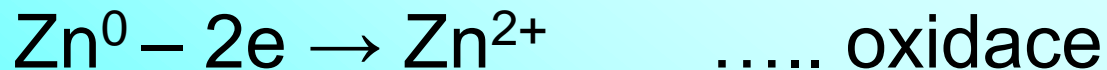
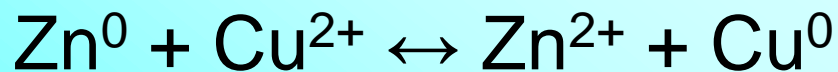
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

2) Redoxní rovnováha:

ustavuje se v redoxních reakcích, při nichž dochází k přenosu elektronů.

Dvojice částic lišících se o 1 nebo více elektronů, se nazývá redoxní pár.

Jestliže látka odevzdává elektrony, oxiduje se. Jestliže přijímá elektrony, redukuje se.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Seznam použité literatury a pramenů:

- Pacák,J. a kol.: Chemie II. Praha: SPN, 1985. 216 s. ISBN 80-04-24921-3.
- Honza,J. – Mareček,A.: Chemie pro čtyřletá gymnázia 1 díl. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998. 240 s. ISBN 80-7182-055-5.
- Autor:Jerry Crimson Mann, licence Creative Commons
http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Activation2_updated.svg&page=1, licence CC, (cit. 10. 2. 2013)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/File:CatalysisScheme.png>, licence PD, (cit. 10. 2. 2013)
- Ostatní necitované objekty (užité v tomto DUM) jsou dílem autora.
- Materiál je určen pro bezplatné užívání pro potřebu výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.
- Dílo smí být dále šířeno pod licencí CC BY-SA.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ