

# ВОДОРОД

---

# Водород в ПС

<b>1</b>	<b>2</b>			<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>H</b>								<b>(H)</b>	He
Li	Be			B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg			Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	<i>d</i> -block		Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr			In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba			Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra								

# Водород – общие сведения

Простейший атом: 1 протон, 1 электрон



Двойственное положение в ПС

1 группа

Имеет 1 валентный электрон – аналогия с щелочными металлами

17 группа

Требуется 1

валентный электрон до достижения оболочки инертного газа – аналогия с галогенами

Самый распространенный элемент во Вселенной – 90% атомов, 75% массы

# Изотопы водорода

	$^1\text{H}$	$^2\text{H}$ (D)	$^3\text{H}$ (T)
название	протий	дейтерий	тритий
распростр. в природе	99.984 %	0.016 %	$10^{-15}$ %
масса изотопа	1.0078	2.0141	3.0160
период полураспада	стабилен	стабилен	12.3 года
спин ядра	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$

$^3_1\text{T} \rightarrow ^2_2\text{He} + ^0_{-1}\text{e}$   
распад трития



**В.И. Горшков  
(1930-2008)**

$$E_{\text{св}}(\text{H-H}) - E_{\text{св}}(\text{D-D}) = 7.76 \text{ кДж/моль}$$

	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{D}_2\text{O}$
т. пл., °C	0	3.83
т. кип., °C	100	101.42
$d_{\text{max}}$ , г/см <sup>3</sup>	1	1.1053
$K_w$ (298)	$1 \cdot 10^{-14}$	$2 \cdot 10^{-15}$



“тяжелая”  
вода

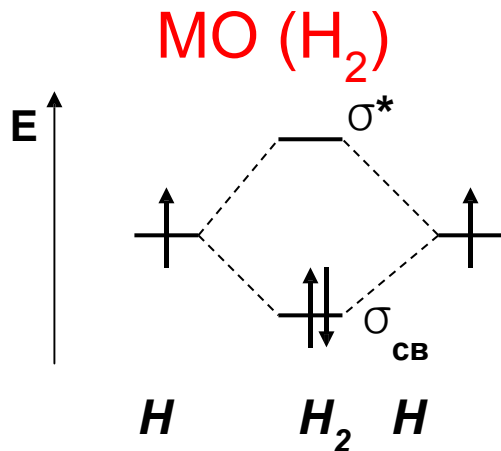
# Молекулярный водород

$H_2$  газ без цвета, запаха и вкуса

Плохо растворим во всех растворителях

Т.пл. =  $-259.3$  °C (13.7 K); Т.кип. =  $-252.7$  °C (20.3 K)

$\Delta_{ат} H_{0298} = 435$  кДж/моль

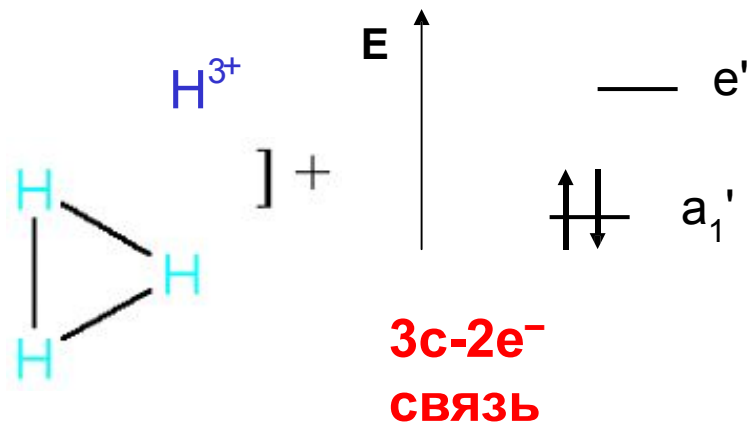


$d(H-H) = 74$  pm

Молекулярные ионы:

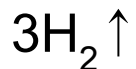
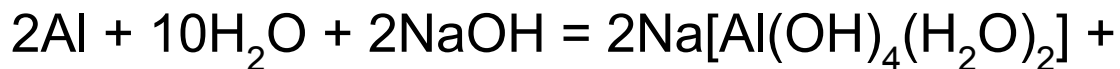
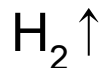
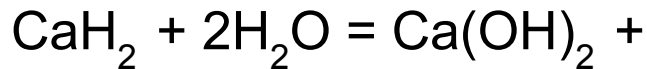
$H_2^+$ :  $(\sigma_{CB})^1$  к.с. = 1/2

$H_2^-$ :  $(\sigma)^2(\sigma^*)^1$  к.с. = 1/2

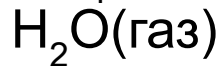


# Получение и свойства водорода

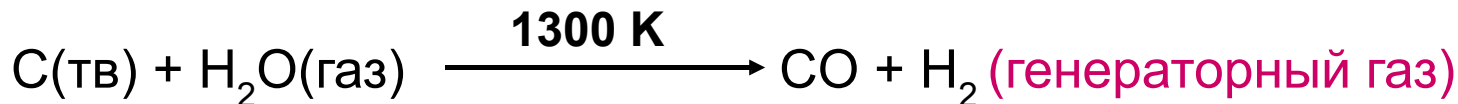
## 1. Получение в лаборатории



Ni

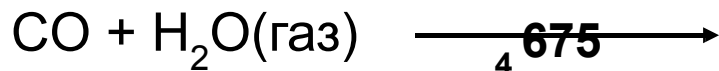


(риформинг)

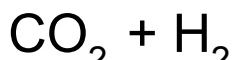


Fe<sub>3</sub>O

$\Delta_r H^0_{298} = 131$   
кДж/моль



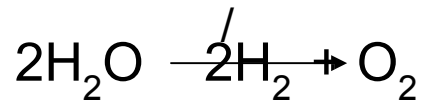
к



$\Delta_r H^0_{298} = -41$  кДж/моль

# Получение и свойства водорода

## 3. Электролиз воды

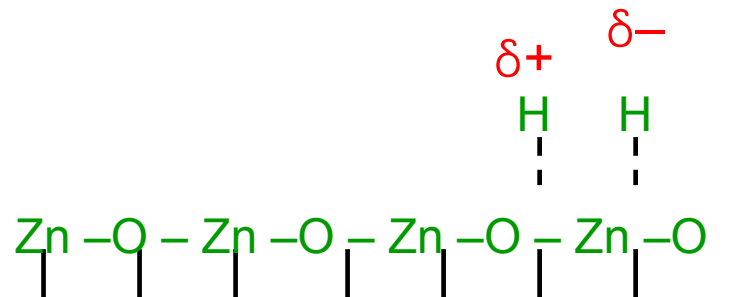
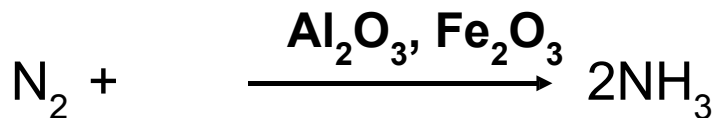
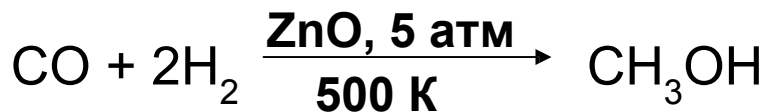


## 4. Низкая реакционная способность

$T_{\text{ат}} = 2000 \text{ K}$ . На холоду в темноте реагирует только с  $\text{F}_2$

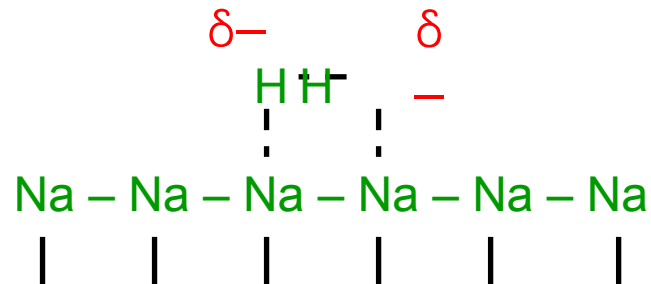
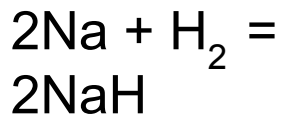


## 5. Активация гетеролитической диссоциации

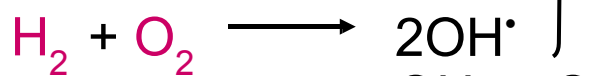
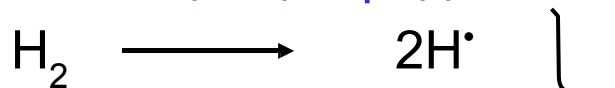


# Получение и свойства водорода

## 6. Активация гомолитической диссоциации



## 7. Инициация радикалов



инициирование

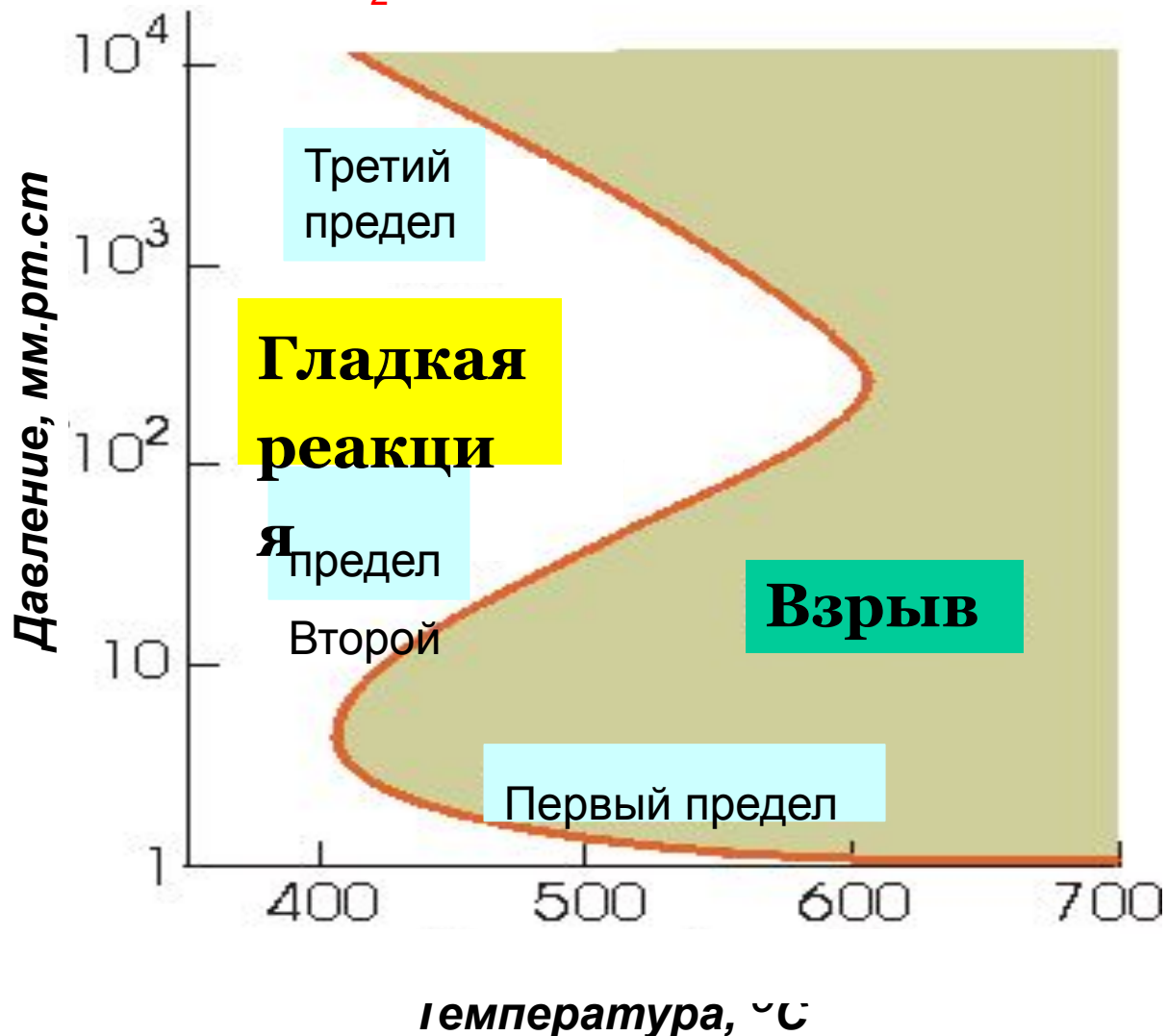
1)  $t^\circ$   
2)  $h\nu$   
3) /

разветвление

развитие



# Взрывоопасность водорода



# Применение водорода

