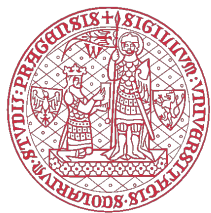


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 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
- 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 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)

Legend:

- 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 zkuškového testu

Σ80

80-73... ①
72-65... ②
64-48... ③

Anorganická chemie I(a), zkuškový test verze 1

Jméno: JAN 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^- |
|------------------|---|------------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|

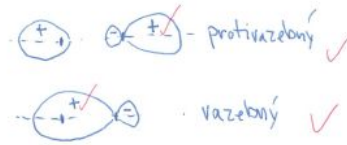
3 ✓

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 |
|-----------------|---|---------------|---|--------------|---|----------------|---|--------------|

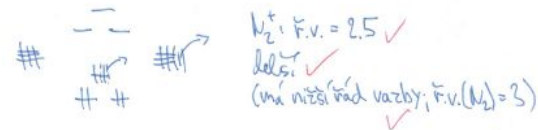
3 ✓

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: | | | | |

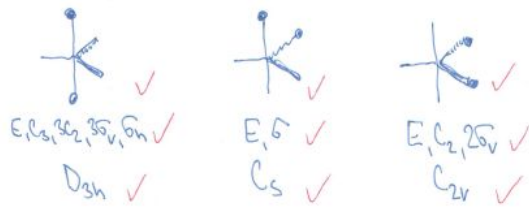
4

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 plynatose)

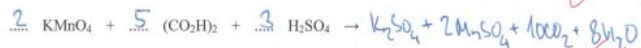
1

12) Popište základní charakteristiky ortorombické soustavy.

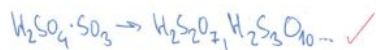
$a \neq b \neq c$ ✓
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ ✓

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 SO_3 rozpouští do H_2SO_4 ✓

2

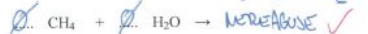
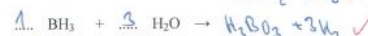
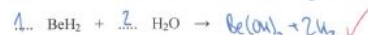
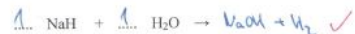
Σ 20

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

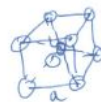
18) Určete koordinační číslo kationtů a koordinační tvar aniontů v CsBr . Iontové poloměry jsou $r(\text{Cs}^+) = 169 \text{ pm}$, $r(\text{Br}^-) = 195 \text{ pm}$.

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

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

2

19) Kovový 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!

