

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

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
- Vzácne 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 the second and third columns. A red box highlights the elements C, N, O, F, Si, P, S, Cl, Ge, As, Se, Br, and Te.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
K 1 H																	2 He
L 3 Li	4 Be									5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne		
M 11 Na	12 Mg									13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
N 19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
O 37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
P 55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
Q 87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

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

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)

The periodic table is color-coded to show various groups of elements. The legend below the table defines the colors:

- Alkalické kovy (Alkali metals): Light green
- Kovy alkalických zemin (Alkaline earth metals): Yellow-green
- Lanthanoidy (Lanthanoids): Light blue
- Aktinoidy (Actinoids): Dark blue
- Přechodné kovy (Transition metals): Medium blue
- Kovy (Metals): Purple
- Polokovy (Metalloids): Pink
- Nekovy (Non-metals): Red
- Halogeny (Halogens): Light pink
- Vzácné plyny (Noble gases): Very light pink



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
HSO_3Cl	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 ✓
Ca_3P_2 ✓	fosfid vápenatý ✓
H_6TeO_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 ✓
Cu^{2+}	1 ✓
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: Na^+ , Mg^{2+} , Be^{2+} , F^- , Cl^- .

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

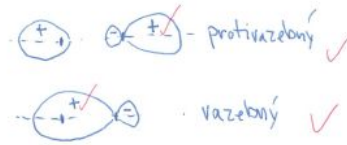
3 ✓

6) Seřadte molekuly a ionty podle stoupající energie vazby: Li_2 , Be_2^+ , O_2 , O_2^+ , N_2 .

Be_2^+	<	Li_2	<	O_2	<	O_2^+	<	N_2
-----------------	---	---------------	---	--------------	---	----------------	---	--------------

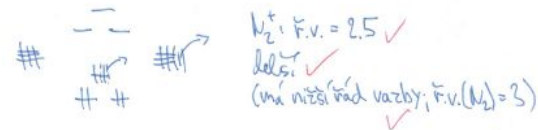
3 ✓

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 N_2^+ . Bude tato vazba delší než v molekule N_2 ? Odpověď zdůvodněte.



3

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

Sloučenina:	HgCl_2	PF_6^-	AsF_3	ICl_4^-
Tvar:	lineární ✓	oktaedr ✓	trigonální pyramida ✓	čtverec ✓
Struktura:				

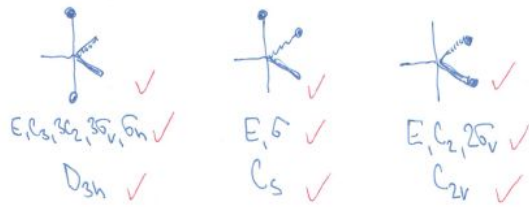
4

Σ20



10) Kolik izomerů může mít sloučenina PF_3Cl_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 odota vázat H^+ (malá pnutí)

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 sírové kontaktním způsobem je důležitým meziproduktem tzv. oleum. Jaké má přibližné chemické složení? Uveďte důvod tohoto kroku při vlastní výrobě.

$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7, \text{H}_2\text{S}_3\text{O}_{10} \dots$ ✓
 velké reakční teplo $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ by dělalo problémy při zkrácení, proto se SO_3 rozpouští do H_2SO_4 ✓

2

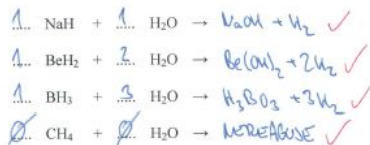
Σ 20

15) Které z následujících interhalových sloučenin existují?

Sloučenina:	ClF_3	FCl	BrCl_5	BrI_3	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 H_2O , NH_3 , PH_3 , AsH_3 a CH_4 přiřaďte následující hodnoty valenčních úhlů HXH: $109,5^\circ$, 107° , $104,5^\circ$, $93,5^\circ$, 92° .

Sloučenina:	H_2O	NH_3	PH_3	AsH_3	CH_4
Úhel:	$104,5^\circ$ ✓	107° ✓	$93,5^\circ$ ✓	92° ✓	$109,5^\circ$ ✓

5

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

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

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

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!

