

**NEORGANISKĀ ĶĪMIJA****Krāsas, krāsas, krāsas... (10%)**

Neorg. ķīm. (10%)	Jautājums	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Summa	%
	Punkti	0.5	8	3	2	3	2	2.5	5	2	28	10
	Rezultāts											

Ne visai veiklais students Izidors gribēja parādīt kādu interesantu eksperimentu saviem draugiem, bet, lai varētu to realizēt, viņam vajadzēja iegūt dzeltenoranžu oksīdu **A**, kurā metāla **Me** masas daļa ir 56,02%. Viņš bija izlasījis, ka savienojumu **A** iegūst, karsējot vielu **X** (metāla masas daļa ir 43,55%), tāpēc iebēra vielu **X** tīģelī, kuru noslēdza un ielika krāsnī karsēties. Pēc kāda laika, izņemot tīģeli no krāsns, students saprata, ka iegūtais savienojums nav **A**, bet savienojums **B**, kurā ir par vienu metāla **Me** atomu vairāk un metāla masas daļa ir 57,71%. Viņš pieņēma, ka viela **A** tika reducēta par **B** un ka to, iespējams, reducēja gāze **C**. Krāsnī viela **X** sadalījās par vielu **B**, izdalot gāzes **C** un **D**, kā arī ūdeni. Vēlāk students saprata savu kļūdu un ieguva vielu **A**.

1. Kādu praktisku kļūdu students izdarīja pirmajā, nesekmīgajā **A** sintēzē?

2. Uzzraksti vielu **X**, **A-D** vielu molekulformulas! Uzrādi domu/aprēķinu gaitu!

X:

A:

B:

C:

D:

3. Uzraksti un novienādo aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!

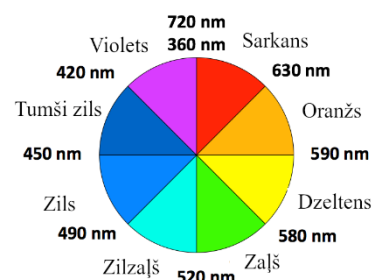
Ieguvis vielu **A**, neveiklais students beidzot varēja parādīt eksperimentu. Viņš uz galda novietoja trīs šķīdumus – ūdeņraža peroksīdu, skābi un bāzi – un apgalvoja, ka, izmantojot vielu **A**, var iegūt lielāko daļu varavīksnes krāsu, šos šķīdumus **A** pielejot dažādā secībā.

Iegūto vielu **A** viņš sadalīja trīs daļās. Pirmajai daļai viņš vispirms pievienoja skābi, iegūstot jonu **E** (metāla masas daļa 61,42%), kurš ir dzeltenā krāsā un ar lādiņu +1, un pēc tam pievienoja  $H_2O_2$ , iegūstot jonu **F** (metāla masas daļa 51,49%), kurš ir sarkanā krāsā un arī ar lādiņu +1. Pie jona **F** šķīduma pievienojot bāzisku ūdeņraža peroksīda šķīdumu pārākumā, vispirms veidojās jons **G** (metāla masas daļa 38,90%), kurš ir dzeltenā krāsā, bet pēc kāda laika šķīdums kļuva zaļš, kas liecina par jona **H** veidošanos (metāla masas daļa 31,07%), un vēl pēc laika kļuva zili-violets, kas liecina par jona **I**

Vārds, Uzvārds \_\_\_\_\_

veidošanos (metāla masas daļa 28,47%). Samazinot pH, jons **I** nokrāsojas zaļā krāsā, kas liecina par jona **J** (metāla masas daļa 31,26%) veidošanos.

Otrai šķīduma daļai viņš pievienoja skābu ūdeņraža peroksīda šķīdumu, uzreiz iegūstot jonu **F**. Savukārt trešajai viņš pievienoja tikai ūdeņraža peroksīdu, uzreiz iegūstot jonu **G**.



4. Kādu krāsu absorbē jons **E**? Kādu jons **F**? Kādu jons **H**?

<b>E:</b>	<b>F:</b>	<b>H:</b>
-----------	-----------	-----------

5. Uzraksti jonu **E – J** molekulformulas! (Aprēķinus nav jāuzrāda) *Ievēro, ka visos jonos **F – J** ietilpst tāds pats struktūras fragments, kā vielā, kas veidojas nātrija reakcijā ar skābekli.*

<b>E:</b>	<b>F:</b>	<b>G:</b>
<b>H:</b>	<b>I:</b>	<b>J:</b>

6. Uzraksti un novienādo jonu vienādojumus pārvērtībām **A->F** un **A->G** !

--

7. Uzdevumā aprakstītais metāls **Me** kristalizējas tilpumcentrējuma elementāršūnā, nosakiet tā blīvumu, ja zināms, ka atoma rādiuss ir 145 pm!

--

8. Nosaki d līmeņa elektronu skaitu **Me<sup>2+</sup>** jonam! Attēlo oktaedriskā kristālu lauka šķelšanās diagrammu **Me<sup>2+</sup>** jonam! Uzrādi d-orbitāļu nosaukumus un atzīmē orbitāļu kopas ( $e_g$  un  $t_{2g}$ )! Kāds būs tā magnētiskais moments?

--

Vārds, Uzvārds \_\_\_\_\_

$\mu =$

9. Metāla kompleksam  $[\text{MeCl}_4]^-$  piemīt intensīva absorbcija pie  $21'000 \text{ cm}^{-1}$ , aprēķini tetraedriskā kristāliskā lauka šķelšanās enerģiju kJ/mol!



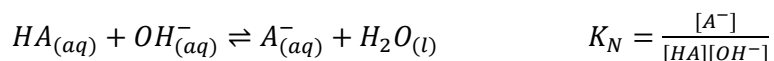
# ANALĪTISKĀ ĶĪMIJA α

## Monoprotiskas skābes skābes konstantes noteikšana ar pH-metru. (\*10%)

Analīt. ķīm. (*10%)	Jautājums	1	2	3	4	5	6	7	Summa	%
	Punkti	1	2.5	2	6	2.5	2	4	20	*10
	Rezultāts									

Dotā procedūra ir izstrādāta, lai noteiktu *p*-hlorfenola skābes konstanti. Cietu *p*-hlorfenolu izšķīdina NaOH-NaCl šķīdumā un izmēra tā pH pirms un pēc skābes pievienošanas.

Šķīdumā norit sekojošā reakcija un tās līdzsvara konstante ir aprakstīta ar  $K_N$ :



HA un OH<sup>-</sup> koncentrācijas apzīmēsim, attiecīgi, ar A un B un, respektīvi, to sākotnējās koncentrācijas ar  $A_0$  un  $B_0$ . A<sup>-</sup> līdzsvara koncentrāciju apzīmēsim ar  $x$ .

1. Uzrakstiet divus vienkāršus vienādojumus HA un OH<sup>-</sup> līdzsvara koncentrāciju atkarībai no  $x$

2. Aizstājiet [A<sup>-</sup>], [HA] un [OH<sup>-</sup>]  $K_N$  vienādojumā. Pārvērtiet iegūto vienādojumu, lai parādītu lineāru atkarību formā  $F(x) = f(F(B))$ , kur  $F$  un  $f$  ir divas dažādas funkcijas,  $f$  ir lineāra funkcija.

Vārds, Uzvārds \_\_\_\_\_

3. Parādiet kā būtu iespējams noteikt  $F(B)$  un  $F(x)$ , izmantojot šķīduma pH pirms skābes pievienošanas ( $pH_0$ ) un pēc skābes pievienošanas ( $pH_{eq}$ ). ( $K_W = 10^{-14}$ )

Eksp. nr.	0.2 M NaOH tilpums, ml	0.05 M NaCl tilpums, ml	$pH_0$	$pH_{eq}$	$F(B)$ ,	$F(x)$ ,
1	0.9	49.1	11.69	9.74		
2	0.8	49.2	11.63	9.56		
3	0.7	49.3	11.55	9.43		
4	0.6	49.4	11.48	9.28		
5	0.5	49.5	11.39	9.14		
6	0.4	49.6	11.29	8.99		
7	0.3	49.7	11.15	8.78		

Katram šķīdumam tika pievienoti 40 mg *p*-hlorfenola līdz līdzsvara sasniegšanai. *p*-Hlorfenola molmasa:  $M = 128.56$  g/mol. Visi eksperimenti veikti pie  $25.0$  °C.

4. Norādiet  $F(B)$  un  $F(x)$  mērvienības un papildiniet eksperimentālo datu tabulu (vismaz 4 eksperimentiem), uzskicējiet grafiku (rūtiņu lapa ir uzdevumu komplekta beigās)  $F(x)$  atkarībai no  $F(B)$ , nosakiet taisnes virziena koeficientu un krustpunktu ar  $F(x)$  asi.

**Virziena koeficients =**

**krustp. ar F(x) asi =**

5. Izmantojot iegūto taisnes virziena koeficientu un krustpunktu ar  $F(x)$  asi, aprēķiniet skābes konstanti  $K_a$ , kur  $K_a = K_N K_W$ . Ja taisnes virziena koeficientu un krustpunktu ar  $F(x)$  asi neizdevās noteikt, pieņemiet, ka tie ir, attiecīgi,  $3.00 \cdot 10^{-3}$ , un  $1.00 \cdot 10^2$ .

$K_a =$ 

Iepriekš veiktā eksperimenta autori apgalvo, ka jonu spēks tiek uzturēts konstants visos augstāk minētajos eksperimentos. Jonu spēku aprēķina sekojoši:

$$I = 0.5 \sum_{i=0}^n c_i z_i^2, \text{ kur } c_i \text{ un } z_i, \text{ attiecīgi, ir šķīdumā esošo jonu koncentrācijas un lādiņi.}$$

6. Pierādiet, ka autoru apgalvojums ir patiess/nepatiess

*p*-Hlorfenola šķīdība ūdenī ir 2.7g / 100 ml.

7. Aprēķiniet anjona  $A^-$  mola daļu piesātinātā vielas šķīdumā. Veiciet piemērotus pieņēmumus. Ja neizdevās atrast skābes konstanti, pieņemiet, ka  $K_a = 10^{-9}$ .

 $x_{A^-} =$

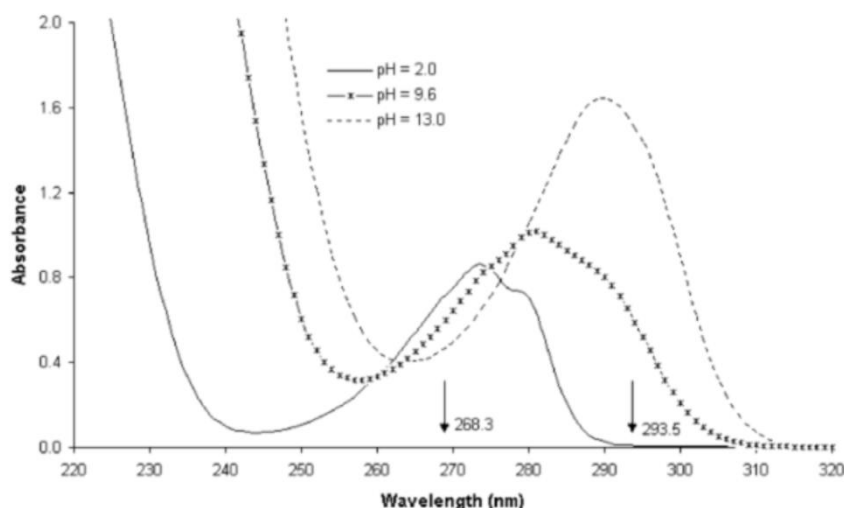


# ANALĪTISKĀ ĶĪMIJA Ω

## Divas tuvas skābes konstantes. (\*10%)

Analīt. ķīm. (*10%)	Jautājums	1	2	3	4	5	6	Summa	%
	Punkti	1	2	3	7	4	3	20	*10
	Rezultāts								

Rezorcīna (1,3-dihidroksibenzola) OH grupas ir simetriski novietotas benzola gredzenā un tām ir maz savstarpējās mijiedarbības. Lai noteiktu abas tā skābes konstantes, pielieto UV-spektroskopiju, Vispirms, vielas absorbcijas spektrs tiek uzņemts pie trīs dažādām pH vērtībām, iegūstot sekojošo grafiku:



- Uzrādiet rezorcīna struktūras, kas visvairāk absorbē gaismu pie norādītajiem viļņu garumiem.

**Pie 268.3 nm:**

**Pie 293.5 nm:**

Kompleksām sistēmām var noteikt cik līdzsvāri dominē pie dažādiem pH attēlojot absorbcijas diagrammu, kur absorbcija pie viļņa garuma ir attēlota pret absorbciju pie cita viļņa garuma.

- Parādiet, ka sistēmai, kas sastāv no divām dažādām daļiņām absorbciju savstarpējā atkarība ir lineāra, pieņemiet, ka absorbcijas koeficienti nav atkarīgi no pH.



Tika uzņemta paraugu absorbcija pie dažādiem pH un vienādas kopējās rezorcīna koncentrācijas, pie diviem dotajiem viļņu garumiem. Iegūtie dati apkopoti sekojošajā tabulā:

pH	Absorbcija		pH	Absorbcija	
	268.3 nm	293.5 nm		268.3 nm	293.5 nm
2.0	0.699	0.048	10.2	0.535	0.876
8.4	0.677	0.143	10.4	0.522	0.966
8.6	0.666	0.198	10.6	0.511	1.053
8.8	0.652	0.265	10.8	0.501	1.137
9.0	0.635	0.340	11.0	0.492	1.216
9.2	0.617	0.422	11.2	0.483	1.290
9.4	0.599	0.509	11.4	0.476	1.358
9.6	0.582	0.599	11.6	0.469	1.420
9.8	0.565	0.691	11.8	0.463	1.476
10.0	0.549	0.784	13.0	0.456	1.558

3. Uzskicējiet vienas absorbcijas atkarību no otras (ne obligāti atlikt visus punktus, bet esiet saprātīgi). Katru reizi, kad grafiks maina slīpumu, mainās dominējošais līdzsvars, aptuveni atzīmējiet dominējošās daļiņas dažādos grafika reģionos.

**Rūtiņu lapa ir uzdevumu komplekta beigās**

## Vārds, Uzvārds \_\_\_\_\_

Rezorcīna pirmo skābes konstanti var atrast pēc sekojošā vienādojuma:

$$(A_{\lambda} - A_{\lambda,0}) * 10^{-pH} = -K_{a,1}A_{\lambda} + K_{a,1}A_{\lambda,1},$$

kur  $A_{\lambda,0}$  - neitrāla rezorcīna absorbcija tādos apstākļos, kad tas ir dominējošā daļiņa dotajā viļņa garumā,  $A_{\lambda,1}$  - ir mono-deprotonēta rezorcīna absorbcijas vērtība, kad tas ir dominējošā daļiņa dotajā viļņa garumā. Analogiski, otrai skābes konstantei ir spēkā:

$$(A_{\lambda} - A_{\lambda,1}) * 10^{-pH} = -K_{a,2}A_{\lambda} + K_{a,1}A_{\lambda,2},$$

kur  $A_{\lambda,2}$  - divkārsti deprotonēta rezorcīna absorbcijas vērtība, kad tas ir dominējošā daļiņa dotajā viļņa garumā.

4. Nosakiet abas rezorcīna skābes konstantes.

$K_{a,1} =$

$K_{a,2} =$

5. Aprēķiniet abu skābes konstanšu attiecību. Par ko tā liecina? Uzskicējiet (šeit, nevajag rūtiņu lapā) visu rezorcīna formu moldaļu atkarību no pH, neizmirstiet norādīt, kura līkne ir kura daļiņa. *Ja skābes konstantes neizdevās aprēķināt, ko to attiecība var palīdzēt moldaļu attēlojumā no pH?*

Vārds, Uzvārds \_\_\_\_\_

6. Rezorcīna šķīdība ir ir 110 g / 100 ml ūdens, molmasa - 110.0 g/mol. Nosakiet pH piesātināta rezorcīna šķīdumam ūdenī. Ja skābes konstantes neizdevās aprēķināt, pieņemiet, ka  $K_{a,1} = 8.0 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_{a,2} = 4.0 \cdot 10^{-12}$ .

pH =

*Fun fact:* rezorcīna viršanas temperatūra ir 110 °C.

Vārds, Uzvārds \_\_\_\_\_

