

1. Napíšte najpravdepodobnejší (dominantný) elektrónový štruktúrny vzorec (à 0,5 bodu), tvar (à 0,5 bodu) a názov molekúl (à 0,5 bodu).

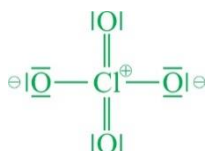
a) XeO₃

trigonálna pyramída
oxid xenónový

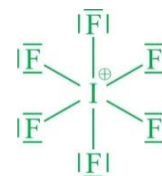
b) H₂O₂

priestorový tvar
peroxid vodíka

2. Napíšte najpravdepodobnejší (dominantný) elektrónový štruktúrny vzorec (à 0,5 bodu), formálne náboje (à 0,5 bodu) a názov častíc (à 0,5 bodu).

a) ClO₄⁻

anión chloristanový

b) IF₆⁺

katión hexafluorjodónia(1+),
katión hexafluorjodóniový(1+),
hexafluorjodónium(1+)

3. Napíšte najpravdepodobnejší (dominantný) elektrónový štruktúrny vzorec (à 0,5 bodu) a tvar (à 0,5 bodu) molekúl.

a) difluorid dikyslíka



priestorový tvar

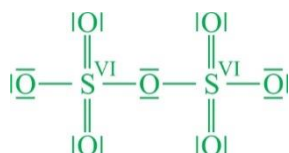
b) dichlorid-oxid siričitý, chlorid tionylu



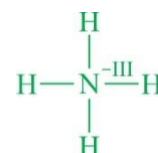
deformovaná trigonálna pyramída

4. Napíšte najpravdepodobnejší (dominantný) elektrónový štruktúrny vzorec (à 0,5 bodu) a oxidačné stavy stredových atómov (à 0,5 bodu) častíc.

a) anión disíranový(2-)



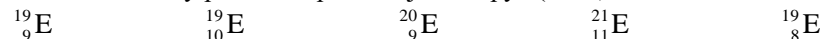
b) katión amónny



1A. Porovnajme hmotnosť protónu, neutrónu a elektrónu. Ktoré častice podstatným spôsobom prispievajú k hmotnosti atómu, a ktoré k chemickým vlastnostiam atómu? (1 bod)

Hmotnosť protónu a neutrónu je veľmi podobná. Každá z týchto častíc má približne 1800-krát väčšiu hmotnosť ako elektrón. Hmotnosť atómu je sústredená v jadre, ktoré je tvorené protónmi a neutrónmi. Chemické vlastnosti atómu sú najviac ovplyvnené elektrónmi.

2A. Ktoré značky prvku E reprezentujú izotopy? (1 bod)



Izotopi sú ${}^9_{19}\text{E}$ a ${}^9_{20}\text{E}$, pretože majú rovnaké atómové číslo a rôzne nukleónové číslo.

3A. Elektrón v atóme má hlavné kvantové číslo $n = 2$. Napíšte všetky možné hodnoty vedľajšieho kvantového čísla l a magnetického kvantového čísla m_l pre tento elektrón. (1 bod)

$$l = 0, m_l = 0$$
$$l = 1, m_l = -1, 0, 1$$

4A. Pre každý pár orbitálov vo viacelektrónovom atóme vyberte orbitál s vyššou hodnotou energie.

(1,5 bodu)

a) 1s, 2s, b) 2p, 3p, c) 3d_{xy}, 3d_{xz}, d) 3s, 3d, e) 5s, 4f.

a) 2s, b) 3p, c) orbitály 3d_{xy} a 3d_{xz} sú degenerované, d) 3d, e) 4f

5A. Len s pomocou periodickej tabuľky rozhodnite, ktorý z nasledujúcich prvkov v každej štvorici je najelektronegatívnejší. (1,5 bodu)

a) As, Se, Br a I, b) Li, Be, Rb a Sr, c) Ge, As, P a Sn.

a) Br, b) Be, c) P.

Hodnoty elektronegativity sú najväčšie pre atómy prvkov nachádzajúcich sa čo najbližšie k atómu fluóru.

6A. Aký typ chemickej väzby (kovalentná, iónová, kovová) sa nachádza v CaCl₂? (1 bod)

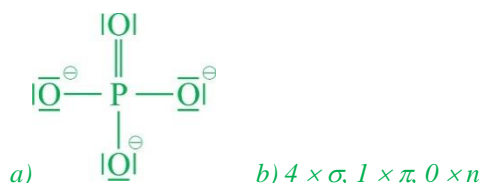
Rozdiel Paulingovej elektronegativity viazaných atómov je väčší ako 1,7, čiže nutná podmienka pre prítomnosť iónovej väzby je splnená. Keďže oxidačné číslo kationu je rovné II (teda menšie ako III), väzba v CaCl₂ je skutočne iónová.

7A. a) Napíšte skrátenú elektrónovú konfiguráciu molekuly N₂. b) Vypočítajte väzbový poriadok. Je táto molekula diamagnetická alebo paramagnetická? (2 body)

Skrátená elektrónová konfigurácia N₂ je (3σ)² (4σ)² (5π)⁴ (6σ)². Vazbový poriadok je $N = (8 - 2) / 2 = 3$. Molekula N₂ je diamagnetická.*

8A. a) Na základe formálnych nábojov navrhnete najpravdepodobnejší elektrónový štruktúrny vzorec pre fosforečnanový(3-) anión. (1 bod)

b) Pre uvedený vzorec určite počet σ väzieb, π väzieb a počet voľných elektrónových párov (n) na stredovom atóme. (1 bod)



9A. a) Napíšte elektrónový štruktúrny vzorec pre molekulu kyanovodíka. (1 bod)

b) Uveďte počet elektrónových domén (SN) okolo stredového atómu a tvar molekuly. (0,5 bodu)

c) Uveďte polaritu molekuly. (0,5 bodu)



10A. Definujte pojem základná bunka a čím je určená. (1,5 bodu)

Základná bunka je jednotkou kryštálovej štruktúry, tvorená rovnobežnosťou (kocka, kváder, štvorboký hranol,...) a jeho obsahom (atómami, molekulami alebo iónmi, prípadne ich kombináciou), pomocou ktorej môžeme kompletne opísať kryštálovú štruktúru. Základná bunka je určená šiestimi mriežkovými parametrami, ktoré sú definované dĺžkou hrán základnej bunky (a , b , c) a uhlami (α , β , γ), ktoré hrany základnej bunky zvierajú.

11A. Ktoré z nasledujúcich tvrdení sú nesprávne (môže ich byť viac): (1 bod)

- a) iónová väzba je typická pre všetky tri skupenské stavy látok,
- b) iónová väzba je sprostredkovaná príťažlivými elektrostatickými interakciami medzi kationmi a aniónmi,
- c) ióny sa správajú ako pružné gule nesúce elektrický náboj, preto sú vždy tvorené len jedným atómom,
- d) iónová väzba nemá násobný charakter, keďže ióny sú viazané elektrostatickými príťažlivými silami a nezdieľajú spoločné elektrónové páry,
- e) štruktúra iónových kryštálov je podmienená len pomerom počtu jednotlivých druhov iónov (náboj) a ich veľkosťou.

Nesprávne sú odpovede a) a c). Iónová väzba sa vyskytuje typicky v tuhých látkach s iónovou kryštálovou štruktúrou, ktorú tvoria jedno- alebo viacatómové ióny – kationy a anióny.

19A. Na základe redoxných potenciálov $E(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) = -0,82 \text{ V}$ a $E(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,662 \text{ V}$

a) napíšte rovnicu redoxnej reakcie, ktorá je samovoľná. (1 bod)

prvá polreakcia: $2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

druhá polreakcia: $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$

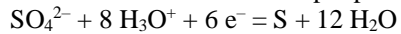
$E(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) = -0,82 \text{ V} > E(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,662 \text{ V}$

výsledná redoxná reakcia: $2 \text{Al}(\text{s}) + 6 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons 2 \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Uveďte, čo je oxidovadlo a redukovadlo v tejto redoxnej reakcii. (1 bod)

Oxidovadlo je oxóniový kation, redukovadlo je hliník.

20A. a) Napíšte Nernstovu-Petersovu rovnicu pre polreakciu (1 bod)



$$E(\text{SO}_4^{2-}/\text{S}) = E^\circ(\text{SO}_4^{2-}/\text{S}) + \frac{RT}{6F} \ln c_r(\text{SO}_4^{2-}) c_r(\text{H}_3\text{O}^+)^8$$

b) Uveďte, či jej redoxný potenciál závisí od pH. (0,5 bodu)

Redoxný potenciál závisí od pH, lebo v Nernstovej-Petersovej rovnici vystupuje H_3O^+ .

1A. Na základe postavenia prvkov v periodickej tabuľke zoradíte nasledujúce atómy 3. periódy v poradí klesajúceho atómového polomeru: Al, Si, P, S, a Cl. (2 body)

$r(\text{Al}) > r(\text{Si}) > r(\text{P}) > r(\text{S}) > r(\text{Cl})$. Atómový polomer klesá v perióde zľava doprava (obr. 1.5 a 1.6).

2A. Zoradíte častice v nasledujúcich skupinách podľa vzrastajúcej prvej ionizačnej energie. (2 body)

a) O, O²⁻, F, b) C, Si, N, c) Te, Ru, Sr.

a) $\text{O}^{2-} < \text{O} < \text{F}$, b) $\text{Si} < \text{C} < \text{N}$, c) $\text{Sr} < \text{Ru} < \text{Te}$.

3A. Ktorý z nasledujúcich atómov je najľahšie polarizovateľný: C, Si a Ge? (1 bod)

Atóm Ge, lebo je najväčší

4A. Pre ktorý z halogenidov NaCl alebo NaI predpokladáte vyššiu teplotu topenia? (1 bod)

NaCl, pretože chloridový anión je menší ako jodidový anión, v prípade NaCl očakávame väčšie príťažlivé sily. $t_f(\text{NaCl}) = 801\text{ }^\circ\text{C}$, $t_f(\text{NaI}) = 661\text{ }^\circ\text{C}$.

5A. a) Pre každú z nasledujúcich látok – PH₃, N₂O₄, N₂, AlBr₃, RbOH – uveďte najsilnejšie príťažlivé sily v tuhom stave. Na základe relatívnej veľkosti týchto síl zoradíte tieto látky v poradí stúpajúcej teploty topenia/varu.

b) Aký bude rozdiel medzi teplotou topenia a varu (veľký alebo malý) v prípade N₂, resp. RbOH? (2 body)

a) Príťažlivé sily sú silnejšie pre iónové ako pre molekulové zlúčeniny, takže pre iónový RbOH očakávame najväčšiu teplotu topenia/varu. Veľkosť medzimolekulových síl ostatných zlúčenín závisí na mólovej hmotnosti, polarite a vodíkových väzbách. Teplota varu N₂ bude najnižšia, pretože ide o nepolárnu molekulu s disperznými silami. Zvyšné tri zlúčeniny sú molekulové a dajú sa zoradiť na základe mólovej hmotnosti. Predpokladané poradie podľa stúpajúcich hodnôt teploty topenia/varu pre tieto tri zlúčeniny je nasledovné: PH₃, N₂O₄ a AlBr₃. Tabuľkové hodnoty teploty topenia/varu potvrdzujú predchádzajúce predpoklady: $t_f / t_v(\text{N}_2, -210 / -196^\circ\text{C}) < t_f / t_v(\text{PH}_3, -134 / -88^\circ\text{C}) < t_f / t_v(\text{N}_2\text{O}_4, -9,3 / 21,2^\circ\text{C}) < t_f / t_v(\text{AlBr}_3, 98 / 255^\circ\text{C}) < t_f / t_v(\text{RbOH}, 301 / 1390^\circ\text{C})$.

b) Rozdiel medzi teplotou topenia a teplotou varu v prípade nepolárnej molekuly N₂ je pomerne malý. Nepolárne látky jestvujú v kvapalnom stave len v úzkom teplotnom intervale. Naopak, v prípade iónovej zlúčeniny RbOH bude rozdiel medzi teplotou topenia a teplotou varu veľký.

6A. Vyjadrite znamienkami nerovnosti stálosť oxidačných stavov Ge^{II}, Sn^{II}, Pb^{II}. (2 body)

$\text{Ge}^{\text{II}} < \text{Sn}^{\text{II}} < \text{Pb}^{\text{II}}$

7A. Ktoré trendy správne vyjadrujú zmenu prvej ionizačnej energie a atómových polomerov vzácnych plynov. (2 body)

a) I_1 : He > Ne > Ar > Kr > Xe r_a : He > Ne > Ar > Kr > Xe

b) I_1 : He < Ne < Ar < Kr < Xe r_a : He > Ne > Ar > Kr > Xe

c) I_1 : He > Ne > Ar > Kr > Xe r_a : He < Ne < Ar < Kr < Xe

d) I_1 : He < Ne < Ar < Kr < Xe r_a : He < Ne < Ar < Kr < Xe

Správne je c)

8A. Bola potvrdená existencia svetlozeleného katiónu dixenónu(1+), Xe₂⁺. Vypočítajte väzbový poriadok pre tento ión. (2 body)

Väzbový poriadok je 0,5.

9A. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o tvare častíc je nesprávne? (2 body)

a) [XeF₅]⁻, pentagonálne planárny, b) XeO₃, trigonálne planárny, c) XeF₄, štvorcovo planárny, d) [XeF₃]⁺, tvar T

Nesprávne je b)

10A. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o tvare častíc je správne? (2 body)

a) XeO₃, trigonálne pyramídálny; XeF₄, štvorcovo-planárny,

b) XeO₃, trigonálne planárny; XeF₄, štvorcovo-planárny,

c) XeO₃, trigonálne pyramídálny; XeF₄, tetraedrický,

d) XeO₃, trigonálne planárny; XeF₄, tetraedrický.

Správne je a)

11A. Opíšte trendy vo fyzikálnych vlastnostiach (teplota topenia a varu, hustota) vzácnych plynov. (2 body)

S rastom atómového čísla vzácneho plynu sa pozoruje vzrast teploty topenia a varu. Rovnaký trend je aj v prípade hustoty.

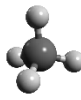
12A. Nasledujúce obrázky znázorňujú štruktúry štyroch hydridov 2. periódy. (4 body)



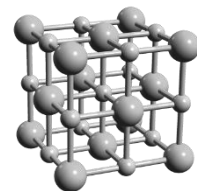
1



2



3



4

- Určte hydridy na obrázkoch.
- Ktorý z hydridov má najväčšiu teplotu topenia?
- Ktorý z hydridov má najmenšiu teplotu varu?
- Ktoré z hydridov pri vzájomnej reakcii uvoľňujú plynný vodík?
- Ktorý z plyných hydridov vytvára vo vode zásaditý roztok?

a) 1 = H₂O, 2 = NH₃, 3 = CH₄, 4 = LiH, b) LiH, c) CH₄, d) LiH pri reakcii s H₂O, e) NH₃.

13A. Ktorý z nasledujúcich prvkov tvorí s vodíkom kovový (intersticiálny) hydrid? (1 bod)

Tvorba kovových intersticiálnych hydridov je typická pre prechodné prvky, napr. Pd.

14A. Čo nie je charakteristické pre intersticiálne hydridy? (2 body)

- Atómy vodíka nahradia atómy kovu v ich polohách v základnej bunke.
- Objem vodíka pri štandardnej teplote a tlaku absorbovaný kovom môže byť niekoľko stokrát väčší, ako je objem kovu.
- Vodík sa nachádza vo forme atómov vodíka.
- Vodík sa nachádza vo forme iónov vodíka.
- Pomer množstiev atómov v zlúčenine môže byť pomerom malých celých čísiel.

Atómy vodíka sú umiestnené v intersticiálnych medzerách vzniknutými medzi väčšími atómami kovu.

15A. V prípade ktorého z uvedených kovalentných hydridov je správne uvedená jeho najvýznamnejšia medzimolekulová interakcia? (2 body)

- HBr: dipól–dipól,
- CH₄: dipól–dipól,
- H₂O₂: van der Waalsova,
- NH₃: dipól–dipól,
- PH₃: vodíková väzba.

Väzba H–Br je polárna.

16A. Všetky nasledujúce vodíkové väzby (interakcie) sa pozorovali v tuhom stave. Ktorá z nich je pravdepodobne najslabšia? (1 bod)

- C–H···O, b) N–H···O, c) O–H···O, d) O–H···N.

a)

17A. Určte, v ktorej z uvedených situácií nehrá vodíková väzba žiadnu úlohu. (1 bod)

- Vratná absorpcia H₂ kovovým Pd,
- Komplementárne spárovanie zásad v DNA,
- V štruktúre NH₄Cl(s),
- Veľká viskozita H₂SO₄(l).

a)

