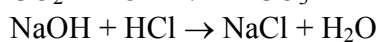
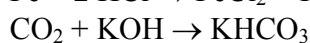
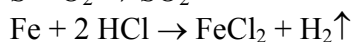
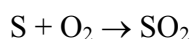




Latvijas 52. Nacionālās ķīmijas olimpiādes

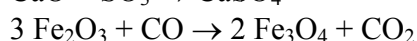
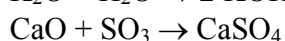
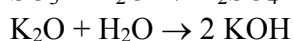
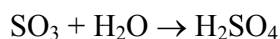
9. klases teorētisko uzdevumu atrisinājumi

1. uzdevums	9 punkti	<i>Četri vienā</i>
--------------------	----------	--------------------



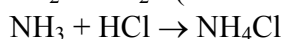
Iespējami ļoti daudzi citi varianti.

2. uzdevums	5 punkti	<i>Šifrētais vēstījums</i>
--------------------	----------	----------------------------



Iespējami daudzi citi varianti.

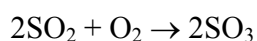
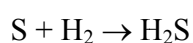
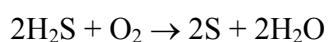
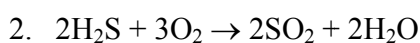
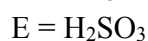
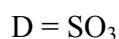
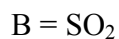
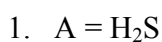
3. uzdevums	12 punkti	<i>Kristāli no gaisa</i>
--------------------	-----------	--------------------------

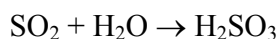


SO_2 – sēra(IV) oksīds; H_2S – sērūdeņradis; NH_3 – amonjaks; HCl – hlorūdeņradis

Iespējami daudzi citi varianti.

4. uzdevums	15 punkti	<i>Gāzu ķīmija</i>
--------------------	-----------	--------------------





5. uzdevums	7 punkti	<i>Kālija nitrāta šķīdums</i>
--------------------	----------	-------------------------------

$$W(\text{KNO}_3) = 10 / (100 + 10) = 0,09 = 9 \%$$

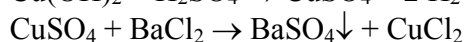
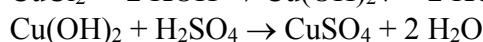
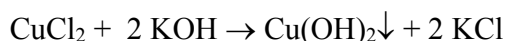
Inesi bija jāpaņem 90 g

$$v(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / \rho(\text{H}_2\text{O}) = 90 / 1 = 90 \text{ ml}$$

Apzīmējam papildus pievienojamā KNO_3 masu ar x (grami); tad:

$$(10 + x) / (110 + x) = 0,10 \text{ no šejienes atrod, ka } x = 1,11 \text{ g } \text{KNO}_3$$

6. uzdevums	6 punkti	<i>2011 gramu vara (II) hlorīda</i>
--------------------	----------	-------------------------------------



$$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{CuCl}_2) = m(\text{CuCl}_2) / M(\text{CuCl}_2) = 2011 / 135 = 14,90 \text{ mol}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) * M(\text{BaSO}_4) = 14,90 * 234 = 3487 \text{ g}$$

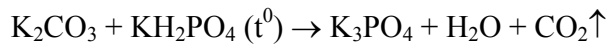
7. uzdevums	10 punkti	<i>Bārija pārvērtības</i>
--------------------	-----------	---------------------------

Pārvērtība	Reakcijas vienādojums	Piezīmes
$\text{BaCO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$\text{BaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	
$\text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaCl}_2$	$\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{BaO}$	$2\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{BaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	620 – 670 °C
$\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaO}$	$\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{BaO} + 2\text{HCl}$	ar ūdens tvaiku, 900 – 950 °C
$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCl}_2$	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaO}_2$	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{BaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	ar konc. ūdeņraža peroksīdu, 0 °C
$\text{BaO}_2 \rightarrow \text{BaO}$	$2\text{BaO}_2 \rightarrow 2\text{BaO} + \text{O}_2$	> 790 °C
$\text{BaO} \rightarrow \text{BaO}_2$	$2\text{BaO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{BaO}_2$	< 500 °C
$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaS}$	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{BaS} \downarrow + 2\text{NaOH}$	
$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	
$\text{BaO} \rightarrow \text{BaS}$	$\text{BaO} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{BaS} + \text{H}_2\text{O}$	
$\text{BaS} \rightarrow \text{BaO}$	$2\text{BaS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{BaO} + 2\text{SO}_2$	

Gadījumā, ja uzrakstīti vienādojumi vairāk kā desmit pārvērtībām, vērtē pirmos desmit uzrakstītos. Piezīmēm ir informatīvs raksturs, maksimālo punktu daudzumu var saņemt arī bez tām.

Dotie ķīmisko reakciju vienādojumi ir uzskatāmi par tipiskiem piemēriem, par pareiziem tiek uzskatīti arī citi varianti, ja tie nav pretrunā ar ķīmisko reakciju norises vispārīgajām likumsakarībām.

8. uzdevums	6 punkti	<i>Viltīgā gāze</i>
--------------------	----------	---------------------



K_2CO_3 – kālija karbonāts; KH_2PO_4 – kālija dihidrogēnfosfāts

Iespējami arī daudzi citi varianti.



Latvijas 52. Nacionālās ķīmijas olimpiādes

10. klases teorētisko uzdevumu atrisinājumi

1. uzdevums	5 punkti	<i>Četri vienā</i>
--------------------	----------	--------------------

Skatīt 9. klases 1. uzdevumu.

2. uzdevums	5 punkti	<i>Šifrētais vēstījums</i>
--------------------	----------	----------------------------

Skatīt 9. klases 2. uzdevumu.

3. uzdevums	5 punkti	<i>Viltīgā gāze</i>
--------------------	----------	---------------------

Skatīt 9. klases 8. uzdevumu.

4. uzdevums	10 punkti	<i>Dīvas krāsvielas</i>
--------------------	-----------	-------------------------

1. Tā kā dots, ka X sulfāta pentahidrāts ir zilā krāsā, tad tas ir **varš (Cu)**.

2. Atrod abu minerālu formulas:

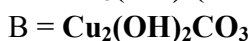
$$Cu : H : C : O = \frac{w(Cu)}{A(Cu)} : \frac{w(H)}{A(H)} : \frac{w(C)}{A(C)} : \frac{w(O)}{A(O)} = \frac{55,31}{63,55} : \frac{0,58}{1,01} : \frac{6,97}{12,01} : \frac{37,14}{16,00} = 0,87 : 0,57 : 0,58 : 2,32 \approx$$

$$\approx 1,5 : 1 : 1 : 4 = 3 : 2 : 2 : 8$$

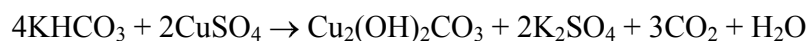
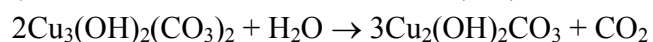
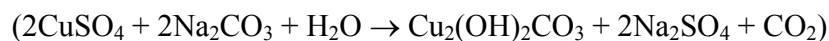
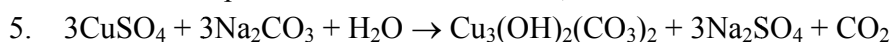
Tātad A empīriskā formula ir **Cu₃H₂C₂O₈**. 0,905 0,901 0,452 2,261

Analogi atrod, ka B empīriskā formula ir **Cu₂H₂CO₅**.

3. Bāziskie sāļi H saturēs OH grupu veidā. Ar oglekli veidojas karbonāti, tālab minerālu formulas ir:



4. Vara sulfāta pentahidrāts ir vara vitriols, bet B ir malahīts.



5. uzdevums	12 punkti	<i>Gāzu analīzes</i>
--------------------	-----------	----------------------

- A = NO
B = NH₃
C = SO₂
D = CO₂

2. $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{SO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHSO}_3$
 $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3$

6. uzdevums	14 punkti	<i>Jānīša vilšanās</i>
--------------------	-----------	------------------------

1.

A – svina(II) oksīds PbO
B – svina(II) hlorīds PbCl_2
C – svina(II) jodīds PbI_2
D – nātrija trijodoplumbiāts(II) $\text{Na}[\text{PbI}_3]$
E – svina(II) sulfīds PbS
F – svina(II) sulfāts PbSO_4
G – kālija trihidroksoplumbiāts(II) $\text{K}[\text{Pb}(\text{OH})_3]$ vai heksahidroksoplumbiāts(II) $\text{K}_4[\text{Pb}(\text{OH})_6]$

2. un 3.

Pārvērtības Nr	Reakcijas vienādojums	Atbilstošais novērojums
1	$2\text{PbO}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{PbO} + \text{O}_2$	Izdalās bezkrāsaina gāze
2	$\text{PbO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Dzeltenīgā viela daļēji izšķīst
3	$\text{PbCl}_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow + 2\text{KCl}$	Rodas dzeltenas nogulsnes
4	$\text{PbI}_2 + \text{NaI} \rightarrow \text{Na}[\text{PbI}_3]$	Nogulsnes izšķīst
5	$\text{Na}[\text{PbI}_3] + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS}\downarrow + 3\text{NaI}$	Rodas melnas nogulsnes
6	$\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$	Nogulsnes kļūst baltas
7	$\text{PbSO}_4 + 3\text{KOH} \rightarrow \text{K}[\text{Pb}(\text{OH})_3] + \text{K}_2\text{SO}_4$ vai $\text{PbSO}_4 + 6\text{KOH} \rightarrow \text{K}_4[\text{Pb}(\text{OH})_6] + \text{K}_2\text{SO}_4$	Nogulsnes izšķīst

7. uzdevums	13 punkti	<i>Reakciju virkne</i>
--------------------	-----------	------------------------

1. A = Na_2O_2
 B = Ca (vai CaCl_2)
2. Reakciju vienādojumi:

1	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
---	--

2	$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
3	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$
4	$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{temp.}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ [$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$]
5	$\text{CO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$
6	$2\text{C} + \text{Ca} \rightarrow \text{CaC}_2$
7	$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$
8	$\text{Ca(OH)}_2 \xrightarrow{\text{temp.}} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$
9	$3\text{CaO} + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{Ca} + \text{Al}_2\text{O}_3$ [$\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$]
10	$\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$ [$\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2 + 2\text{HCl}$]
11	$\text{CaH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$
12	$\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_2$
13	$2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$
14	$\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$
15	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ [$\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$; $2\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{O}$]

8. uzdevums	6 punkti	<i>Anša karbonāti</i>
--------------------	----------	-----------------------

1. Apzīmēsim karbonātus kā $A^1\text{CO}_3$ un $A^2\text{CO}_3$. Sākumā aprēķina katra karbonāta daudzumu, atrisinot vienādojumu sistēmu:

$$nA^1 + nA^2 = n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_o} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4$$

$$\begin{cases} n_1 + n_2 = 0,4 \\ \frac{n_1}{n_2} = 3 \end{cases}$$

Atrod, ka $n_1 = 0,3$ mol un $n_2 = 0,1$ mol.

Tālāk uzraksta zināmo vienādojumu:

$$n_1M(A^1\text{CO}_3) + n_2M(A^2\text{CO}_3) = 45,03\text{g}$$

$$0,3 \cdot (A^1 + 60) + 0,1 \cdot (A^2 + 60) = 45,03\text{g}$$

$$0,3 \cdot A^1 + 0,1 \cdot A^2 = 21,03$$

$$3 \cdot A^1 + A^2 = 210,3$$

Tagad jāatrod kombinācija, kurā šis izpildās. Ir skaidrs, ka vienam no elementiem jābūt ar molmasu zem $210/3 = 70\text{g/mol}$. Ja aplūko kalciju, tad otra elementa molmasa ir:

$$A^2 = 210,3 - 3 \cdot A(\text{Ca}) = 90,06\text{g/mol}$$
 kas neder. Ja apl

$$A^2 = 210,3 - 3 \cdot A(\text{Mg}) = 137,37\text{g/mol}$$
 kas atbilst b

Tātad maisījumā ir **magnija** un **bārija** karbonāti.

2. $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 $\text{MgCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$



Latvijas 52. Nacionālās ķīmijas olimpiādes

11. klases teorētisko uzdevumu atrisinājumi

1. uzdevums	5 punkti	<i>Šifrētais vēstījums</i>
--------------------	----------	----------------------------

Skatīt 9. klases 2. uzdevumu.

2. uzdevums	12 punkti	<i>Kālija hlorīds</i>
--------------------	-----------	-----------------------

- A = KOH
 B = Cl₂
 C = K₂CO₃
 D = KHCO₃
 E = Cu₂(OH)₂CO₃
- (1) $2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{elektrol.}) 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$
 (2) $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 (3) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{KHCO}_3$
 (4) $4\text{KHCO}_3 + 2\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (5) $2\text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (6) $\text{KHCO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 (7) $\text{KHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 (8) $6\text{KHCO}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- No uzrakstītajām reakcijām oksidēšanās reducēšanās ir (1) un (8):
 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 $\text{Cl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$
 $\text{Cl} + 6\text{HCO}_3^- - 5\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2$

3. uzdevums	8 punkti	<i>Divas krāsvielas</i>
--------------------	----------	-------------------------

Skatīt 10. klases 4. uzdevumu.

4. uzdevums	8 punkti	<i>Gāzu analīzes</i>
--------------------	----------	----------------------

Skatīt 10. klases 5. uzdevumu.

5. uzdevums	10 punkti	<i>Sabiedrības veselība</i>
--------------------	-----------	-----------------------------

1.

Tvana gāzes koncentrāciju gaisā aprēķina saskaņā ar ķīmisko reakciju vienādojumiem (skatīt 2. punktu) un izlietotā titranta tilpumu. Ievērojot koeficientus un apvienojot sakarības vienā formulā, iegūst:

$$c_{CO} = \frac{m_{CO}}{V_{gaisam}} = \frac{n_{CO} \cdot M_{CO}}{V_{gaisam}} = \frac{5 \cdot n_{I_2} \cdot M_{CO}}{V_{gaisam}} =$$

$$= \frac{5 \cdot c_{Na_2S_2O_3} \cdot V_{Na_2S_2O_3} \cdot M_{CO}}{2 \cdot V_{gaisam}} =$$

$$= \frac{5 \cdot 0,1345 \cdot 0,0447 \cdot 28,01}{2 \cdot 12,63} = 0,0333 \frac{g}{m^3} =$$

$$= 33,3 \text{ mg/m}^3$$

Tiek pieņemta arī pakāpeniska vai vēl citādāka risinājuma gaita:

$n_{Na_2S_2O_3} = c \cdot V = 0,1345 \cdot 0,0447 = 0,006012 \text{ mol}$	Atšķirība rezultātos rodas vairākkārtējas noapaļošanas dēļ un šādā apjomā ir pieļaujama.
$n_{I_2} = 0,5 \cdot n_{Na_2S_2O_3} = 0,5 \cdot 0,006012 = 0,003006 \text{ mol}$	
$n_{CO} = 5 \cdot n_{I_2} = 5 \cdot 0,003006 = 0,01503 \text{ mol}$ $m_{CO} = n \cdot M = 0,01503 \cdot 28,01 = 0,4210 \text{ g}$	
$c_{CO} = m:V = 0,4210:12,63 = 0,0341 \frac{g}{m^3} = 34,1 \text{ mg/m}^3$	
Jā, tvana gāzes koncentrācija analizētajā gaisā ir lielāka par 30,0 mg/m ³ un pārsniedz normu.	

2.

$I_2O_5 + 5CO \rightarrow 5CO_2 + I_2$	
$2I^{+5} + 10e^- \rightarrow I_2^0$	
$C^{+2} - 2e^- \rightarrow C^{+4}$	
$I_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HIO_3$	
$K[I_3] + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow KI + 2NaI + Na_2S_4O_6$ jeb $I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$	
$I_2^0 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ $S^{-2} - 2e^- \rightarrow S^0$	

3.

Cietes pievienošana nepieciešama, lai noteiktu titrēšanas beigu punktu (stehiometrisko punktu joda un tiosulfāta reakcijā). Ar jodu ciete rada intensīvu, tumšzilu krāsojumu, bet, kad viss jods izreaģējis, zilais krāsojums izzūd.	
--	--

4.

Tvana gāzes saturu būtu nepieciešams kontrolēt, piemēram, autoservisu vai lielu kurtuvju telpās, kur pastāv paaugstināts tvana gāzes rašanās risks. Tāpat arī ķīmiskās rūpniecības kompleksos, ja tiek veiktas reakcijas ar šo gāzi. Noteikto tvana gāzes saturu nepamatoti lielāku padarītu citu oksidētus spējīgu gāzu klātbūtne gaisā, piemēram, etilēns CH ₂ =CH ₂ , acetilēns CH≡CH. Par pareizām tiek uzskatītas arī citas nosacījumiem atbilstošas vielas.	
---	--

5.

Tvana gāzes jeb oglekļa(II) oksīda molekulā ir nedalīts elektronu pāris uz oglekļa atoma. Tā kā tā ir gāze, to viegli var uzņemt cilvēka organisms. Caur plaušām tvana gāze nonāk asinīs, kur **bloķē** organismam vajadzīgās olbaltumvielas – **hemoglobīna – darbību**, un tas vairs **nespēj pārnest skābekli** uz organisma audiem, jo spēcīgais ligands – oglekļa(II) oksīda molekula – ar hemoglobīnu izveido ļoti stabilu kompleksu, sauktu par karboksihemoglobīnu.

6. uzdevums

13 punkti

Kristālhidrātu meklējot

Tā kā **B** ūdens ietekmē pārvēršas par **A**, kas ir kristālhidrāts, tad **B** noteikti ir bezūdens savienojums. Tumši zaļā **A** krāsa liecina, ka tas varētu būt hroma(III) savienojums. Ūdenī šķīstoši un pēc sastāva bināri ir hroma(III) halogēnīdi, tātad **B** varētu būt kāds no hroma(III) halogēnīdiem.

Ja uzdevumā dotā ir hroma masas daļa savienojumā **B**, tad iespējamā halogēna molmasa ir 8,47 g/mol, un šāda halogēna nav:

$$M(\text{CrE}_3) = 52,00 + 3E$$

$$52,0 : (52,0 + 3E) = 0,672$$

$$52,0 = 0,672 \cdot (52,0 + 3E)$$

$$52,0 = 34,9 + 2,02E$$

$$17,1 = 2,02E$$

$E = 8,47 \text{ g/mol}$... šāda halogēna nav

Tātad uzdevumā dotā ir halogēna masas daļa.

$$M(\text{CrE}_3) = 52,00 + 3E$$

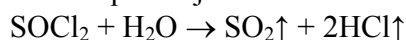
$$3E : (52,00 + 3E) = 0,672$$

$$3E = 0,672 \cdot 52,00 + 3E \cdot 0,672$$

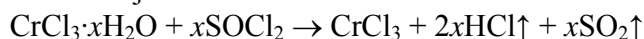
$$0,984E = 34,9$$

$E = 35,5 \text{ g/mol}$... šāda molmasa atbilst hloram Cl un **B** ķīmiskā formula ir **CrCl₃**.

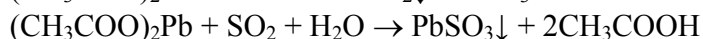
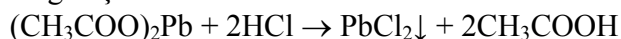
Lai cik pārsteidzoši tas nebūtu, bezūdens hroma(III) hlorīds patiešām ir violets. Gāzes, kas šai reakcijā izdalās un rada nogulsnes ar svina(II) acetāta šķīdumu, var būt vienīgi sēra dioksīds un hlorūdeņradis, kuru šķīdumiem ir skābes īpašības. Tātad reakcijā ar tionilhlorīdu faktiski piedalījies tikai **A** kristalizācijas ūdens:



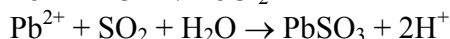
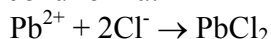
Jeb reakcija ar kristālhidrātu:



Nogulšņu rašanās:



Jonu formā:



Kā redzams no nogulsnēšanas reakciju vienādojumiem, izreaģējot no 1 tionilhlorīda mola iegūtajiem 2 moliem hlorūdeņraža un 1 molam sēra dioksīda ar svina(II) acetāta šķīdumu, iegūtie

svina(II) sulfīta un svina(II) hlorīda daudzumi ir vienādi. Tātad iegūto nogulšņu masu sastāda vienādi daudzumi svina(II) sulfīta un svina(II) hlorīda:

$$m(\text{PbCl}_2) + m(\text{PbSO}_3) = 152,9 \text{ g}$$

$$n(\text{PbCl}_2) \cdot M(\text{PbCl}_2) + n(\text{PbSO}_3) \cdot M(\text{PbSO}_3) = 152,9$$

No vienādojumiem redzama šāda sakarība, kurā daudzumu apzīmē ar x :

$$n(\text{PbCl}_2) = n(\text{PbSO}_3) = n(\text{SO}_2) = 0,5n(\text{HCl}) = x$$

$$x \cdot M(\text{PbCl}_2) + x \cdot M(\text{PbSO}_3) = 152,9$$

$$278,1x + 287,3x = 152,9$$

$$565,4x = 152,9$$

$$x = 0,270 \text{ mol} = n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{O})$$

Aprēķina ūdens masu, kas ietilpst dotajos 12,0 gramos kristālhidrāta:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,270 \cdot 18,0 = 4,86 \text{ g}$$

Aprēķina ūdens masas daļu kristālhidrātā:

$$w(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) : m(\text{kristālhidrātā}) = 4,86 : 12,0 = 0,405$$

Sastāda sakarību, lai uzzinātu kristalizācijas ūdens molekulu skaitu vienā molā kristālhidrāta:

$$M(x\text{H}_2\text{O}) : M(\text{CrCl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 0,405$$

$$18,0x : (52,0 + 3 \cdot 35,5 + 18,0x) = 0,405$$

$$10,7x = 64,2$$

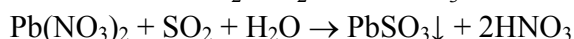
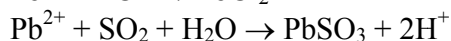
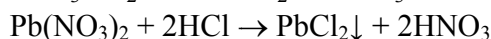
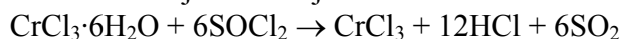
$$x = 6,00$$

Tātad **A** sastāvs atbilst formulai **CrCl₃·6H₂O**

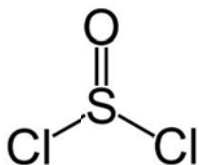
Tā kā gāzu **C** un **D** blīvumi atšķiras 1,76 reizes, tad arī to molmasas atšķiras 1,76 reizes. Tādā gadījumā **C** ir sēra dioksīds **SO₂**, bet **D** – hlorūdeņradis **HCl**, jo

$$M(\text{SO}_2) : M(\text{HCl}) = 64,1 : 36,5 = 1,76.$$

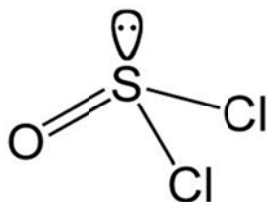
Minēto reakciju vienādojumi:



Tionilhlorīda struktūrformula ir šāda:



Visi tionilhlorīda molekulas atomi neatrodas vienā plaknē, jo uz sēra atoma ir saišu veidošanai neizmantots elektronu pāris, kas nodrošina molekulas „telpiskumu”:



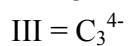
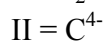
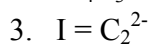
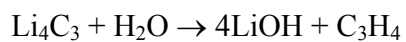
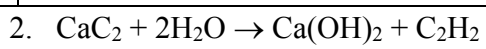
7. uzdevums	6 punkti	<i>Īpašais metāls</i>
--------------------	----------	-----------------------

Skatīt 12. klases 4. uzdevumu.

8. uzdevums*	8 punkti	<i>Karbīdu dažādība</i>
---------------------	----------	-------------------------

1. Savienojumu struktūrformulas:

A	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	D	
B	CH_4	E	
C	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	F	





Latvijas 52. Nacionālās ķīmijas olimpiādes

12. klases teorētisko uzdevumu atrisinājumi

1. uzdevums	4 punkti	<i>Vārna vārnai acī neknābj?</i>
--------------------	----------	----------------------------------

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ un $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$
 $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ un $2 \text{KOH} + \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
 $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$ un $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2 \text{KNO}_3$
 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{SO}_2\uparrow + 2 \text{H}_2\text{O}$ un $2 \text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2\uparrow + \text{Br}_2\uparrow + 2 \text{H}_2\text{O}$
 Iespējami ļoti daudzi citi varianti.

2. uzdevums	8 punkti	<i>Divas krāsvielas</i>
--------------------	----------	-------------------------

Skatīt 10. klases 4. uzdevumu.

3. uzdevums	8 punkti	<i>Sabiedrības veselība</i>
--------------------	----------	-----------------------------

Skatīt 11. klases 5. uzdevumu.

4. uzdevums	8 punkti	<i>Īpašais metāls</i>
--------------------	----------	-----------------------

- Aprēķinam metāla molmasu oksīdā A. Ja oksīda vispārīgā formula ir AaOb , tad A atommasu var atrast kā:

$$w(\text{O}) = \frac{b \cdot A(\text{O})}{b \cdot A(\text{O}) + a \cdot A(\text{A})} \quad b \cdot A(\text{O}) = w(\text{O}) \cdot b \cdot A(\text{O}) + w(\text{O}) \cdot a \cdot A(\text{A})$$

$$A(\text{A}) = \frac{b \cdot A(\text{O}) - w(\text{O}) \cdot b \cdot A(\text{O})}{w(\text{O}) \cdot a} = \frac{16b - 4,029b}{0,2518a} = 47,54 \frac{b}{a}$$

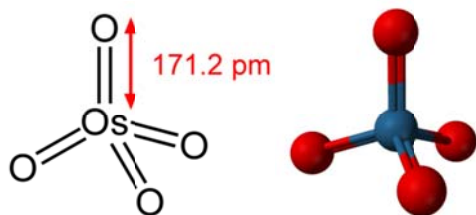
Aprēķina elementa atommasas pie visām iespējamajām oksidēšanās pakāpēm, iegūstot:

Oks. Pak.	1	2	3	4	5	6	7	8
A(A)	23,77	47,54	71,31	95,08	118,85	142,62	166,39	190,16

Izvērtējot rezultātus gan tuvākais, gan uzdevuma nosacījumiem atbilstošākais ir ka elements A ir osmijs (**Os**) un oksīds B ir osmija (VIII) oksīds (**OsO₄**).

- Osmijs ir elements ar vislielāko **blīvumu**.
- B ir molekulārs savienojums. Tā struktūra ir veidota no OsO_4 molekulām. Tas izskaidro gan tā zemās kušanas un viršanas temperatūras gan šķīdības organiskos šķīdinātājos.

OsO₄ ir tetraedriska struktūra:



4. Oksīda C formulu var aprēķināt:

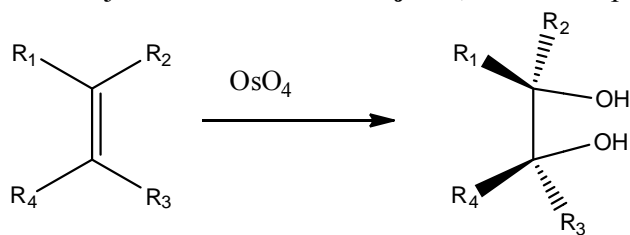
$$b \cdot A(O) = w(O) \cdot b \cdot A(O) + w(O) \cdot a \cdot A(Os)$$

$$\frac{b}{a} = \frac{w(O) \cdot A(Os)}{A(O) - w(O) \cdot A(O)} = \frac{27,39}{13,70} = 2$$

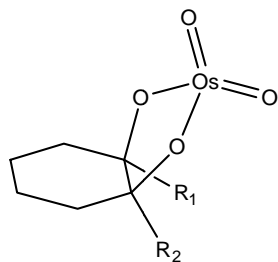
Tātad oksīda C formula ir **OsO₂** un tas ir osmija dioksīds.

5. Kā jau minēts, OsO₄ ir molekulārs savienojums, taču OsO₂ ir jonu tipa savienojums, tālab tas nešķīst organiskos šķīdinātājos un tam būtu augstāka kušanas temperatūra (ja tas nesadalītos).

6. Savienojumu klase ir **vicinālie jeb 1,2-dioli**. Vispārīga

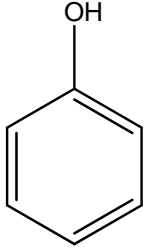
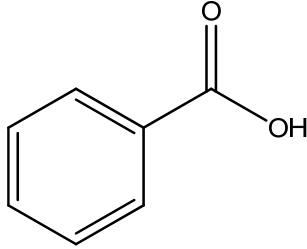
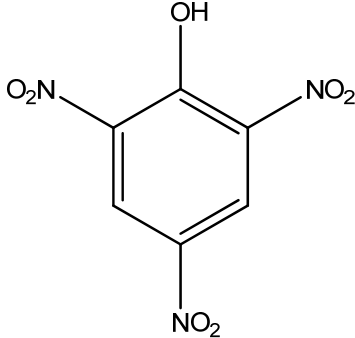
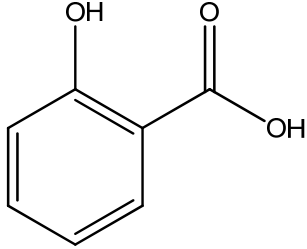
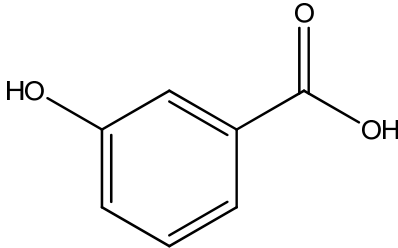
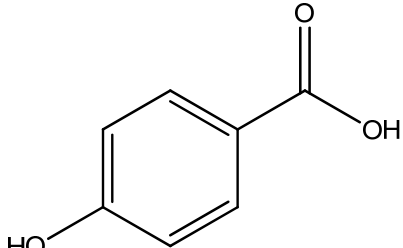
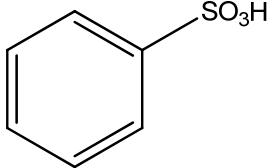
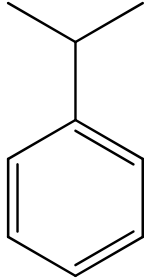


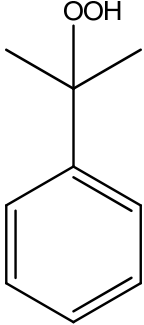
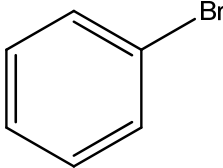
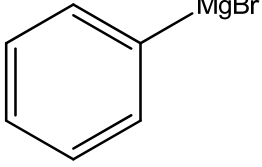
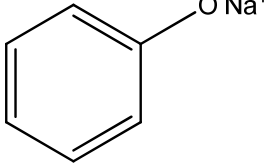
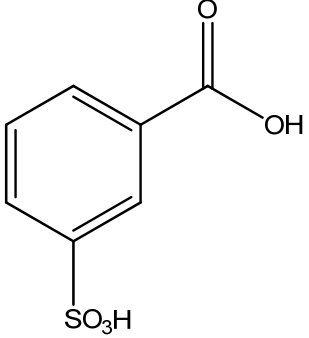
7. Šādi tiek iegūti **cis-dioli**. Tas saistīts ar to, ka izveidojas ciklisks starpprodukts, kas pievienojas vienā pusē.



5. uzdevums	14 punkti	Skābju uzdevums
--------------------	-----------	-----------------

1., 2., 3. Organisko savienojumu struktūrformulas un nosaukumi, kā arī skābju triviālie nosaukumi:

A		B	
	fenols karbolskābe		Benzoskābe (benzolkarbonskābe) benzoskābe
C		D1	
	2,4,6-trinitrofenols pikrīnskābe		2-hidroksibenzoskābe salicilskābe
D2		D3	
	3-hidroksibenzoskābe		4-hidroksibenzoskābe
E		F	
	benzolsulfonskābe		Izopropilbenzols (kumols)

G		H	
	1-metil-1-hidroperoksietilbenzols (kumola hidroksiperoksīds)		Brombenzols
I		J	
	Fenilmagnija bromīds		Nātrija fenolāts
K			
	3-sulfobenzoksābe		

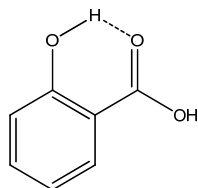
4. Tādēļ, ka fenolātā hidroksilgrupa konjugējas ar aromātiskā gredzena elektroniem un ar elektroniem bagātās vietas ir 2, 4 un 6, kas veicina reakciju para un orto vietās, bet samazina varbūtību reakcijai notikt meta vietā. Skābekļa atoma elektroni stabilizē izveidojušo reakcijas starpproduktus.

5. Spirti ir vājākas skābes nekā ūdens, bet fenoli – stiprākas par ūdeni. Tas saistīts ar to, ka skābekļa atoms iesaistoties konjugācijā ar benzola gredzenu „atdod” tam daļu savu elektronu, tālab O-H saites elektroni tiek nobīdīti uz skābekļa atoma pusi, saite ir vājāka un fenoli ir skābes. Benzola gredzena π elektroni stabilizē izveidojušos anjonu.

6. pikrīnskābe ir daudz stiprāka skābe par fenolu, jo nitrogrupas no benzola gredzena atvelk elektronus, tālab benzola gredzens spēcīgāk atvelk elektronus no skābekļa atoma un O-H saite kļūst vēl vājāka. Tāpat iegūtais anjons tiek stabilizēts pateicoties vairākām stabilām rezonanses formulām.

7. 4-hidroksibenzoskābe ir vājāka par benzoskābi, jo OH grupas elektroni palielina elektronu blīvumu COOH sistēmā. 3-hidroksibenzoskābē šāda sadarbība nenotiek. Elektronu blīvums no OH grupas palielinās benzola gredzena 2,4 un 6 vietās, tādējādi tas nedaudz samazinās 1-vietā, tālab šī skābe ir nedaudz spēcīgāka par benzoskābi.

8. Tādēļ, ka salicilskābē ir izveidojusies iekšmolekulārā ūdeņraža saite un skābekļa atomu sistēmā ir elektronu deficīts salīdzinot ar 3- un 4-hidroksibenzoskābēm.

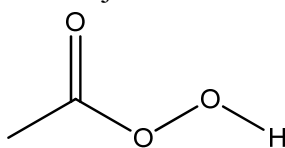


6. uzdevums	10 punkti	<i>Polimēru ķīmija</i>
--------------------	-----------	------------------------

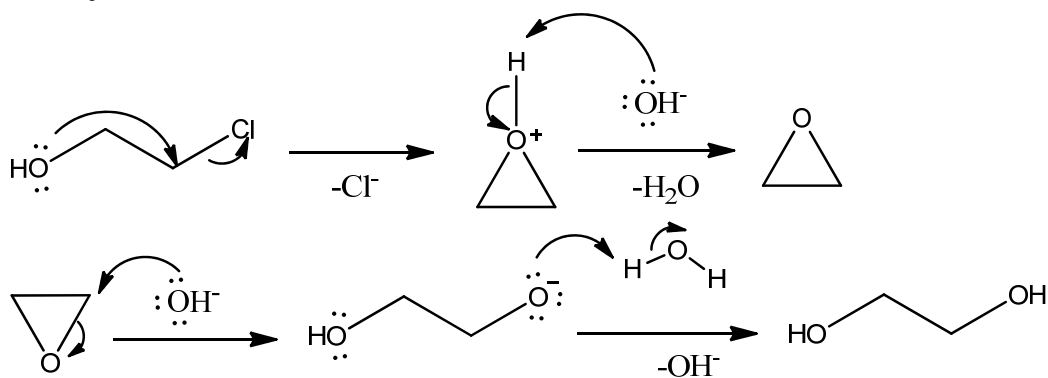
1. Savienojumu formulas un nosaukumi:

A		B	
	Etēns (etilēns)		Etilēna oksīds (oksirāns, epoksietāns)
D		E	
	2-hloretanols		Para-ksilons, (1,4-dimetilbenzols)

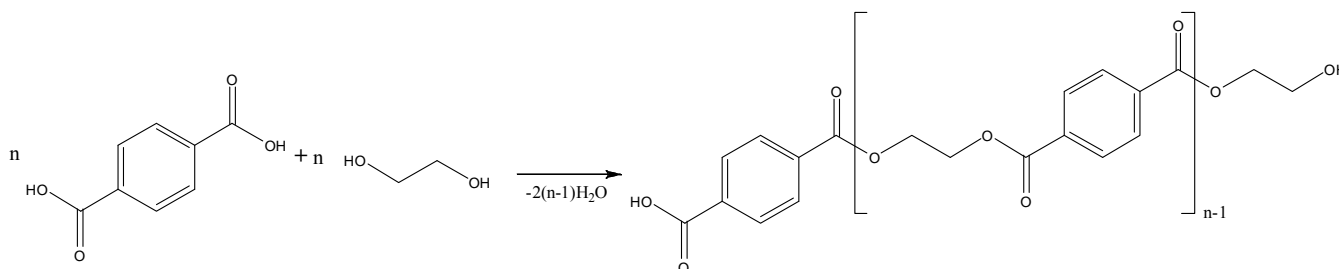
2. Savienojumu klase C ir peroksiskābes, piem., peroksietīķskābe:



3. Reakciju mehānismi:



4.



5. Tā ir polikondensācijas reakcija, jo tajā izdalās mazmolekulārs savienojums – ūdens.

6. Aprēķina katra reaģenta viena mola masu un atrod attiecību:

$$m(\text{tere}) = 166\text{ g}$$

$$m(\text{etil}) = 62\text{ g}$$

$$m(\text{tere}) : m(\text{etil}) = 2,68 : 1$$

7. Aprēķina ar sāļsskābi izreaģējušo nātrija hidroksīda daudzumu:

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = C \cdot V = 1,00 \cdot 0,128 = 0,128\text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}, \text{kop}) = 1000 \cdot n(\text{NaOH}) = 128\text{ mol}$$

Aprēķina sākotnējo nātrija hidroksīda daudzumu:

$$n(\text{NaOH}, \text{sā}) = \frac{m}{M} = \frac{m_{s\check{k}} \cdot w}{M} = \frac{V_{s\check{k}} \cdot w \cdot \rho}{M} = \frac{10000 \cdot 0,40 \cdot 1,43}{40,0} = 143$$

Aprēķina ar ftalskābi izreaģējušo nātrija hidroksīda daudzumu:

$$n(\text{NaOH}, \text{ft}) = n(\text{NaOH}, \text{sā}) - n(\text{NaOH}, \text{kop}) = 143 - 128 = 15\text{ mol}$$

Aprēķina maisījumā palikušās ftalskābes daudzumu un masu:

$$n(\text{ftal}, \text{pal}) = \frac{n(\text{NaOH}, \text{ft})}{2} = \frac{15}{2} = 7,5\text{ mol}$$

$$m(\text{ftal}, \text{pal}) = n(\text{ftal}, \text{pal}) \cdot M = 7,5 \cdot 166 = 1245\text{ g}$$

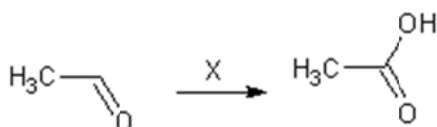
Aprēķina reakcijas iznākumu:

$$W_{\%} = 100 - \frac{m(\text{ftal}, \text{pal})}{m(\text{ftal}, \text{kop})} \cdot 100\% = 100 - \frac{1,245}{10,000} \cdot 100\% = 87,6\%$$

7. uzdevums	9 punkti	Enzīmu ķīmija
--------------------	----------	---------------

1. **A** - acetaldehīds

B – etiķskābe

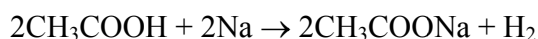


2. Acetaldehīddehidrogenāze (pieļaujamas arī atbildes – aldehīddehidrogenāze, acetaldehīdoksidāze, aldehīdoksidāze).

3. Nāvē vainojami metanola biotransformācijas produkti, analogi – formaldehīds un skudrskābe, tāpēc arī nāve vai redzes traucējumi nav novērojami uzreiz pēc metanola lietošanas.

4. **C** – CH_3COONa

D – H_2



5. Nātrija acetāts hidrolizējas, etiķskābe ir samērā vāja skābe, tā saista protonus no ūdens, rezultātā šķīdumā uzkrājas hidroksīdioni.

6. $M_{\text{vielas}_F_{\text{atomam}}} = (54 + 3)/3 = 19 \text{ g/mol}$

Viela **F** – fluors (F_2), viela **E** – nātrija trifluoracetāts (CF_3COONa).

Nātrija trifluoracetāts nehidrolizējas, jo fluoram ir lielāka elektronegativitāte kā ūdeņradim, tāpēc fluoracetātjons ir stabils, tam nav tieksme piesaistīt protonu. Var paredzēt, ka trifluoretiķskābes ir stipra skābe, kas disociē pilnībā.

8. uzdevums*	9 punkti	Fermī enerģija
---------------------	----------	----------------

1. 2 viena veida fermioni (daļiņas ar pusveselu spīnu) nevar atrasties vienādā kvantu stāvoklī. Tiek pieņemtas arī atbildes: „2 elektroniem atomā nevar būt vienādi visi 4 kvantu skaitļi”, „vienā orbitālē (enerģētiskā līmenī) nevar atrasties vairāk par 2 elektroniem” u.t.t.

2. Pozitrons, protons, neitrons, kodols ar nepāra nuklonu skaitu (piem., ^{19}F), atoms ar nepāra neitronu skaitu (piem. ^3He , ^6Li), jebkura cita daļiņa ar pusveselu spīnu.

3. Aprēķina elektronu koncentrāciju (daudzumu tilpuma vienībā) varā:

$$E_F = \frac{\hbar^2}{2m_e} \left(\frac{3\pi^2 N}{V} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{3\pi^2 N}{V} = \left(\frac{2m_e E_F}{\hbar^2} \right)^{1.5}$$

$$\frac{N}{V} = \frac{1}{3\pi^2} \left(\frac{2m_e E_F}{\hbar^2} \right)^{1.5} = \frac{1}{3\pi^2} \left(\frac{2 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 7.00 \text{ eV} \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}}{(1.055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2} \right)^{1.5}$$

$$= 8.52 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3} = 8.52 \cdot 10^{25} \text{ L}^{-1} = 8.52 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$$

jeb

$$C = \frac{n}{V} = \frac{N}{N_A V} = \frac{1}{3\pi^2 N_A} \left(\frac{2m_e E_F}{\hbar^2} \right)^{1.5} =$$

$$= \frac{1}{3\pi^2 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \left(\frac{2 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 7.00 \text{ eV} \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}}{(1.055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2} \right)^{1.5} =$$

$$= 1.415 \cdot 10^5 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} = 141.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0.1415 \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3}$$

Salīdzina iegūto lielumu ar atomu koncentrāciju metālā:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{\rho}{M} = \frac{8.96 \text{ g/cm}^3}{63.546 \text{ g/mol}} = 0.141 \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3}$$

jeb

$$\frac{N}{V} = \frac{nN_A}{V} = \frac{mN_A}{MV} = \frac{\rho N_A}{M} = \frac{8.96 \text{ g/cm}^3 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{63.546 \text{ g/mol}} = 8.49 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$$

$$z = \frac{N_e}{N_{Me}} = \frac{\frac{V}{3\pi^2} \left(\frac{2m_e E_F}{\hbar^2} \right)^{1.5}}{\frac{V\rho N_A}{M}} = \frac{M}{3\pi^2 \rho N_A} \left(\frac{2m_e E_F}{\hbar^2} \right)^{1.5} =$$

$$= \frac{63.546 \text{ g/mol}}{8.96 \text{ g/cm}^3 \cdot 3\pi^2 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \left(\frac{2 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 7.00 \text{ eV} \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}}{(1.055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2} \right)^{1.5} \approx 1$$

4. Salīdzina elektronu un atomu koncentrācijas arī Ca, Fe un Bi:

$$z = \frac{N_e}{N_{Me}} = \frac{\frac{V}{3\pi^2} \left(\frac{2m_e E_F}{\hbar^2} \right)^{1.5}}{\frac{V\rho N_A}{M}} = \frac{M}{3\pi^2 \rho N_A} \left(\frac{2m_e E_F}{\hbar^2} \right)^{1.5}$$

un dati ievietoti šajā formulā jeb

$$\frac{z_2}{z_1} = \frac{\frac{M_2}{3\pi^2\rho_2 N_A} \left(\frac{2m_e E_{F2}}{\hbar^2} \right)^{1.5}}{\frac{M_1}{3\pi^2\rho_1 N_A} \left(\frac{2m_e E_{F1}}{\hbar^2} \right)^{1.5}} = \frac{M_2 E_{F2}^{1.5}}{M_1 E_{F1}^{1.5}} = \frac{M_2 \rho_1}{M_1 \rho_2} \left(\frac{E_{F2}}{E_{F1}} \right)^{1.5}$$

$$z_2 = z_1 \frac{M_2 \rho_1}{M_1 \rho_2} \left(\frac{E_{F2}}{E_{F1}} \right)^{1.5}$$

un tika izmantota jau atrastā vērtība

Iegūtās vērtības ir $z_{Ca} \approx 2$, $z_{Fe} \approx 2$, $z_{Bi} \approx 5$.

Iegūtais lielums vienāds ar s- un p-elektronu skaitu metāla atoma ārējā līmenī (bet iepriekšējā līmeņa d-elektroni to neietekmē)

5. Aprēķina Na un Al Fermi enerģijas vērtības!

$$E_F = \frac{\hbar^2}{2m_e} \left(\frac{3\pi^2 N}{V} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{\hbar^2}{2m_e} \left(\frac{3\pi^2 \rho z N_A}{M} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$E_F(\text{Na}) = \frac{\hbar^2}{2m_e} \left(\frac{3\pi^2 \rho z N_A}{M} \right)^{\frac{2}{3}} =$$

$$= \frac{(1.055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{2 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} \left(\frac{3\pi^2 \cdot 0.971 \text{ g/cm}^3 \cdot 10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3 \cdot 1 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{22.99 \text{ g/mol}} \right)^{\frac{2}{3}} =$$

$$= 5.06 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3.16 \text{ eV} \quad (\text{tabulas dati } 3.24 \text{ eV, tomēr, vērtējot, uzskatīt par pareizo } 3,16 \text{ eV})$$

$$E_F(\text{Al}) = \frac{\hbar^2}{2m_e} \left(\frac{3\pi^2 \rho z N_A}{M} \right)^{\frac{2}{3}} =$$

$$= \frac{(1.055 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{2 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} \left(\frac{3\pi^2 \cdot 2.70 \text{ g/cm}^3 \cdot 10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3 \cdot 3 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}{26.98 \text{ g/mol}} \right)^{\frac{2}{3}} =$$

$$= 1.87 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 11.68 \text{ eV} \approx 11,7 \text{ eV} \quad (\text{tabulas dati } 11.7 \text{ eV})$$

jeb:

$$\frac{z_2}{z_1} = \frac{M_2 \rho_1}{M_1 \rho_2} \left(\frac{E_{F2}}{E_{F1}} \right)^{1.5}$$

$$\left(\frac{E_{F2}}{E_{F1}} \right)^{1.5} = \frac{z_2 M_1 \rho_2}{z_1 M_2 \rho_1}$$

$$E_{F2} = E_{F1} \left(\frac{z_2 M_1 \rho_2}{z_1 M_2 \rho_1} \right)^{\frac{2}{3}}$$

un izmantotas jau zināmās Fermi enerģijas.

6. Šie lielumi (un to starpības dažādiem metāliem) nesakrīt, bet lielākā Fermi enerģijā nodrošina, ka metāls vieglāk atdod elektronu citam metālam, līdz ar to elektroķīmiskais potenciāls kļūst zemāks. Bez kristāla elektronu enerģijas elektroķīmisko potenciālu noteic metālisko saišu un jona solvatācijas (hidratācijas) enerģiju starpība.