



6. LATVIJAS UNIVERSITĀTES ĶĪMIJAS FAKULTĀTES "JAUNO ĶĪMIĶU KONKURSA" 2.KĀRTAS UZDEVUMI

Atrisināt tālāk dotos sešus uzdevumus un atbildes ierakstīt *MS Word* atbilžu datnē, ko kā pievienoto dokumentu **līdz 29.01.2012. plkst. 24:00** nosūtīt uz e-pasta adresi kimijas_olimpiades@inbox.lv. Vēlāk saņemtās atbildes netiks vērtētas. **Datnes nosaukums jāizveido no vārda, uzvārda un klases, un skolas, piemēram, Jaanis_Beerzinsh_Rigas_61.vsk_9.klase** (datnes nosaukumā neizmanto garumzīmes un mīkstinājuma zīmes; par datnes nenosaukšanu atbilstoši prasībām tiks piemērots 3 punktu sods).

Aktīvākie skolēni 2012. gada aprīlī tiks aicināti uz 4. kārtu, kas norisināsies LU Ķīmijas fakultātē un kuras noslēgumā skolēnus gaida balvas.

Par katru pareizi izrēķinātu uzdevumu ir iespējams nopelnīt 10 punktus. Punktus skaita par katru pareizu starprezultātu. Katrai klašu grupai **pēdējā uzdevuma otrā puse** (8.-9. un 10.-11. klašu grupām) **vai papildus uzdevums** (12. klase) ir apzīmēta kā cietais rieksts – papildus grūtības jautājumi, kuru atbildēšanai pašiem nepieciešams studēt literatūru. Par šo daļu papildus var saņemt 10 punktus. Tātad kārtā kopā iespējams saņemt $6 \cdot 10 + 10 = 70$ punktus.

Reakciju vienādojumu rakstīšanai var lietot parastos augšējos un apakšējos indeksus, kā arī Word Objektu Microsoft Equation 3.0. Organisko reakciju rakstīšanai ar struktūrformulām var lietot programmas ChemSketch vai MDL ISIS Draw 2.5. Tās iespējams atrast internetā un pēc lūguma nosūtīsim tās Jums uz Jūsu e-pastu. Struktūrformulas var rakstīt arī ar roku un tās ieskenēt.

Viesiem attēliem un uzdevumu nosaukumiem ir tikai ilustratīvs raksturs, ja nav norādīts savādāk!

Uzdevumus 2. kārtai sastādījuši un panākumus uzdevumu risināšanā vēl LU Ķīmijas fakultātes studenti un mācībspēki:



Agris Bērziņš¹



Mārtiņš Stepiņš²



Eduards Baķis³



Toms Rēķis³



Jānis Švirksts⁴

¹ - LU Ķīmijas fakultāte, doktorants

³ - LU Ķīmijas fakultāte, 3. kursa students

² - LU Ķīmijas fakultāte, 1. kursa students

⁴ - LU Ķīmijas fakultāte, asociētais profesors



8.-9.klases uzdevumi

1. uzdevums	<i>Vai tu to vari?</i>
--------------------	------------------------

Kādas gāzes var iegūt izmantojot Kipa aparātu? Uzrakstiet visu atbilstošo ķīmisko reakciju vienādojumus!

2. uzdevums	<i>Burvja pirksts</i>
--------------------	-----------------------

Pakāpeniski pievienojot 100 gramus atšķaidītas sālsskābes pie 100 gramiem sodas šķīduma iegūst 200 g šķīduma. Turpretī pakāpeniski pievienojot 100 gramus sodas šķīduma pie 100 gramiem atšķaidītas sālsskābes iegūtā šķīduma masa ir tikai 197 grammi.



Izskaidrojiet novēroto un aprēķiniet HCl masas daļu w (izteiktu %) izmantotajā sālsskābē!

3. uzdevums	<i>Izlaušanās</i>
--------------------	-------------------

Jūsu rīcībā ir kristālisku vielu maisījums, kas satur cinka oksīdu, vara(II) oksīdu un dzelzs(III) oksīdu. *Iesakiet paņēmieni, kā no šī oksīdu maisījuma izdalīt brīvā veidā visus trīs metālus, katru no tiem atsevišķi! Uzrakstiet visu atbilstošo ķīmisko reakciju vienādojumus!*



4. uzdevums	<i>Vecmāmiņas mantojums</i>
--------------------	-----------------------------

Studente Agnese savas vecmāmiņas mājā atrada 3 pilnīgi identiskas senas monētas. Protams, ka pirmais, ko viņa gribēja uzzināt – no kā sastāv šīs senās monētas. Pārmeklējot visus iespējamās informācijas avotus, Agnesei diemžēl neizdevās uzzināt monētu precīzo sastāvu, tomēr viņa atrada dažus būtiskus faktus – tās ir izgatavotas no trim metāliem, kurus monētu izgatavošanā izmanto visai bieži, turklāt viens no šiem metāliem ir niķelis. Ar atrasto informāciju viņa tomēr nebija apmierināta, tāpēc nolēma ar monētām laboratorijā veikt dažas ķīmiskas reakcijas. Vispirms monētas nosvēra – izrādījās, ka katra monēta sver 2.75 g. Tad pirmo monētu viņa iemeta traukā ar sālsskābi pārākumā. Kad reakcija beidzās, viņa konstatēja, ka pavisam ir izdalījušies 0.684 L gāzes, un monēta nav pilnīgi izreaģējusi. Otrā monētu Agnese iemeta traukā ar karstu, koncentrētu slāpekļskābi pārākumā. Šajā reakcijā izdalījās 1.954 L oranžas, toksiskas gāzes, turklāt šoreiz izreaģēja visa monēta. Trešā monēta tika iemesta traukā ar koncentrētu nātrija hidroksīdu pārākumā, šajā reakcijā izdalījās 0.466 L gāzes, un daļa monētas palika neizreaģējusi. Visas reakcijas tika veiktas standarta apstākļos.



1. Atrodiet abus pārējos metālus, no kuriem bija izgatavotas monētas!

2. Aprēķiniet katra metāla masas daļu monētā!

3. Uzrakstiet visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus!



5. uzdevums

Sasodītā soda

Studentam tika iesniegts dzeramās sodas, nātrija karbonāta un daļēji dehidratētas kristāliskās sodas ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) maisījums. Studenta uzdevums bija noteikt katras vielas masas daļu paraugā, kā arī ūdens molekulu skaitu x .

Šim nolūkam students *ņēma 10,0 g maisījuma, izkarsēja to l un noteica, ka masa pēc karsēšanas 300 °C temperatūrā ir 6,37 g. Gaistošās vielas izvadot caur nātrija hidroksīda šķīdumu noteica, ka tā masa palielinās par 0,786 g.

Šādu pašu maisījuma daudzumu izšķīdinot ūdenī un pievienojot kalcija hlorīda šķīdumam rodas 4,22 g nogulšņu.

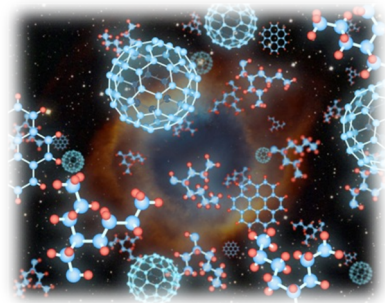
1. Nosakiet ūdens molekulu skaitu x !
2. Nosakiet maisījuma sastāvu masas daļās!
3. Uzrakstiet visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojums!



6. uzdevums

Tik vienādi bet reizē tik atšķirīgi

Trīs savienojumi A, B un C katrs satur trīs vienādus elementus. Elementu daudzumattiecības uzdotas tabulā. Vēl zināms, ka 1 mols savienojuma reaģē ar 1, 2 un 3 molu nātrija hidroksīda attiecīgi.



Savienojums	Elementu daudzumattiecības	NaOH molu skaits lai izreagētu 1 mols savienojuma
A	3:1:2	1
B	3:1:3	2
C	3:1:4	3

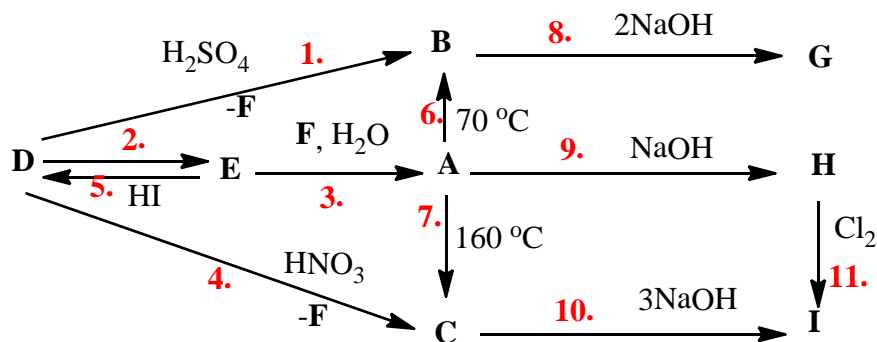
1. Noteikt savienojumus A, B un C!
2. Norādīt katra elementa oksidēšanās pakāpi savienojumos!



Cietais rieksts



Dota reakciju shēma, kas ietver iepriekš minētos savienojumus A, B un C.



Zināms, ka savienojums E ir binārs un satur divus no A ietilpstošajiem elementiem, kā arī kā 5. reakcija ir pievienošanās reakcija.

1. Noteikt savienojumus **D – H!**
2. Uzrakstīt visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus!
3. Izskaidrot atšķirīgo reakcijas stehiometriju savienojumu A, B un C reakcijās ar nātrija hidroksīdu!
4. Uzzīmēt A, B un C telpisko formulu!



10.-11. klases uzdevumi

1. uzdevums	<i>Vai tu to vari?</i>
--------------------	------------------------

Jūsu rīcībā ir vara(II) nitrāts, kas satur sudraba nitrāta piemaisījumus. Iesakiet paņēmieni, kā iegūt tīru vara(II) nitrātu, kas nesatur piemaisījumus! Uzrakstiet visu atbilstošo ķīmisko reakciju vienādojumus!

2. uzdevums	<i>Vakara mīkla</i>
--------------------	---------------------

Vienādām masām trīs savienojumu A, B un C pievienojot sāļsskābi pārākumā un maisījumu ietvaicējot, iegūst vienu un to pašu savienojumu masas attiecībās 2,00:1.21:1,00. Zināms, ka visi trīs savienojumi sastāv no elementiem X, Y un Z, bet savienojumus B un C ietilpst arī ūdeņradis. Izkaršējot savienojumus B un C pietiekami augstā temperatūrā iegūst savienojumu A. Elementu masas attiecība savienojumos ir šāda:



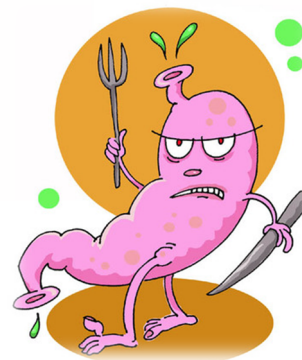
	X	Y	Z	H
A	1.44	1	1.50	-
B	23	32	48	1
C	3.29	2.29	11.43	1

1. Noteikt elementus X, Y, Z un savienojumus A, B un C.
2. Uzrakstīt aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!

3. uzdevums	<i>Neuzticīgais students</i>
--------------------	------------------------------

Kāds students apgalvoja, ka lekciju laikā ir ticis informēts, ka kuņģa skābes koncentrācija ir 3M. Pēc šīs lekcijas viņš internetā atrada informāciju, ka vidēji cilvēka kuņģa tilpums ir 20 – 100 mL un pH ir 1,5 – 3,5.

1. Kāda skābe atrodas kuņģī?
2. Kādās robežās ir kuņģī esošās skābes koncentrācija?
3. Kādās robežās ir kuņģī esošās skābes daudzums?
4. Kā jūs varētu komentēt lekcijās iegūto informāciju?
Tālāk aplūkosim cilvēku Raiti, kam kuņģa skābes tilpums ir 50 mL.
5. Kāda dzeramās sodas masa gramos ir jālieto, lai palielinātu kuņģa skābes pH no 1,5 līdz 3,5.
6. Cik tas ir tējkarotes (tējkarotes tilpums ir 5,00 mL).
7. Cik liela masa nātrija hidroģēnkarbonāta ir jāapēd Raitim, lai kuņģa pH atkal palielinātu līdz 3,0, ja viņš pirms tam ir izdzēris 500 mL laima sulas un kuņģa sulas pH pirms sulas lietošanas arī bijis 3,0.



Laima sula satur 5% citronskābes, tās pH ir 2,2 un tās blīvums 1,04 g·cm⁻³. Uzskatiet citronskābi par vienvērtīgu skābi!



4. uzdevums

Rūpniecības spožums un posts

18. gadsimta beigās un 19. gadsimta sākumā kādas rūpniecības preces ražošanā iesaistītie cilvēki bieži saslima ar briesmīgu un neārstējamu slimību, kas sākās ar zobusāpēm un iekaisumu ap žokļa kaulu. Iesaistītie kauli tumsā spīdēja un lai izglābtu cietušo bija nepieciešama šo kaulu amputācija. Šī slimība lika mainīt vielas, kas iesaistīti šīs preces ražošanā.

Arī mūsdienās šo precī ražo un tā tiek plaši lietota. Modernizētā ražošanas tehnoloģija ir novērsusi visus nevēlamos iesaistīto ķīmisko savienojumu efektus. Preces izmantošanas laikā pie vēlamā rezultāta noved dažādu reakciju kopums, kurās iesaistīti izmantotās ķīmiskās vielas. Reakciju virkni varētu attēlot šādi:

$A \rightarrow B$ (fizikāla pārvērtība pievadītās enerģijas rezultātā)

$B + C \rightarrow D + \text{Siltums}$ (spontāna reakcija)

$E \rightarrow F + C + \text{Siltums}$ (Iepriekšējā reakcijā iegūtā siltuma rezultātā)

$G(c) \rightarrow G(\text{šķ.})$ (Iepriekšējā reakcijā iegūtā siltuma rezultātā)

$G(\text{šķ.}) + C \rightarrow H + \text{Vēl vairāk siltums}$ (Iepriekšējā reakcijā iegūtā siltuma rezultātā)

$I + C \rightarrow J + K$ (Iepriekšējā reakcijā iegūtā siltuma rezultātā)

Ir zināms, ka E ir spēcīgs oksidētājs, kura nosaukšanai plaši lieto triviālo nosaukumu. Ar G var notikt līdzīgas pārvērtības kā ar A pirmajā reakcijā. I patiesībā ir savienojumu maisījums, taču savām reakcijām pieņemiet tādu savienojumu, lai molārā attiecība I:J būtu 1:25.

1. Atšifrējiet vielas A – K!
2. Uzrakstiet notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus!
3. Kas ir šī rūpniecības prece?



5. uzdevums

Vēsturisks sasniegums

Pašlaik dažādas baterijas un akumulatori ir viens no galvenajiem veidiem, kā ražot līdzstrāvu un uzkrāt elektrisko enerģiju. Baterijas izgudrotāja gods pieder itāļu fiziķim Alesandro Voltam, kurš 1800. gadā izveidoja pirmo galvanisko elementu, kas sastāvēja no cinka un vara elektrodiem sērskābes šķīdumā. Tomēr šai un vēl vairākām pēc tam izgudrotajām baterijām bija kāds trūkums – tās varēja izmantot tikai vienu reizi, t.i., tās nebija iespējams atkārtoti uzlādēt. Tāpēc mēs šajā uzdevumā apskatīsim pirmo atkārtoti uzlādējamo bateriju, ko 1859. gadā izdevās izveidot franču fiziķim Gastonam Plantē. Tās uzbūve bija samērā vienkārša – par anodu kalpoja svina elektrods, turpretī par katodu tika izmantotas svina (IV) oksīds. Elektrodi atradās 4.4 mol/L sērskābes šķīdumā. Interesanti, ka šādas sistēmas baterijas tiek izmantotas arī mūsdienās, piemēram, automašīnās, neskatoties uz to, ka ir izgudroti daudzi citi atkārtoti uzlādējami bateriju veidi.





1. Uzrakstiet uz anoda un katoda notiekošo ķīmisko reakciju vienādojumus baterijas izlādes procesā!
2. Kā mainījies katoda, anoda un elektrolīta šķīduma ķīmiskais sastāvs pēc pilnīgas baterijas izlādes?
3. Uzrakstiet uz anoda un katoda notiekošo ķīmisko reakciju vienādojumus baterijas uzlādes procesā!
4. Kas var notikt, ja baterija tiek uzlādēta ar pārāk ilgi ar pietiekami lielu spriegumu?
5. Aprēķiniet elektrodzinēj spēku (spriegumu), ko var radīt pilnīgi uzlādēta baterija! Zināms, ka uz katoda notiekošajai reakcijai reducēšanās standartpotenciāls ir $E^{\circ}_{red} = 1.685 \text{ V}$, bet uz anoda notiekošajai reakcijai $E^{\circ}_{red} = -0.356 \text{ V}$. Aprēķinos var pieņemt, ka visa sērskābe šķīdumā disociē, veidojot tikai vienu ūdeņraža jonu un vienu hidrogēnsulfāta jonu.

6. uzdevums

Zaļie mati

Mūsdienās diezgan bieži rodas nepieciešamība ūdenī ievadīt kādas vājas skābes **A** anjonu **B**. Šo anjonu var ievadīt dažādos veidos, populārākais no kuriem ir šīs skābes sāļu **C** un **D** šķīdināšana. **C** izmantošanu apgrūtinā fakts, ka tas šķīst lēnu un veido nešķīstošus baltus atlikumus, kas jāfiltrē. Ja šāds ūdens nonāk saskarē ar proteīniem, tad tiem raksturīgs ķīmiskais elements **X** var reaģēt ar skābi **A**, veidojot nevēlamus mono- un di- aizvietošanās produktus **E** un **F** [ērtības labad formulās un reakcijās aizstāsim **X** saturošus proteīnus ar **X** bināru savienojumu ar ūdeņradi **G**]. Ir zināms, ka savienojumi **E** un **F** var reaģēt savā starpā, veidojot savienojumus **H** (nekaitīgu gāzi) un **I** (gāzi, kas šādās koncentrācijās nav kaitīga un neizdalās no šķīduma). Ja šķīdumā ir par daudz skābes **A**, tad tas var reaģēt ar **F**, veidojot kairinošu savienojumu **J**, kas piešķir ar **A** bagāta ūdens raksturīgo smaržu. Lai atbrīvotu ūdeni no **E** un **F**, jau pirms to veidošanās ūdenim pievieno lielu daudzumu **A**, kas neitralizē **G**.



Lai noteiktu **A** daudzumu ūdenī, tam izmanto plaši lietotu titrimetrisko metodi – pārākumā pievieno reducējošu halogēnīdu **K**, kas šajā reakcijā reducējas par vielu **L**. **L** daudzumu nosaka ar kādu sēru saturošu anjonu **M**, kas reakcijas gaitā oksidējas par anjonu **N**.

1. Identificējiet vielas **A – N**!
2. Uzrakstiet visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!
3. Kāda vēl metode **A** ievadīšanai ūdenī tiek lietota? Uzrakstīt ķīmiskās reakcijas vienādojumu! Kādēļ to praksē izmanto retāk?
4. Kādēļ nepieciešama **A** ievadīšana ūdenī?
5. Kur praksē lieto šādu ar **A** bagātinātu ūdeni?

Lai noteiktu skābes **A** daudzumu ūdenī, 1,00 L ūdens (blīvums $1,00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) pievienoja 10,0 mL 0,300 M **K** šķīdumu un titrēja ar 0,100 M **M** šķīdumu. Titrēšanai patērēja 14,0 mL šī šķīduma.

6. Aprēķiniet **A** daudzumu (mol) un masas koncentrāciju (% un miljonajās daļās m.d. jeb ppm)!



Cietais rieksts



Kā jau tika minēts, **A** ir vāja skābe un tās skābes konstantes negatīvai decimāllogaritms pK_a ir 7,53. Šī iemesla dēļ šķīduma pH nosaka to, vai šķīdumā eksistēs skābe **A** vai tās anjons **B**. Uzrakstam skābes konstantes vienādojumu:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][B]}{[A]}$$

Un to logaritmējam: $\lg K_a = \lg \frac{[H_3O^+][B]}{[A]}$

Pēc tam varam veikt šādus pārveidojumus:

$$\lg K_a = \lg[H_3O^+] + \lg \frac{[B]}{[A]}$$

$$-pK_a = \lg \frac{[B]}{[A]} - pH$$

Izmantojot pēdējo vienādojumu varam atrast vājas skābes anjona un katjona daudzumu attiecīgu atkarībā no pH.

7. Izmantojot šo vienādojumu, ar **diviem cipariem aiz komata** nosakiet pH, pie kura:

- $[A] = [B]$
- $[A]$ veido 90% no kopējās $[A] + [B]$ koncentrācijas
- $[B]$ veido 90% no kopējās $[A] + [B]$ koncentrācijas
- Šķīdumā eksistē faktiski tikai skābe (t.i. tās mola daļa ir 99,9%)

8. Vienā grafikā uzzīmējiet a) **A** un b) **B** mola daļu atkarībā no šķīduma pH!

Tā kā šķīdumā nepieciešamāka ir tieši skābe **A**, tad šķīdumam pievieno vielas, kas regulē tā pH. Tiesa gan, pārlietu zems pH ir nevēlams, jo šādā gadījumā novērojama kāda nevēlama blakusreakcija, kādas gāzes izdalīšanās.

9. Uzrakstiet ķīmiskās reakcijas vienādojumu, kas pierāda šo faktu. Paskaidrojiet, kādēļ pH samazināšana veicina šo procesu!

Ja ūdens pH ir pārāk zems, turklāt zema ir arī kalcija jonu koncentrācija, tas var novest pie kāda metāla **O** jona izdalīšanās no cauruļvadiem. Ja ar šādu ūdeni nonāk saskarē mati, tad pēc to mazgāšanas novērojama zaļas krāsas parādīšanās.

10. Kas ir metāls **O**?

11. Kas ir zaļais savienojums? Uzrakstiet tā veidošanās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

12. Kādēļ tas parādās tieši pēc matu mazgāšanas?



12. klases uzdevumi

1. uzdevums	<i>Vai tu to vari?</i>
--------------------	------------------------

Kādas gāzveida vielas var iegūt, ja Jūsu rīcībā ir kristāliski amonija hlorīds, nātrijs sulfīts, mangāna(IV) oksīds, kā arī atšķaidīti sērskābes un nātrijs hidroksīda šķīdumi? Uzrakstiet visu atbilstošo ķīmisko reakciju vienādojumus!

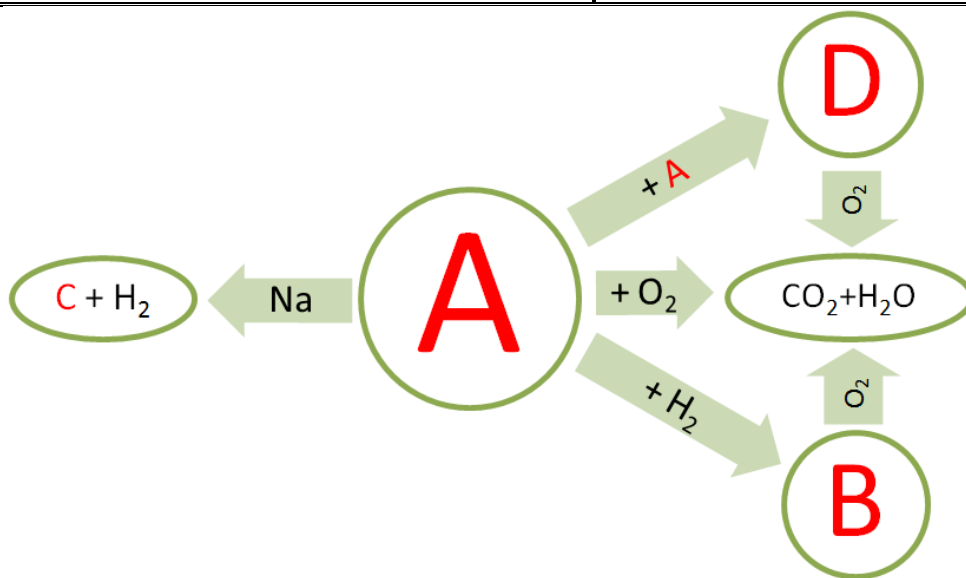
2. uzdevums	<i>Vai piedāvāt vēl vienu foliju?</i>
--------------------	---------------------------------------

Daži no cilvēkiem, kas mēģinājuši košļāt foliju, apgalvo, ka saskarē ar foliju daži no zobiem jūt sāpes. Ir zināms, ka tas nav novērojams visiem zobiem, turklāt to nenovēro visi cilvēki. Zināms, ka šīs sāpes rodas, kad zoba nervs saņem elektrisko impulsu, kas rodas potenciāla starpības dēļ.

1. Izskaidrot, kādēļ novērojama šāda zobu sāpēšana!
2. Uzrakstīt notikušā procesa ķīmisku reakciju!
3. Aprēķināt potenciāla starpības lielumu, norādot jūsu atrasto papildus informāciju un tās avotu.



3. uzdevums	<i>Organiskais cikls</i>
--------------------	--------------------------



6,000 gramus šķidrās organiskās vielas **A** ar raksturīgu aromātu sadedzināja un ieguva 10,17 L oglekļa(IV) oksīda (n.a.) un 4,902 g ūdens. Šim mērķim izlietoja 13,22 L skābekļa. Lai sadedzinātu tādu pašu masu savienojuma **D**, nepieciešams tāds pats skābekļa tilpums, turklāt iegūst tos pašus produktus tādos pat daudzumos kā **A** gadījumā.

Paaugstinātā temperatūrā apstrādājot **A** ar ūdeņradi, iegūst šķidrums **B**. Sadedzinot 6,000 gramus **B**, jāpatērē 14,39 L skābekļa.



Ja vielai **A** pievieno metālisku nātriju, novēro gāzes izdalīšanos un krāsas maiņu uz tumši zilu.

1. Uzrakstiet shēmā attēloto reakciju vienādojumus un nosauciet **A**, **B**, **C** un **D** saskaņā ar IUPAC nomenklatūru! Pie kādas organisko vielu klases pieder **D**?
2. Ar kādas reakcijas palīdzību var pārliecināties, ka reakcijā ar ūdeņradi iegūts **B** un reakcijas maisījums vairs nesatur **A**? Uzrakstiet vienādojumu!
3. Kā vispārīgi dēvē tādas līdzīgas reakcijas kā divu **A** molekulu pārvēršanos par **D**? Kā vispārīgi dēvē šādas reakcijas produktu?
4. Kā no **C** atkal iegūt **A**? Uzrakstiet reakcijas vienādojumu!
5. Kā no **D** atkal iegūt **A**? Uzrakstiet reakcijas vienādojumu!
6. Kas kopīgs **C** ar benzolu? Ar ko šādā sakarā atšķiras **C** no **A**?

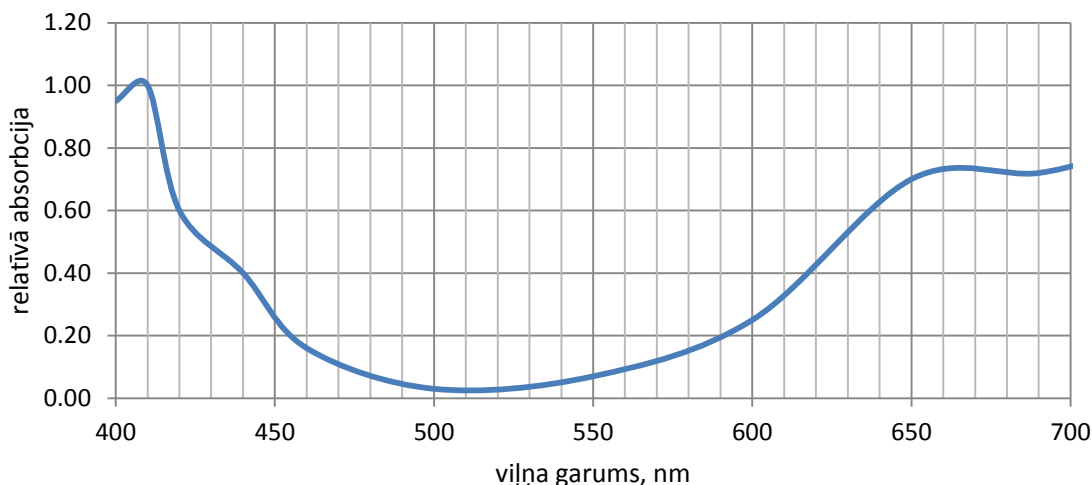
4. uzdevums

Krāsu spēles

Mūsdienās daudzas vielu identificēšanas, struktūras noteikšanas, kvantitatīvās un kvalitatīvās analīzes metodes balstās uz pavisam jaunu ķīmijas nozari – kvantu ķīmiju. Kvantu ķīmija sāka attīstīties 20. gs sākumā, kad tika radītas vairākas kvantu mehānikas teorijas, kas izskaidroja tādas parādības kā fotoelektriskais efekts, absolūti melna ķermeņa starojums, absorbcijas un emisijas spektri. Šajā uzdevumā sīkāk aplūkosim vienu no šīm parādībām – absorbcijas spektrus.

Absorbcija notiek, jo pēc kvantu mehānikas principiem elektroni atomā var atrasties tikai stingri noteiktos enerģijas līmeņos. Pāreja starp šiem enerģijas līmeņiem notiek, absorbējot vai izstarojot gaismas kvantus (fotonus) ar noteiktu enerģiju, tātad – izstarotajiem vai absorbētajiem fotoniem piemīt noteikta frekvence, ko mēs redzamajai gaismai uztveram kā vienu noteiktu krāsu. Līdz ar to var secināt, ka atomi uz gaismu nereaģē vienādi – noteiktas frekvences (krāsas) gaisma var likt elektroniem pāriet uz citu enerģijas līmeni (tātad šīs krāsas gaisma tiek absorbēta un tālāk neizplatās), taču uz citas krāsas gaismu atoms nereaģē (tātad šīs krāsas gaisma netiek absorbēta un tā izplatās tālāk). Praktiski absorbcijas spektroskopiju var izmantot, piemēram, izšķīdušās vielas koncentrācijas noteikšanai šķīdumā. Lai to izdarītu, vispirms ar spektrofotometru iegūst vielas absorbcijas spektru. Vielas absorbcijas spektrs parāda vielas spēju absorbēt dažādas frekvences vai viļņa garuma gaismu noteiktā intervālā (parasti – redzamās gaismas intervālā). Tālāk ir dots niķeļa sulfāta šķīduma absorbcijas spektrs:





1. Kādas krāsas gaismu niķeļa sulfāta šķīdums absorbē visvairāk?
2. Cik liela enerģija piemīt fotoniem, kurus niķeļa sulfāta šķīdums absorbē visvairāk?
3. Kādā krāsā mēs praktiski redzam niķeļa sulfāta šķīdumu? Kā šķīduma krāsu var izskaidrot, balstoties uz absorbcijas spektru?

Tālākajiem mērījumiem pēc absorbcijas spektra izvēlas viļņa garumu ar vislielāko absorbciju. Spektrofotometru vai fotoelektrokolorimetru ieregulē uz izvēlēto viļņa garumu un vispirms veic mērījumus un nosaka absorbciju zināmas koncentrācijas šķīdumiem, lai iegūtu tā saukto kalibrēšanas līkni. Absorbcijas atkarību no koncentrācijas nosaka Bugēra – Lamberta – Bēra likums:

$$A = a l C$$

kur A ir gaismas absorbcija, a – molārais absorbcijas koeficients (konstants lielums katram šķīdumam), l – gaismas veiktais ceļš šķīdumā (praktiski – kivetes platums), C – molārā koncentrācija.

Veicot kalibrēšanas mērījumus (izmantojot Tevis izvēlēto viļņa garumu) tika iegūti šādi rezultāti:

C, mol/L	0.200	0.300	0.450	0.600	0.750
A	0.442	0.519	0.622	0.773	0.871

Veicot nezināmās koncentrācijas niķeļa sulfāta šķīduma absorbcijas mērījumu, tika iegūts rezultāts: $A = 0.721$

4. Kādu viļņa garuma gaismu Tu izmantosi, veicot niķeļa sulfāta šķīduma absorbcijas mērījumus?
5. Izveido kalibrēšanas grafiku, novelc kalibrēšanas līkni, uzraksti kalibrēšanas līknes matemātisko vienādojumu!
6. Pēc kalibrēšanas grafika nosaki niķeļa sulfāta koncentrāciju nezināmajā šķīdumā!
7. Pēc kalibrēšanas grafika nosaki niķeļa sulfāta šķīduma molāro absorbcijas koeficientu, pieņemot, ka tika izmantotas kivetes ar platumu 1.2 cm! Neaizmirsti norādīt koeficienta mērvienības!
8. Kādas vēl metodes varētu izmantot, lai noteiktu niķeļa sulfāta koncentrāciju nezināmā šķīdumā?

5. uzdevums

Eksāmenus gaidot

Ķīmijas fakultātē straujiem soļiem tuvojas sesija jeb eksāmenu laiks – laiks, kas daudziem studentiem sagādā galvassāpes gan pārnēstā, gan tiešā nozīmē. Tieši tādēļ viena no studentēm – Evija – iegādājās kādu plaši pieejami medikamentu, ko bieži izmanto pret galvassāpēm. Bet kā jau kārtīga ķimike, viņa neticēja tam, kas bija rakstīts uz medikamenta iepakojuma, tāpēc lai pati pārlicinātos par medikamenta patieso sastāvu un vienlaikus labāk sagatavotos organiskās ķīmijas eksāmenam, Evija nolēma veikt medikamenta kvantitatīvo analīzi. (Skaidrības labad analīzes gaita ir sadalīta 4 daļās – A, B, C un D.)

Uz iepakojuma bija minēts, ka katra tablete satur trīs aktīvās vielas – acetilsalicilskābi, paracetamolu un kofeīnu un šādas palīgvielas: kartupeļu cieti, citronskābi, talku, kalcija stearātu. Lai veiktu analīzi, Evija vispirms nosvēra vienu tableti – tās masa bija 0.94 g. Tālāk viņa paņēma 3 tabletes (lai iegūtu lielāku praktisko iznākumu) un smalki saberza piestā.

1. Uzraksti visu aktīvo vielu struktūrformulas!

A. Vispirms pie saberztajām tabletēm viņa pilienam pievienoja piesātinātu nātrija hidrogēnkarbonāta šķīdumu. Varēja novērot, ka notiek samērā strauja reakcija ar gāzes izdalīšanos. Viņa turpināja pievienot nātrija hidrogēnkarbonāta šķīdumu tik ilgi, kamēr reakcija bija notikusi pilnībā – vairs nevarēja novērot gāzes izdalīšanos. Iegūto šķīdumu un nogulsnes viņa saskaloja un veica vakuumfiltrēšanu. Ieguva filtrātu un nogulsnes.

2. Uzraksti A daļā notikušās reakcijas vienādojumu!

B. Pie A daļā iegūtā filtrāta Evija pa pilienam sāka pievienot 1 M sālsskābes šķīdumu. Sākumā varēja novērot gāzes izdalīšanos, tālāk gāzes izdalīšanās kļuva arvien nemanāmāka, līdz kādā brīdī šķīdumā sāka parādīties baltas nogulsnes. Viņa turpināja pievienot sālsskābes šķīdumu tik ilgi, kamēr šķīduma pH aptuveni samazinājās līdz 2. Evija secināja, ka baltās nogulsnes, kas radās šķīdumā, ir viena no medikamenta aktīvajām vielām, tāpēc viņa vēlreiz veica vakuumfiltrēšanu, iegūtās nogulsnes savāca, izžāvēja un nosvēra. To masa bija 0.62 g.

3. Kura no aktīvajām vielām tika iegūta B daļā?

4. Uzraksti vienādojumu reakcijai, kas parāda nogulšņu veidošanos B daļā!

5. Kāpēc B daļā, sākot pievienot sālsskābi, varēja novērot gāzes izdalīšanos?

C. Tālāk B daļā vakuumfiltrēšanā iegūto filtrātu atšķaidīja un veica vairākkārtēju ekstrakciju ar dihlorometānu. (Ekstrakcijas process šajā gadījumā ir diezgan ilgs un komplicēts, tāpēc sīkāk to šoreiz neapskatīsim). Ekstrakcijas rezultātā tika iegūta otrā no trim aktīvajām vielām. Tās masa bija 0.08 g.

6. Kura no aktīvajām vielām tika iegūta C daļā?

7. Kāpēc šīs aktīvās vielas atdalīšanai varēja izmantot ekstrakciju tieši ar dihlorometānu?

D. Tālāk Evija A daļā iegūtās nogulsnes izšķīdināja 10 ml etanola. Daļa no nogulsnēm izšķīda, tomēr daļa joprojām palika šķīdumā. Iegūto šķīdumu Evija nofiltrēja, pārlēja apaļkolbā un iegūto filtrātu destilēja. Kad apaļkolbā bija palicis tikai 1 ml etanola un uz kolbas sieniņā bija sākušas veidoties baltas nogulsnes, šķīdumu atšķaidīja ar 5 ml ūdens, saskaloja un veica





vakuumfiltrēšanu. Iegūtās nogulsnes bija trešā aktīvajā viela. Nogulsnes izžāvēja un nosvēra, to masa bija 0.41 g.

8. Kura no aktīvajām vielām tika iegūta D daļā?

9. Kāda(s) vielas palika kā nogulsnes D daļas pirmajā filtrēšanā?

Salīdzinot iegūtos rezultātus ar tiem teorētiskajiem datiem, kas bija norādīti uz iepakojuma, Evija secināja, ka kvantitatīvajā analizē no teorētiski iespējamajiem vielu daudzumiem ir iegūti 86 % acetilsalicilskābes, 76 % paracetamola un 89 % kofeīna.

10. Aprēķini, kāds 1 tabletes sastāvs bija norādīts uz iepakojuma!

11. Kāpēc veiktās analīzes rezultāti nesakrīt ar teorētiskajiem uz iepakojuma norādītajiem datiem?

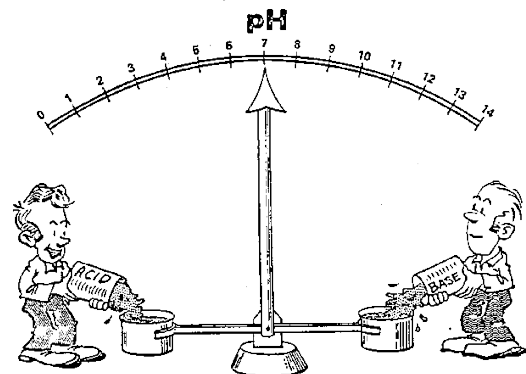
6. uzdevums

Jums piedāvāt skābētus vai bāzētus gurķišus?

Trīs skābēm: sērskābei, sērpaskābei un ogļskābei atņemot vienu protonu iegūst monoanjonus. Šo monoanjonu īpašības ir stipri atšķirīgas. Informācijai dotas šo monoanjonu skābes konstantes logaritma vērtības:

Formula	Skābes konstante	Formula	Skābes konstante
H_2SO_4	-3	HSO_4^-	1,92
H_2SO_3	1,81	HSO_3^-	6,91
H_2CO_3	6,37	HCO_3^-	10,25

1. Uzzīmējiet katra jona Luisa struktūrformulu!
2. Ilustrējiet katra jona telpisko formu!
3. Raksturojiet katra jona skābes/bāzes īpašības!
4. Izskaidrojiet, kādēļ šādas atšķirības varētu būt radušās!
5. Aprēķiniet pH:
 - a. 0,001 M nātrija karbonāta šķīdumā,
 - b. 0,001 M nātrija sulfīta šķīdumā.





Cietais rieksts



Termodinamikas vilinājums

Zināms, ka viela **A** normālos apstākļos kūst 235,61 K. Daži termodinamiskie lielumi apkopoti tabulā.

	ΔH_f° [kJ·mol ⁻¹]	S° [J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹]
A(l)	-63,258	169,26
A(g)	-14,148	354,23



Fāzu diagrammās attēlotās koeksistences līnijas var izteikt arī matemātiski. Šķidrās-gāzveida un cietas-gāzveida fāzes koeksistences līknes pietiekami labi apraksta *Klauziusa-Klapeirona* vienādojums. Pirmajā gadījumā vienādojums ir šāds:

$$p = A \cdot e^{-\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{RT}},$$

kur p – spiediens [Pa],

A – pirmseksponeciālais faktors,

ΔH_{vap} – vielas iztvaikošanas entalpija,

R – Universālā gāzu konstante (8,3145) [J·mol⁻¹·K⁻¹],

T – temperatūra [K].

Parasti gan pirmseksponeciālie faktori šādos gadījumos nav zināmi, un vienādojumu izdala ar otru, kurā p un T vietā zināmi skaitliski, savā starpā saistīti lielumi, tādējādi pirmseksponeciālie faktori tiek saīsināti un var iegūt $p = f(T)$.

Cietas-šķidrās fāzes koeksistences (t.i., kušanas) līniju trīskāršā punkta apgabalā labi var aprakstīt ar taisnes vienādojumu, kas vispārīgā formā būtu:

$$p = k(T - T_t) + p_t,$$

kur p – spiediens [Pa],

k – koeficients,

T_t – trīskāršajam punktam atbilstošā temperatūra [K],

p_t – trīskāršajam punktam atbilstošais spiediens [Pa],

T – temperatūra [K].

Vielas **A** gadījumā $k = 60000$.

Termogravimetriski pētīja cietu vielu **B**. Termogravimetrija ir analīzes metode, ar ko var novērot parauga masas izmaiņas to karsējot. Zināms, ka vielas **B** trīskāršajam punktam atbilstošā temperatūra ir trīs reizes lielāka par vielas **A** trīskāršajam punktam atbilstošo temperatūru. Veicot termogravimetrisko analīzi normālos apstākļos, 5,238 mg vielas **B** karsēja, pakāpeniski paaugstinot temperatūru, novēroja fāzu pāreju 702,75 K.

Kādu masu rādīja svaru kausiņš pēc termogravimetriskā eksperimenta? Izskaidrot aprēķinu gaitu.

NB! Transcendentus vienādojumus var atrisināt, piemēram, grafiski.