

# Vodík

Výskyt:

89 % vesmír;

0,88 % Země (tj. 15,4 at. %),

Zemská kůra 0,15 %

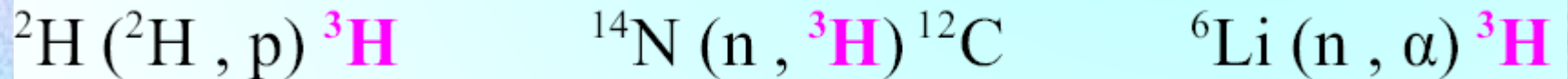
Izotop	H	D	T
Výskyt v přírodě	99,844 %	0,0156 %	
atomová hmotnost	1,007825	2,014102	3,016049
jaderná stabilita	stabilní	stabilní	$\beta$ - zářič o nízké energii $T_{1/2}=12,35$ let
teplota tání C	-259,193	-254,65	-252,53
teplota varu C	-252,76	-249,48	-248,11
disociační teplo [kJ mol <sup>-1</sup> ]	435,88	443,35	446,9

Pozn.:  ${}^2\text{H} \equiv \text{D}$  ;  ${}^3\text{H}$   $\equiv$  T

# Deuterium a tritium

**Deuterium** se získává elektrolýzou vody

Jaderné reakce vedoucí ke vzniku **tritia**



používá se k výrobě  
tritia

Skladování plynného tritia: ve formě **UT<sub>3</sub>** (tritid uranový)

Jeho tepelný rozklad při 400 °C vede k uvolnění plynného tritia



# Izotopový efekt

**Izotopový efekt** se vyskytuje u sloučenin, kde došlo k náhradě izotopu prvku izotopem jiné hmotnosti – změna hmotnosti částice pak má vliv na fyzikální vlastnosti sloučeniny.

Právě u vodíku jsou izotopové efekty nejvýraznější.

<b>Střední kinetická energie molekul plynu</b>	těžší molekuly se pohybují pomaleji
<b>Rychlost chemických reakcí</b>	reakce s těžšími izotopy probíhají jinou rychlostí
<b>Vibrace chemické vazby</b>	změna vlnočtu vibrace v molekulových spektrech
<b>Teplota tání</b>	lehká voda 0 °C, těžká voda 3,82 °C
<b>Rychlost difuze</b>	dělení izotopů uranu 235 + 238 (Grahamův zákon)

# Značení sloučenin deuteriem nebo tritiem

**Značení sloučenin těžšími izotopy vodíku** (specifické či nespecifické) vede ke vzniku sloučenin, které umožňuje sledovat osud tohoto izotopu v reakcích či nejrůznějších procesech a poznat tak jejich mechanismus.

Provádí se nejčastěji pouhým stykem dané sloučeniny se sloučeninou, která obsahuje těžší izotop vodíku – **izotopická výměna**.

**Toto značení bývá často nespecifické.**

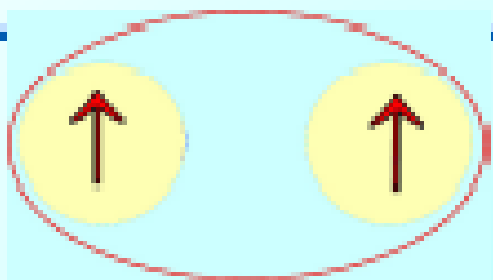


**Specifické značení** (izotop vodíku se u organické sloučeniny s více atomy vodíku nachází na žádaném místě)

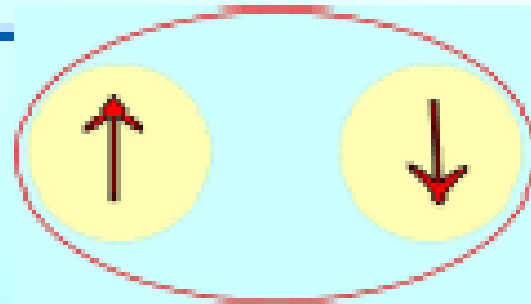
⇒ vyžaduje speciální a cílené syntetické přístupy.

# Jaderné izomery izotopů vodíku

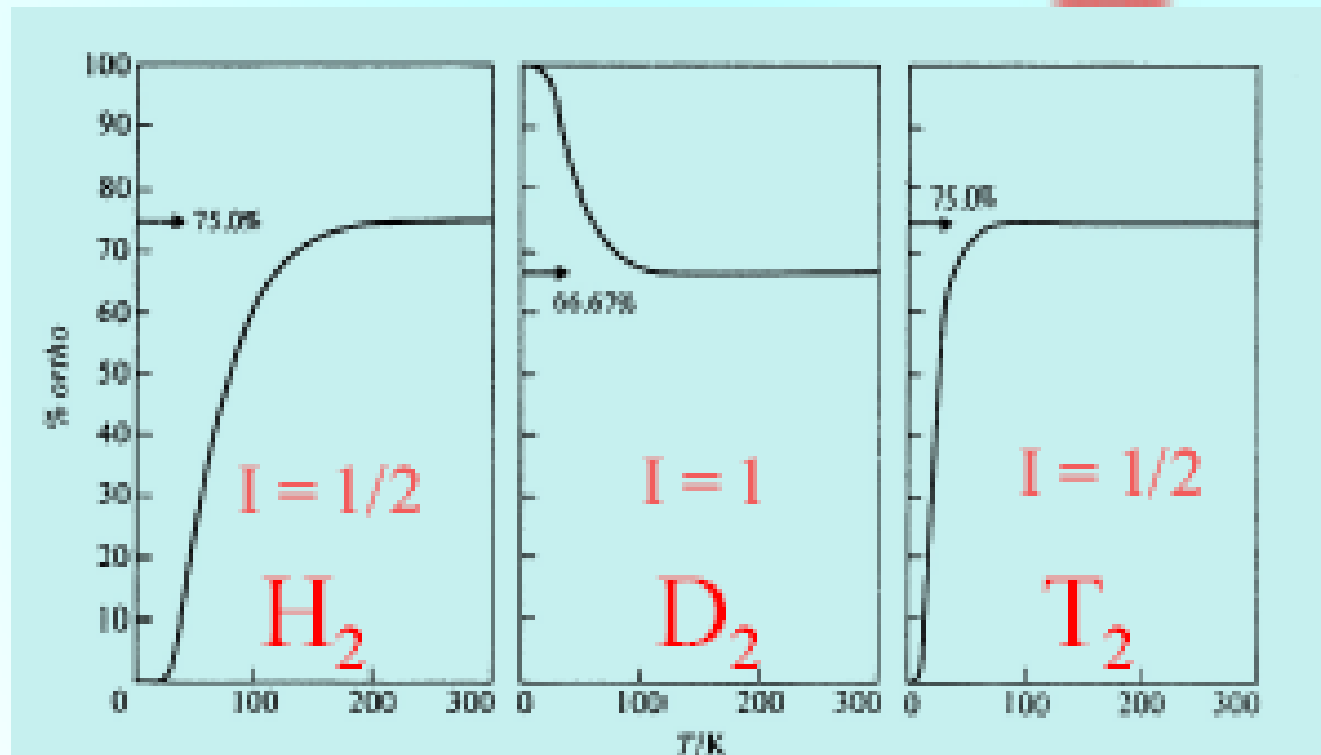
ortho-



para-



Jde o jaderné spiny

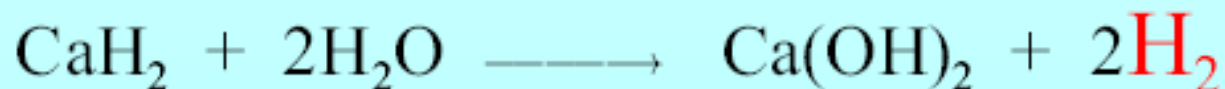
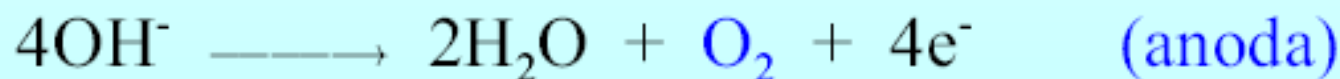
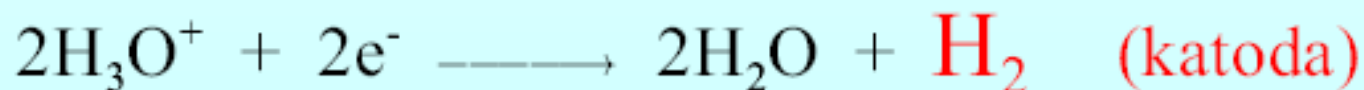
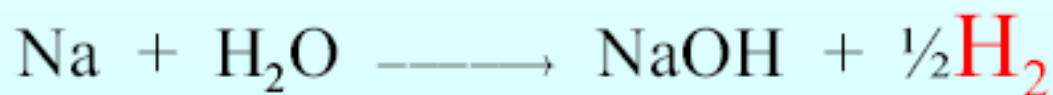


Pozn. Přeměna ortho → para je mírně exotermická ⇒ problémy s uskladněním kapalného vodíku

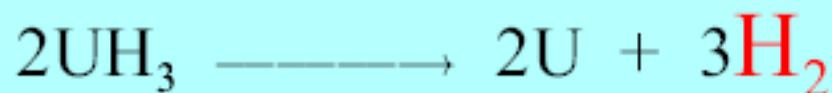
## Příprava vodíku (tj. v laboratoři)



"in statu nascendi"

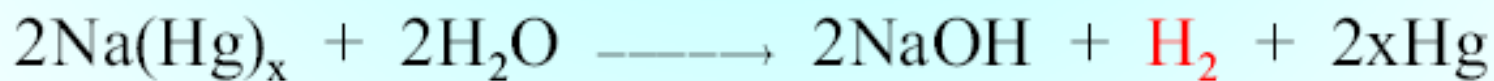
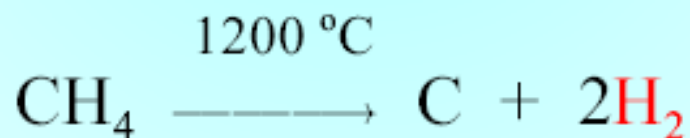
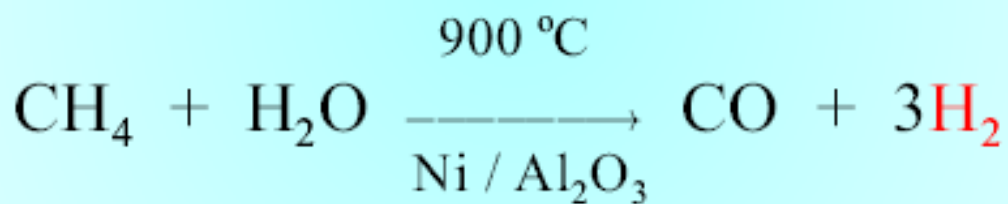
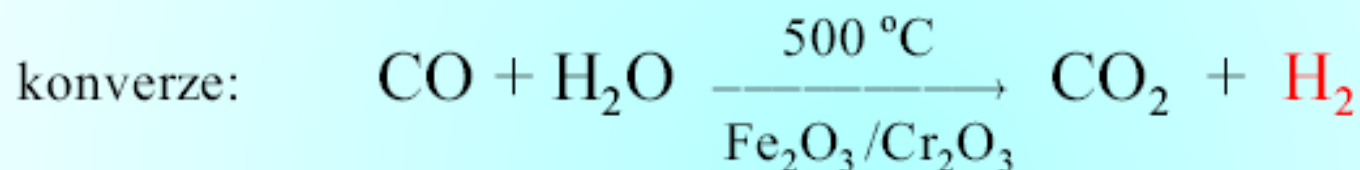
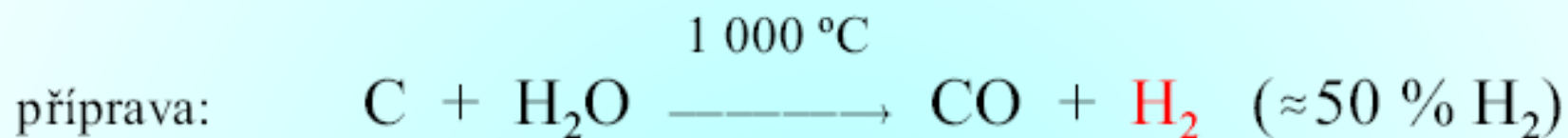


300 °C



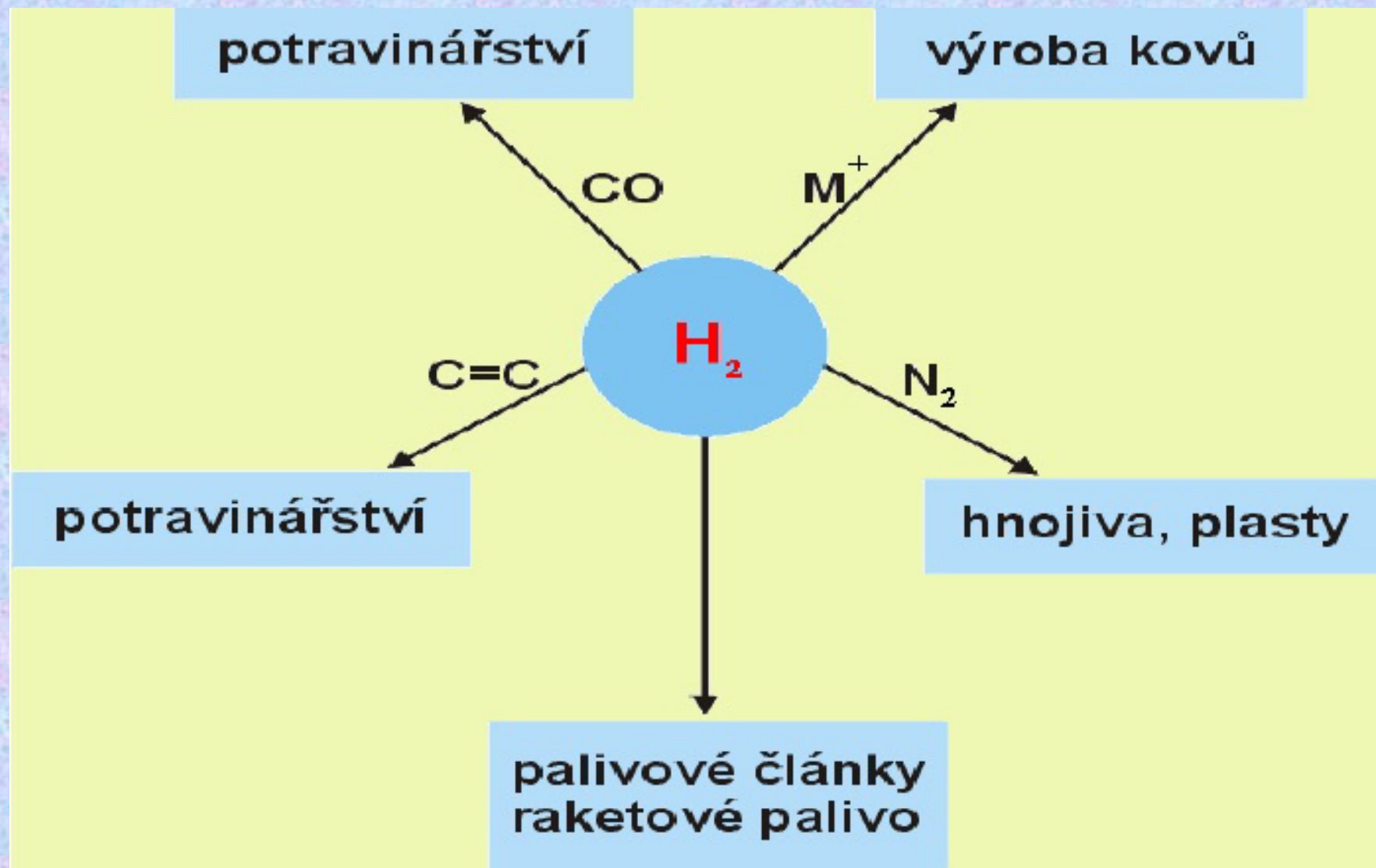
# Výroba vodíku (průmyslová)

vodní plyn



(rozklad sodíkového amalgámu při výrobě hydroxidu sodného)

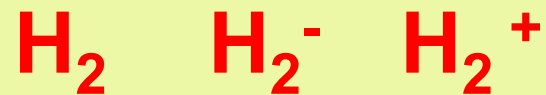
# Použití vodíku





# Vazebné možnosti vodíku

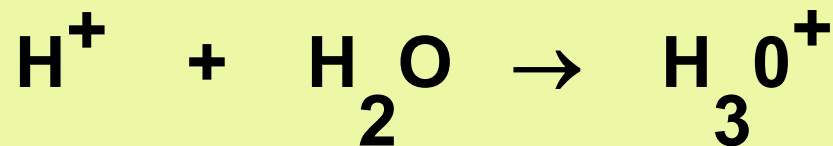
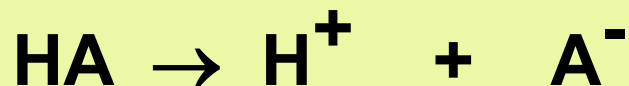
a) Tvorba molekulárních částic:



b) Tvorba atomových částic:

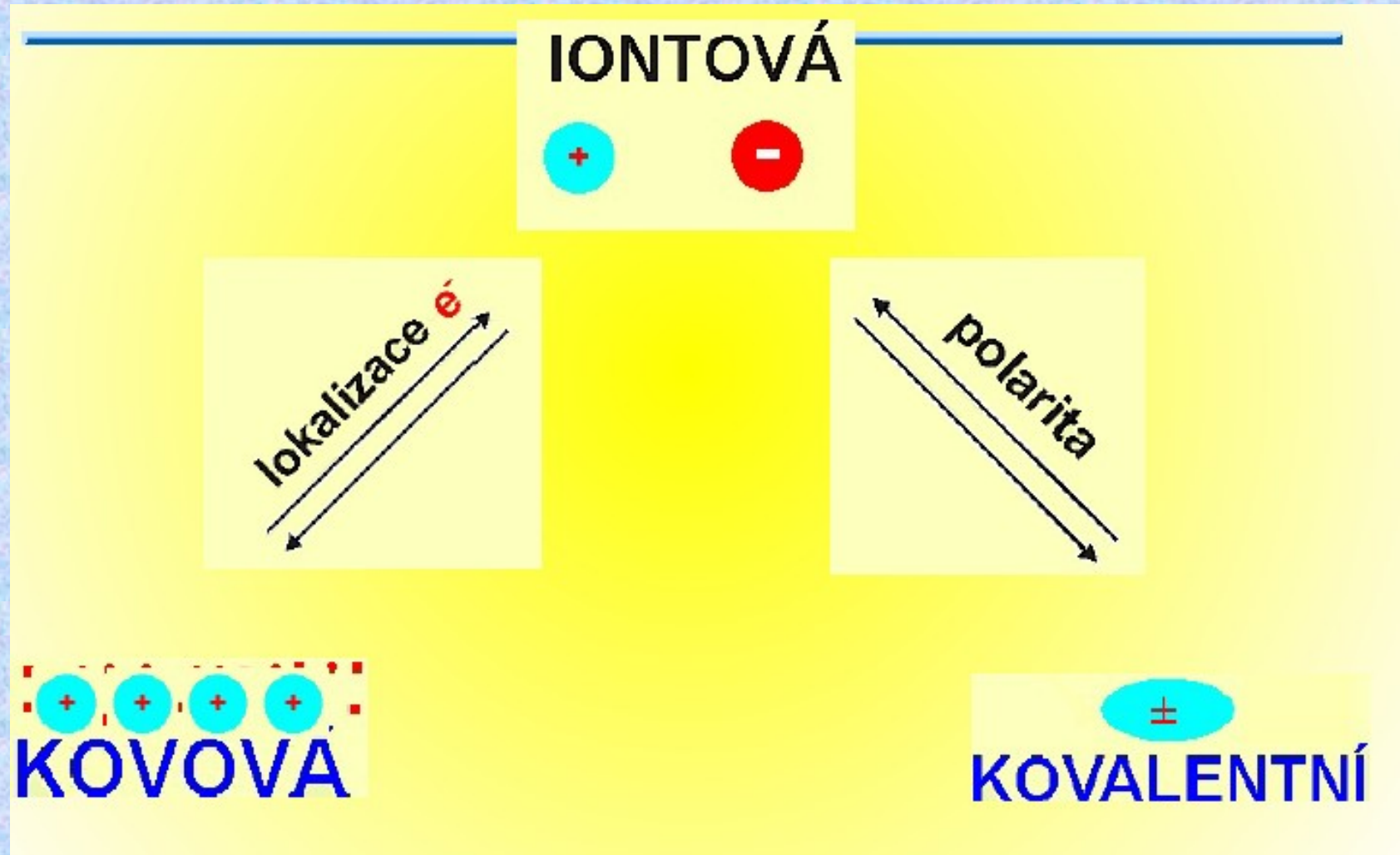
( $1,5 \cdot 10^{-3}$  pm, pro srovnání běžné rozměry atomů jsou 50 - 220 pm)

**H<sup>+</sup>** např. jako důsledek disociace kyselin, je velmi reaktivní a zpravidla hledá partnera pro stabilizaci



**H<sup>-</sup>** vyskytuje se v procesu disociace iontových hydridů v tavenině, např. NaH

# Vztah mezi vazbou iontovou, kovovou a kovalentní

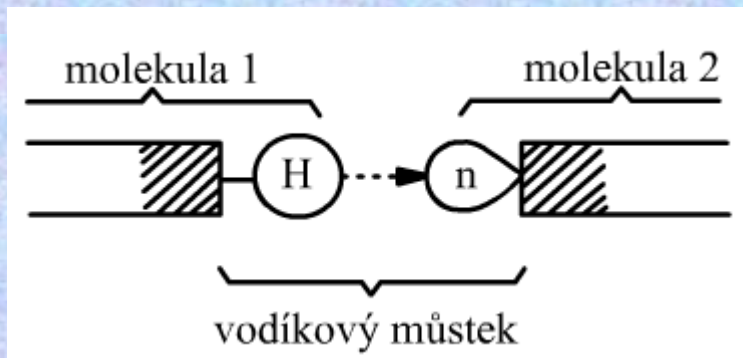


# Vazebné možnosti vodíku

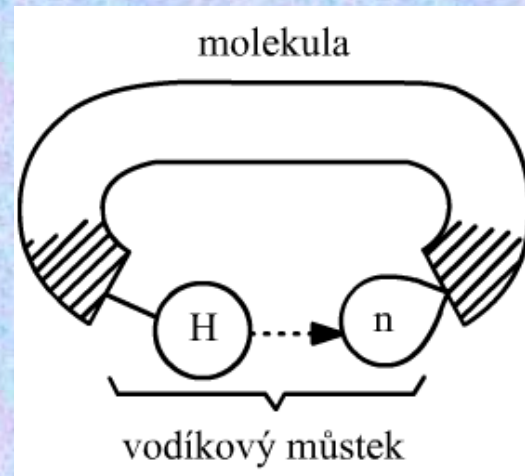
c) Tvorba vodíkových můstků:



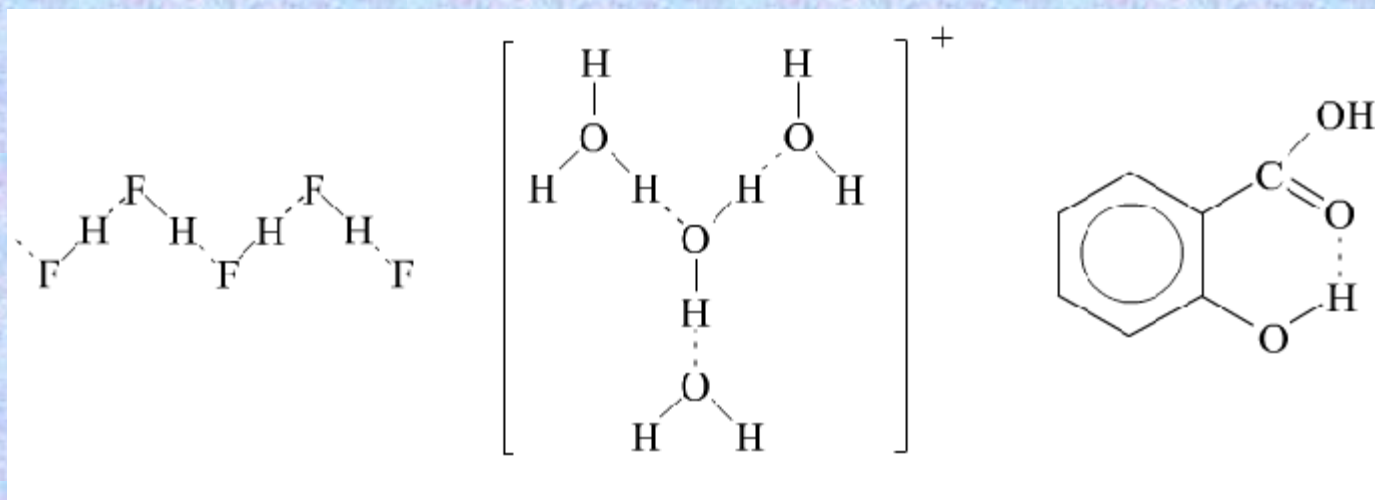
mají energii 10 – 60 kJ mol<sup>-1</sup>



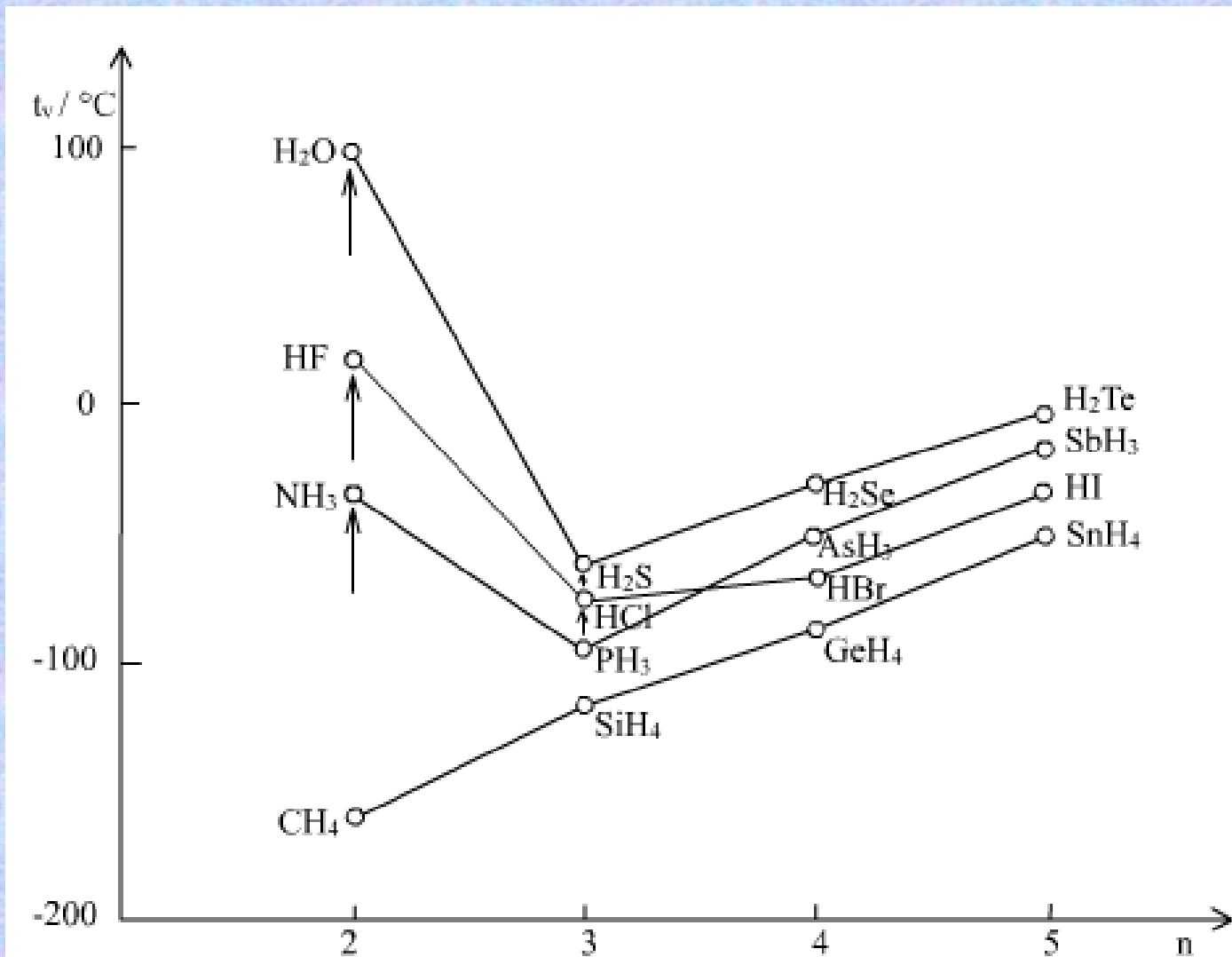
**intermolekulární**



**intramolekulární**



# Teplota varu některých binárních sloučenin vodíku jako důsledek existence vodíkových můstků



# Reaktivita vodíku

## a) Redukční vlastnosti (typické)



## b) Oxidační vlastnosti (iontové hydridy)



# Binární sloučeniny vodíku (hydridy)

Iontové - 1., 2. a 3. skupina,  $\text{LnH}_2$  ( $\text{Ln}^{\text{III}}\text{H}_2\text{e}^-$ )

Přechodné - 4. a 5. skupina,  $\text{LnH}_3$

Kovové - Cr, Ni, Pd, ... (tuhé roztoky)

Kovalentní

Molekulové  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ , .....

Polymerní Be, Mg, 12. a 13. skupina

**Iontové hydridy** - výrazné redukční vlastnosti (podobně jako samotný sodík)

