

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K	H <sup>1</sup>																	He <sup>2</sup>
L	Li <sup>3</sup>	Be <sup>4</sup>											B <sup>5</sup>	C <sup>6</sup>	N <sup>7</sup>	O <sup>8</sup>	F <sup>9</sup>	Ne <sup>10</sup>
M	Na <sup>11</sup>	Mg <sup>12</sup>											Al <sup>13</sup>	Si <sup>14</sup>	P <sup>15</sup>	S <sup>16</sup>	Cl <sup>17</sup>	Ar <sup>18</sup>
N	K <sup>19</sup>	Ca <sup>20</sup>	Sc <sup>21</sup>	Ti <sup>22</sup>	V <sup>23</sup>	Cr <sup>24</sup>	Mn <sup>25</sup>	Fe <sup>26</sup>	Co <sup>27</sup>	Ni <sup>28</sup>	Cu <sup>29</sup>	Zn <sup>30</sup>	Ga <sup>31</sup>	Ge <sup>32</sup>	As <sup>33</sup>	Se <sup>34</sup>	Br <sup>35</sup>	Kr <sup>36</sup>
O	Rb <sup>37</sup>	Sr <sup>38</sup>	Y <sup>39</sup>	Zr <sup>40</sup>	Nb <sup>41</sup>	Mo <sup>42</sup>	Tc <sup>43</sup>	Ru <sup>44</sup>	Rh <sup>45</sup>	Pd <sup>46</sup>	Ag <sup>47</sup>	Cd <sup>48</sup>	In <sup>49</sup>	Sn <sup>50</sup>	Sb <sup>51</sup>	Te <sup>52</sup>	I <sup>53</sup>	Xe <sup>54</sup>
P	Cs <sup>55</sup>	Ba <sup>56</sup>		Hf <sup>72</sup>	Ta <sup>73</sup>	W <sup>74</sup>	Re <sup>75</sup>	Os <sup>76</sup>	Ir <sup>77</sup>	Pt <sup>78</sup>	Au <sup>79</sup>	Hg <sup>80</sup>	Tl <sup>81</sup>	Pb <sup>82</sup>	Bi <sup>83</sup>	Po <sup>84</sup>	At <sup>85</sup>	Rn <sup>86</sup>
Q	Fr <sup>87</sup>	Ra <sup>88</sup>		Rf <sup>104</sup>	Db <sup>105</sup>	Sg <sup>106</sup>	Bh <sup>107</sup>	Hs <sup>108</sup>	Mt <sup>109</sup>	Ds <sup>110</sup>	Rg <sup>111</sup>	Cn <sup>112</sup>	Nh <sup>113</sup>	Fl <sup>114</sup>	Mc <sup>115</sup>	Lv <sup>116</sup>	Ts <sup>117</sup>	Og <sup>118</sup>

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

- Alkalické kovy
- Lanthanoidy
- Přechodné kovy
- Polokovy
- Halogeny
- Kovy alkalických zemin
- Aktinoidy
- Kovy
- Nekovy
- Vzácné plyny



**PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA**  
Univerzita Karlova

## Anorganická chemie I (a)

Několik slov úvodem

Jan Kotek, 2. 10. 2018

# Přednášející



Jan Kotek



Petr Hermann



David Havlíček



Václav Tyrpekl



Jiří Schulz



# Anorganická chemie je to...

## ... co zajímá anorganické chemiky

Leopold Gmelin  
(1788–1853)

Friedrich Konrad Beilstein  
(1838–1906)

The periodic table is color-coded by groups: Alkalické kovy (green), Kovy alkalických zemin (light green), Lanthanoidy (light blue), Aktinoidy (dark blue), Přechodné kovy (medium blue), Kovy (purple), Polokovy (pink), Nekovy (red), Halogeny (magenta), and Vzácné plyny (light pink). A red vertical line is drawn between Be and B, and a red horizontal line is drawn between As and Se.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K	H																	He
L	Li	Be								B	C	N	O	F			Ne	
M	Na	Mg								Al	Si	P	S	Cl			Ar	
N	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
O	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
P	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Q	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
				57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
				La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
				89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
				Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Alkalické kovy    Lanthanoidy    Přechodné kovy    Polokovy    Halogeny  
Kovy alkalických zemin    Aktinoidy    Kovy    Nekovy    Vzácné plyny

[www.chemickeprvky.cz](http://www.chemickeprvky.cz)



# Anorganická chemie I (a) a II (a)

## ... a co bude zajímat nás?

### Obecná část

- Struktura atomů a molekul
- Atomové a molekulové orbitály
- Chemická vazba
- Tvary molekul
- Bodové grupy symetrie
- Prostorové grupy symetrie
- Geometrie krystalové mřížky
- Základní strukturní typy
- Základní typy reakcí

### Systematická část

- Prvky hlavních skupin
- Přechodné prvky
- Vnitřně přechodné prvky
- Koordinační sloučeniny
- Speciální kapitoly  
(katalýza, organometalické sloučeniny, radiofarmaka, ionty kovů v biochemii, chemie pevné fáze...)



# Anorganická chemie I (a)

## ... a co bude zajímat nás v tomto semestru?

### Obecná část

- Struktura atomů a molekul
- Atomové a molekulové orbitály
- Chemická vazba
- Tvary molekul
- Bodové grupy symetrie
- Prostorové grupy symetrie
- Geometrie krystalové mřížky
- Základní strukturní typy
- Základní typy reakcí

### Systematická část

- Vodík
- Kyslík
- Vzácné plyny
- Halogeny
- Chalkogeny
- Pentely (pniktidy)

Legend for the periodic table:

- Alkalické kovy
- Kovy alkalických zemin
- Lanthanoidy
- Aktinoidy
- Přechodné kovy
- Kovy
- Polokovy
- Nekovy
- Halogeny
- Vzácné plyny



# Anorganická chemie I (a)

## ... podmínky úspěšného splnění předmětu

### Zápočet:

- názvosloví
- periodická tabulka
- chemické rovnice
- stechiometrické výpočty

úspěšné napsání dvou průběžných testů (každý  $\geq 60\%$ )

nebo

úspěšné napsání zápočtového testu (v zápočtovém týdnu,  $\geq 60\%$ )

### Zkouška:

úspěšné napsání zkouškového testu ( $\geq 60\%$ )

složení ústní části  
(k ústní části připuštěni studenti s  $\geq 50\%$ )



# Vzor zkouškového testu

Σ80

80-73... ①  
72-65... ②  
64-48... ③

Anorganická chemie I(a), zkouškový test verze 1

Jméno: JAK KOTEK  
Datum: 20.12.13

1) Napište příslušné názvy nebo vzorce.

Vzorec	Název
$\text{HSO}_3\text{Cl}$	kysečina chlorsírová ✓
$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	mocovina ✓
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Br}$	bromid tetraammin-dichloridokobaltitý ✓
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	pentahydrát thiosíranu sodného ✓
$\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ ✓	azid olovnatý
$\text{Ca}_3\text{P}_2$ ✓	fosfid vápenatý
$\text{H}_6\text{TeO}_6$ ✓	kysečina hexahydrogentellurová
$\text{Ce}(\text{BH}_4)_3$ ✓	tetrahydridoboritan ceritý

8

2) Určete prvky, které mají následující elektronové konfigurace. Do elektronové konfigurace doplňte odpovídající předchozí vzácný plyn.

Konfigurace	Prvek
$[\text{Kr}]4s^23d^{10}4p^1$	gallium ✓
$[\text{Ne}]3s^23p^2$	křemík ✓
$[\text{Xe}]6s^24f^{14}5d^1$	wolfram ✓
$[\text{Kr}]5s^24d^1$	technecium ✓

8

3) Určete počet nepárových elektronů v následujících atomech a iontech:

Atom/ion	Počet nepárových elektronů
N	3 ✓
Al	1 ✓
$\text{Cu}^{2+}$	1 ✓
$\text{S}^{2-}$	0 ✓

4

Σ20

4) Seřadte následující prvky podle rostoucí hodnoty 1. ionizační energie: He, Na, Ar, Zn, Cs.

Cs	<	Na	<	Zn	<	Ar	<	He
----	---	----	---	----	---	----	---	----

3 ✓

5) Seřadte ionty podle rostoucí velikosti:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ .

$\text{Be}^{2+}$	<	$\text{Mg}^{2+}$	<	$\text{Na}^+$	<	$\text{F}^-$	<	$\text{Cl}^-$
------------------	---	------------------	---	---------------	---	--------------	---	---------------

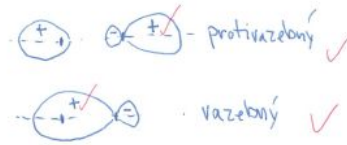
3 ✓

6) Seřadte molekuly a ionty podle stoupající energie vazby:  $\text{Li}_2$ ,  $\text{Be}_2^+$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{O}_2^+$ ,  $\text{N}_2$ .

$\text{Be}_2^+$	<	$\text{Li}_2$	<	$\text{O}_2$	<	$\text{O}_2^+$	<	$\text{N}_2$
-----------------	---	---------------	---	--------------	---	----------------	---	--------------

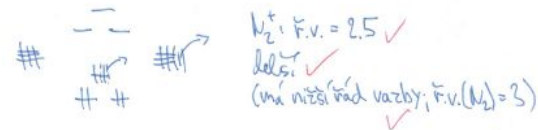
3 ✓

7) Nakreslete tvar molekulových orbitalů (vazebného a protivazebného) vznikajících vzájemným překryvem atomových orbitalů s a p. Vyznačte znaménka vlnových funkcí a nodální roviny (spojnice atomů je osa z).



4

8) Na základě teorie MO-LCAO určete řád vazby v iontu  $\text{N}_2^+$ . Bude tato vazba delší než v molekule  $\text{N}_2$ ? Odpověď zdůvodněte.



3

9) Na základě teorie VSEPR urči tvar molekul/iontů a nakresli je:

Sloučenina:	$\text{HgCl}_2$	$\text{PF}_6^-$	$\text{AsF}_3$	$\text{ICl}_4^-$
Tvar:	lineární ✓	oktaedr ✓	trigonální pyramida ✓	čtverec ✓
Struktura:				

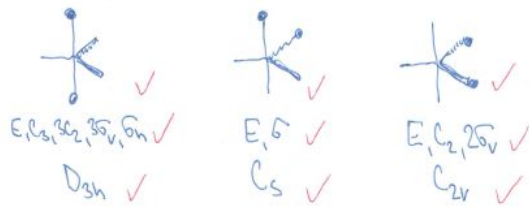
4

Σ20



10) Kolik izomerů může mít sloučenina  $\text{PF}_3\text{Cl}_2$ ? Pro každý z izomerů určete všechny jeho prvky symetrie a bodovou grupu symetrie, do které daná molekula přísluší.

3 izomery



9

11) Která z halogenvodíkových kyselin je nejsilnější a proč?

HI ✓

největší anion = malá odhota vázat  $\text{H}^+$  (malá plynatost)

1

12) Popište základní charakteristiky ortorombické soustavy.

$a \neq b \neq c$  ✓

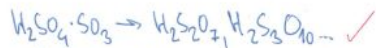
$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$  ✓

2

13) Doplňte a vyřešte níže uvedené rovnice:



14) Při výrobě kyseliny sirové kontaktním způsobem je důležitým meziproduktem tzv. oleum. Jaké má přibližné chemické složení? Uveďte důvod tohoto kroku při vlastní výrobě.



velké reakční teplo  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  by dělalo problémy při zkrácení, proto se  $\text{SO}_3$  rozpouští do  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ✓

2

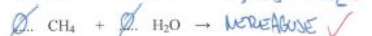
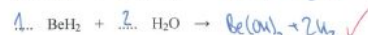
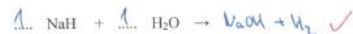
Σ 20

15) Které z následujících interhalových sloučenin existují?

Sloučenina:	$\text{ClF}_3$	$\text{FCl}$	$\text{BrCl}_5$	$\text{BrI}_3$	$\text{IBr}_3$
Existence (A/N):	A ✓	A ✓	N ✓	N ✓	N ✓

5

16) Napište, zda a jak reagují následující hydridy s vodou. Rovnice vyřešte.



4

17) Molekulám  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$  a  $\text{CH}_4$  přiřaďte následující hodnoty valenčních úhlů HXH:  $109,5^\circ$ ,  $107^\circ$ ,  $104,5^\circ$ ,  $93,5^\circ$ ,  $92^\circ$ .

Sloučenina:	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{NH}_3$	$\text{PH}_3$	$\text{AsH}_3$	$\text{CH}_4$
Úhel:	$104,5^\circ$ ✓	$107^\circ$ ✓	$93,5^\circ$ ✓	$92^\circ$ ✓	$109,5^\circ$ ✓

5

18) Určete koordinační číslo kationtů a koordinační tvar aniontů v  $\text{CsBr}$ . Iontové poloměry jsou  $r(\text{Cs}^+) = 169 \text{ pm}$ ,  $r(\text{Br}^-) = 195 \text{ pm}$ .

$$\frac{169}{195} = 0,867$$

$$1 > 0,867 > 0,735 \Rightarrow \text{kč.} = 8 \text{ krychlové oktalí} \checkmark$$

2

19) Kovy sodík má krychlovou prostorově centrovanou krystalovou strukturu,  $a = 4,29 \text{ \AA}$ . Vypočítejte hustotu sodíku.

$$\rho = \frac{z \cdot M(\text{Na})}{N_A \cdot a^3} = \frac{2 \cdot 23 \text{ g}}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 4,29^3 \text{ \AA}^3} = 9,68 \cdot 10^{-25} \text{ g/\AA}^3 = 0,968 \text{ g/cm}^3 \checkmark$$

2

20) Napište dvě rovnice přípravy oxidu siřičitého.



2

Σ 20





# Studijní materiály

- Moodle
- SIS
- Z. Mička, I. Lukeš: *Teoretické základy anorganická chemie*, Karolinum, 2007 [dříve Anorganická chemie I (Teoretická část)]
- I. Lukeš: *Systematická anorganická chemie*, Karolinum, 2009 [dříve Anorganická chemie II (Systematická část)]
- N. N. Greenwood, A. Earnshaw: *Chemie prvků I, II*, Informatorium, 1993
- J. Klikorka, B. Hájek, J. Votinský: *Obecná a anorganická chemie*, SNTL / Alfa, 1985, 1989
- C. E. Housecroft, A. G. Sharpe: *Anorganická chemie*, překlad 4. vydání, VŠCHT Praha, 2014
- D. F. Shriver, P. W. Atkins: *Inorganic Chemistry*, 3rd Ed., Oxford University Press, 1999
- A. F. Holleman, E. Wiberg: *Inorganic Chemistry*, Academic Press, 1995
- C. E. Housecroft, A. G. Sharpe: *Inorganic Chemistry*, 5th Ed., Wiley, 2011



**Díky za pozornost!**

