



Valsts izglītības satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Valsts 61. ķīmijas olimpiādes uzdevumi 9. klasei

Kopā 85 punkti

1. uzdevums

Kur tas fosfors paslēpies?

15 punkti

Sadedzinot 10,44 g bināru fosfora savienojumu **A**, ieguva baltu cietvielu **B** un gāzi **C**. Gāze **C** sastāvēja no diviem ķīmiskajiem elementiem, katra elementa masas daļa šajā gāzē bija 50 %. Gāzes **C** tilpums normālos apstākļos bija 4,704 litri. 10,44 g binārā fosfora savienojuma **A** sadedzināšanai izlietoja 8,064 litrus skābekli (normālos apstākļos).

1. Nosaki gāzes **C** formulu.
2. Aprēķini iegūtās gāzes masu! *Atbilde izsaki gramos ar diviem cipariem aiz komata!*
3. Aprēķini iegūtās baltās cietvielas **B** masu! *Atbilde izsaki gramos un ieraksti ar diviem cipariem aiz komata!*
4. Nosaki baltās cietvielas formulu!
5. Izmantojot aprēķinus, nosaki vielas **A** formulu! *Izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*
6. Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus procesiem (kopā 4 reakciju vienādojumi), kuros:
 - a) kāds skāba oksīds reaģē ar amfotēro oksīdu
 - b) divi skābie oksīdi reaģē savā starpā
 - c) skāba oksīds reaģē ar skābi
 - d) skāba oksīds reaģē ar nemetālu

Dubultoksīdi no parastajiem oksīdiem atšķiras ar to, ka to sastāvā līdzās skābeklim ir nevis viens, bet vairāki, visbiežāk divi vai trīs ķīmiskie elementi. Piemēram, minerāli, kuru formulas ir ThVO_4 , Fe_2TiO_5 vai $\text{Ca}_2\text{FeAlO}_5$, pieder pie dubultoksīdiem. Dažkārt dubultoksīdu formulās visus metālisko elementu simbolus ietver vienās iekavās - $(\text{ThV})\text{O}_4$, $(\text{Fe}_2\text{Ti})\text{O}_5$ vai $(\text{Ca}_2\text{FeAl})\text{O}_5$.

Dubultoksīdu sastāvā var būt arī tikai viens metāliskais elements, taču ar dažādām oksidēšanas pakāpēm. Zināmākie piemēri ir Fe_3O_4 , Pb_3O_4 un U_3O_8 .

1. Nosaki, kāda ir oksidēšanas pakāpe katram no trim svina atomiem savienojumā Pb_3O_4 !
 - a) +2, +2 un +4
 - b) +1, +3 un +4
 - c) +2, +3 un +3
 - d) +1, +2 un +5

Pieņemsim, ka dubultoksīds $(\text{FeAl}_2)\text{O}_4$ šķīst atšķaidītā sērskābē.

2. Aprēķini, cik mL 0,25 M sērskābes šķīduma nepieciešams, lai izšķīdinātu 5,22 g šī savienojuma!

Pieņemsim, ka, reducējot dubultoksīdus ar ūdeņradi, vienmēr rodas brīvs metāls vai metāli. Kāds no dubultoksīdiem satur 20 % skābekli.

3. Izmantojot aprēķinus, nosaki šo ķīmisko elementu un uzraksti šī dubultoksīda formulu (nelietojot iekavas)!

Kāds cits dubultoksīds satur 33,33 % skābekli.

4. Atzīmē, kādus divus metāliskos elementus vēl satur šis dubultoksīds (skābekļa atomu skaits savienojuma formulā ir mazāks par 6)! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!
 - a) Vanādijs un dzelzs
 - b) Magnijs un titāns
 - c) Magnijs un hroms
 - d) Varš un dzelzs
5. Uzraksti iepriekšējā jautājumā iegūtā savienojuma formulu (nelietojot iekavas)!
6. Nosaki metālisko elementu oksidēšanas pakāpes savienojumā, kura formulu Tu ieguvi iepriekšējā jautājumā!

1. Apraksti, kā izdalīt tīru kalcija karbonātu no cietu vielu maisījuma, kas satur kalcija karbonātu, kālija sulfātu, bārija sulfātu, pulverveida dzelzi un jodu!

Maisījumu, kura masa bija 5,30 g, un kas sastāvēja no kalcija sulfīda un kalcija karbonāta, apstrādāja ar atšķaidītu sālsskābi. Izdalījās 1,344 L (n.a.) gāzu.

2. Izliec mazākos, veselos koeficientus šādām reakcijām:
 - a) $\text{CaS} + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$
 - b) $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. Aprēķini iegūto gāzu daudzumu! *Atbilde izsaki molos un ieraksti ar trim cipariem aiz komata!*
4. Aprēķini reakcijā ar maisījumu izlietotās sālsskābes tilpumu, ja tās koncentrācija bija 1,520 mol/litrā! *Atbilde izsaki mililitros un ieraksti ar vienu ciparu aiz komata!*
5. Aprēķini kalcija karbonāta un kalcija sulfīda masas daļas maisījumā! *Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*

Līdzīgā eksperimentā izmantoja 11,34 M sālsskābi, kuras blīvums bija 1,175 g/mL.

6. Aprēķini HCl masas daļu šajā šķīdumā! *Aprēķinos izmanto $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$.*
7. Atzīmē ķīmiskās reakcijas, kurās rodas kalcija karbonāts:
 - a) CaO (cieta viela) + C (cieta viela) + t°
 - b) CaO (cieta viela) + CO_2 (gāze)
 - c) CaCl_2 (šķīdums) + H_2CO_3 (šķīdums)
 - d) CaCl_2 (šķīdums) + Na_2CO_3 (šķīdums)
 - e) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (suspensija) + CO_2 (gāze)
 - f) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (suspensija) + Na_2CO_3 (šķīdums)

Sērūdeņradi var iegūt, iedarbojoties uz metālu sulfīdiem ar atšķaidītām skābēm. Kādā eksperimentā iedarbojoties uz 8,94 g metāla sulfīdu ar atšķaidītu sālsskābi, ieguva 672 mL (n.a.) sērūdeņradi.

8. Izmantojot aprēķinus, noskaidro nezināmā metāla sulfīda ķīmisko formulu! *Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*

H_2S raksturīgas daudzveidīgas ķīmiskās reakcijas.

9. Saliec koeficientus ķīmisko reakciju vienādojumos:
 - a) $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - b) $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$
10. Atzīmē vielas, ar kurām H_2S reaģē:
 - a) BaO
 - b) Fe
 - c) K_2CO_3 šķīdums
 - d) H_2SO_3 šķīdums
 - e) $\text{Zn}(\text{OH})_2$
 - f) NH_3
 - g) O_2
 - h) CuCl_2 šķīdums

Šajā uzdevumā tiks pētītas ideālu gāzu īpašības. **Ideāla gāze** ir gāzes vienkāršots modelis. Šajā modelī gāzes tilpumu V , spiedienu p un absolūto temperatūru T , nemainoties gāzes masai, saista sakarība:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{const}$$

Šī sakarība ir ideālas gāzes stāvokļa vienādojuma vienkāršots variants, ko formulēja franču fiziķis Benua Klapeirons.

Visas vielas gāzveida stāvoklī ir reālas gāzes un tām šis vienādojums ir pareizs tikai tuvināti, tomēr tas ir pietiekami precīzs praktiski visām retinātām gāzēm, ja to temperatūra ir tālu no kondensēšanās (iztvaikošanas) temperatūras. Konstanti (*const*) Klapeirona vienādojumā ērti noteikt tad, ja gāzes daudzums ir viens mols, jo zināms, ka 1 mol jebkuras gāzes absolūtajā temperatūrā $T_0 = 273,15 \text{ K}$ (0° C) un normālā spiedienā $p_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$ vienmēr aizņem tilpumu $V_0 = 0,0224 \text{ m}^3$ (22,4 L). Šajos apstākļos

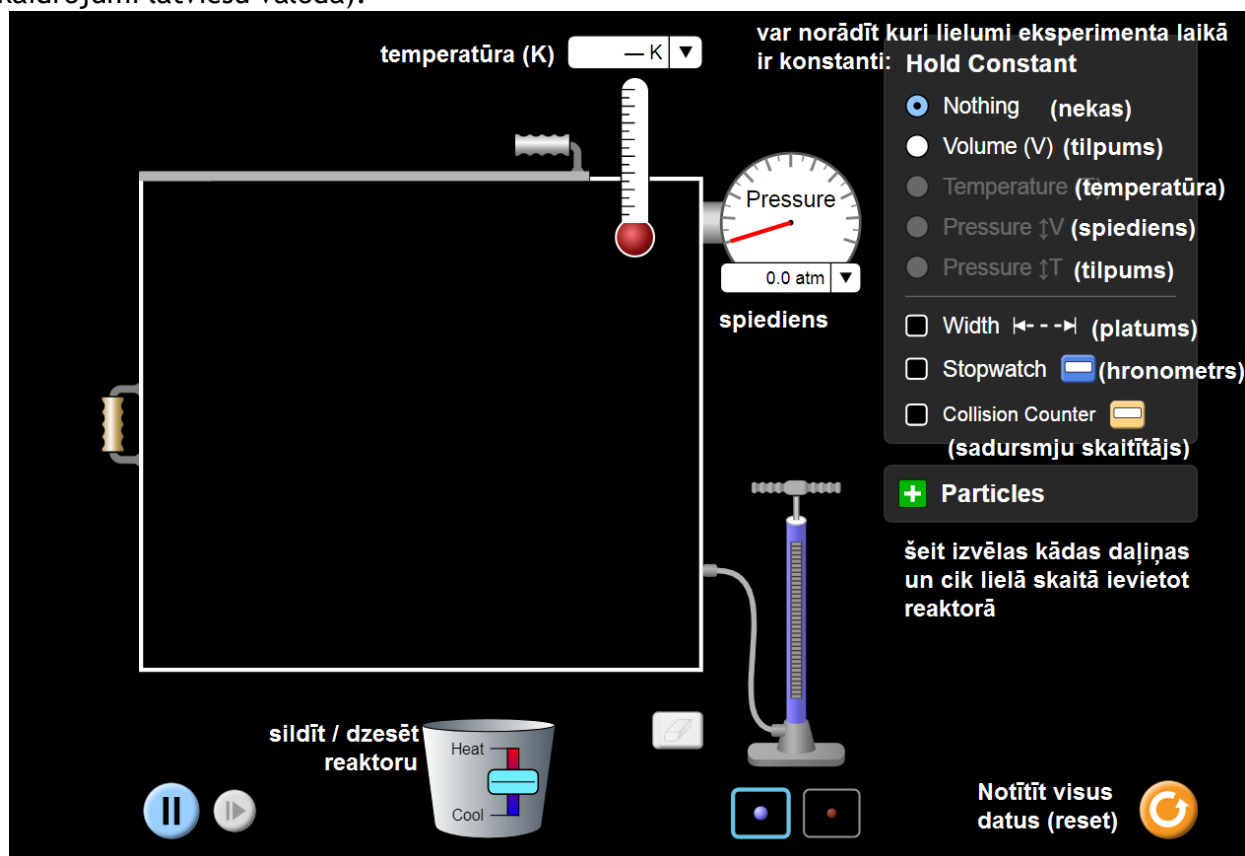
$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = R,$$

kur konstanti R (izteiktu $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$) sauc par universālo gāzu konstanti.

1. Izmantojiet dotos lielumus un aprēķiniet universālās gāzu konstantes vērtību.

Ideālās gāzes īpašību pētīšanai izmantosim šo virtuālo laboratoriju:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html (saite tiks atvērta jaunā logā), tālāk izvēlamies izvēlni "Ideal". Atveras šāds logs (zemāk attēlā pievienoti skaidrojumi latviešu valodā):



1. daļa

Pētīsim sakarību starp gāzes spiedienu un tilpumu. Izvēlamies melnraksta papīru (vēlams rūtiņu lapu vai Excel) un tur piefiksējam gāzes spiediena vērtības.

Sākotnējais reaktora platums ir 15 relatīvās vienības (reaktora platumu var apskatīt, atzīmējot ķeksīti izvēlnē "width"). **Reaktora platumu var mainīt, pavelkot reaktora rokturi kreisajā pusē.** Iepildām reaktorā 200 smagākās gāzes molekulas (attēlotas zilā krāsā) un pierakstām uz lapas (vai Excel) reaktora tilpumu (relatīvās vienībās; dziļums un augstums ir 10 relatīvās vienības) un gāzes spiedienu (nolasa no virtuālā manometra; ja svārstās, tad noteikt vidējo).

Atķeksējam, ka temperatūra eksperimenta gaitā ir jāuztur konstanta.

Tad samazinām reaktora platumu līdz 12, 10, 8 un 5 relatīvajām tilpuma vienībām, katrā no gadījumiem piefiksējam spiediena vērtības. Uz melnraksta papīra (vai Excel) uzskicējam grafiku ar spiediena izmaiņām atkarībā no reaktora tilpuma.

2. daļa

Pētīsim gāzes spiediena atkarību no temperatūras. Izmantojam to pašu gāzi, kas tika izmantota iepriekšējā uzdevumā. Atzīmējam reaktora tilpumu kā fiksētu (konstantu).

Uz melnraksta papīra (vai Excel) fiksējam sākotnējo temperatūru un spiedienu reaktorā.

Izmantojot zem reaktora esošo sildītāju, mainām reaktora temperatūru un fiksējam (uz papīra vai Excel) gāzes spiedienu vismaz piecās dažādās temperatūrās. Uz melnraksta papīra (vai Excel) uzskicējam grafiku ar spiediena atkarību no temperatūras.

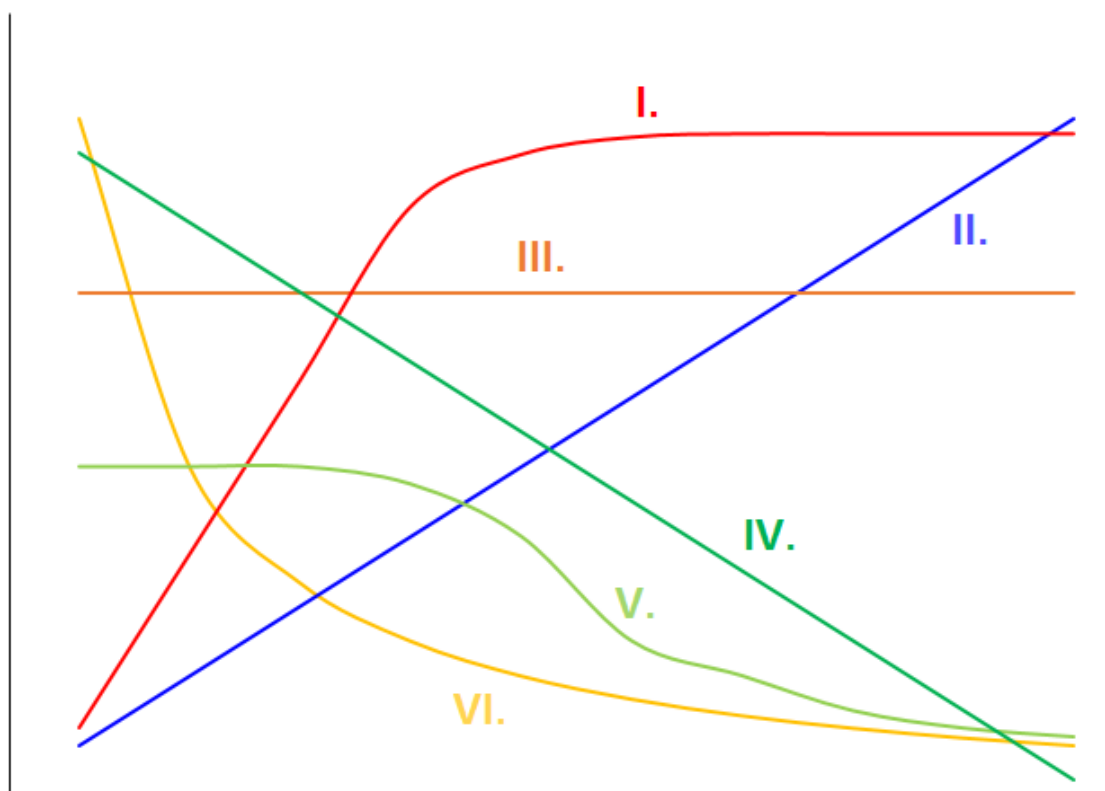
Jaunais ķīmiķis Gustavs uzsāka gāzes karsēšanu, tomēr saņēma steidzamu telefona zvanu un devās prom, aizmirstot atslēgt karsēšanu. Modelējiet aprakstīto situāciju, turpinot virtuālā reaktora karsēšanu arī pēc tam, kad reģistrēts pietiekams daudzums eksperimentālo punktu grafikam 2. daļā.

2. Kas notiktu ar jaunā ķīmiķa reaktoru, ja viņš laicīgi nepamanītu, ka karsēšana turpinās?
 - a) aprakstītais reaktors visticamāk uzsprāgtu
 - b) ja reaktorā būtu iebūvēts temperatūras vai spiediena sensors un atbilstoša reaktora vadības programmatūra, tad karsēšana tiktu automātiski atslēgta, ja temperatūra vai spiediens pārsniegtu kritisko vērtību
 - c) gāzes spiediens reaktorā kļūtu vienāds ar bezgalību
 - d) no jebkuras gāzes veidotos jauna gāze, kuras molekulās būtu divas reizes lielāks atomu skaits nekā sākotnējās gāzes molekulās
 - e) sāktos kodolreakcija un rastos radioaktīvas vielas

3. daļa

Pētīsim gāzes spiediena atkarību no molekulu veida. Reaktorā uztur konstantu temperatūru (fiksēts lielums) un nemaina reaktora tilpumu. Ievietojam reaktorā 200 smagākās (zilā krāsā) gāzes molekulas. Tad pakāpeniski samazina smagāko molekulu skaitu uz 180, uz 160 utt. līdz smagāko molekulu skaits sasniedz 100. Vienlaikus palielina vieglāko molekulu skaitu, uzturot vienmēr reaktorā 200 gāzes molekulas. Fiksē spiediena izmaiņas, kuras attēlo grafiski (uz papīra vai Excel) atkarībā no smagāko molekulu skaita traukā.

Attēlā parādītas dažādu grafiku skices:



3. Kura no skicē parādītajām līnijām atbilst katram no pētītajiem procesiem ?
- a) spiediena atkarība no reaktora tilpuma
 - b) spiediena atkarība no temperatūras
 - c) spiediena atkarība no smagāko molekulu skaita reaktorā, ja kopējais molekulu skaits tiek uzturēts konstants

4. daļa

Šajā eksperimentā noteiksim reaktora maksimālo tilpumu. Ieregulējam reaktora maksimālo tilpumu un iepildām reaktorā 1000 smagākās gāzes (zilā krāsā) molekulas, norādām temperatūru $T = 300 \text{ K}$.

4. Nolasiet spiedienu no manometra šajos apstākļos.
5. Aprēķiniet reaktora tilpumu un izsakiet to litros! Aprēķiniem nepieciešamās konstantes var atrast šī uzdevuma ievadā un ķīmijas olimpiāžu formulu lapā.

Atkarībā no temperatūras mainās ne tikai gāzes molekulu spiediens, bet arī molekulu kustības ātrums. Kā to var novērot arī Jūsu izmantotajā simulācijā, ne visas gāzes molekulas kustas ar vienādu ātrumu, tomēr vidējā gāzu molekulu kustības ātruma raksturošanai izmanto gāzu molekulu vidējo kvadrātisko ātrumu, kuru aprēķina pēc formulas:

$$v_{kv} = \sqrt{\frac{3RT}{M}},$$

kur R - universālā gāzu konstante ($\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$), T - absolūtā temperatūra (K) un M - molmasa (kg/mol).

Ja jāsalīdzina vairāku gāzu molekulu vidējie kvadrātiskie ātrumi, tad ātrumu attiecība ir izsakāma:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}},$$

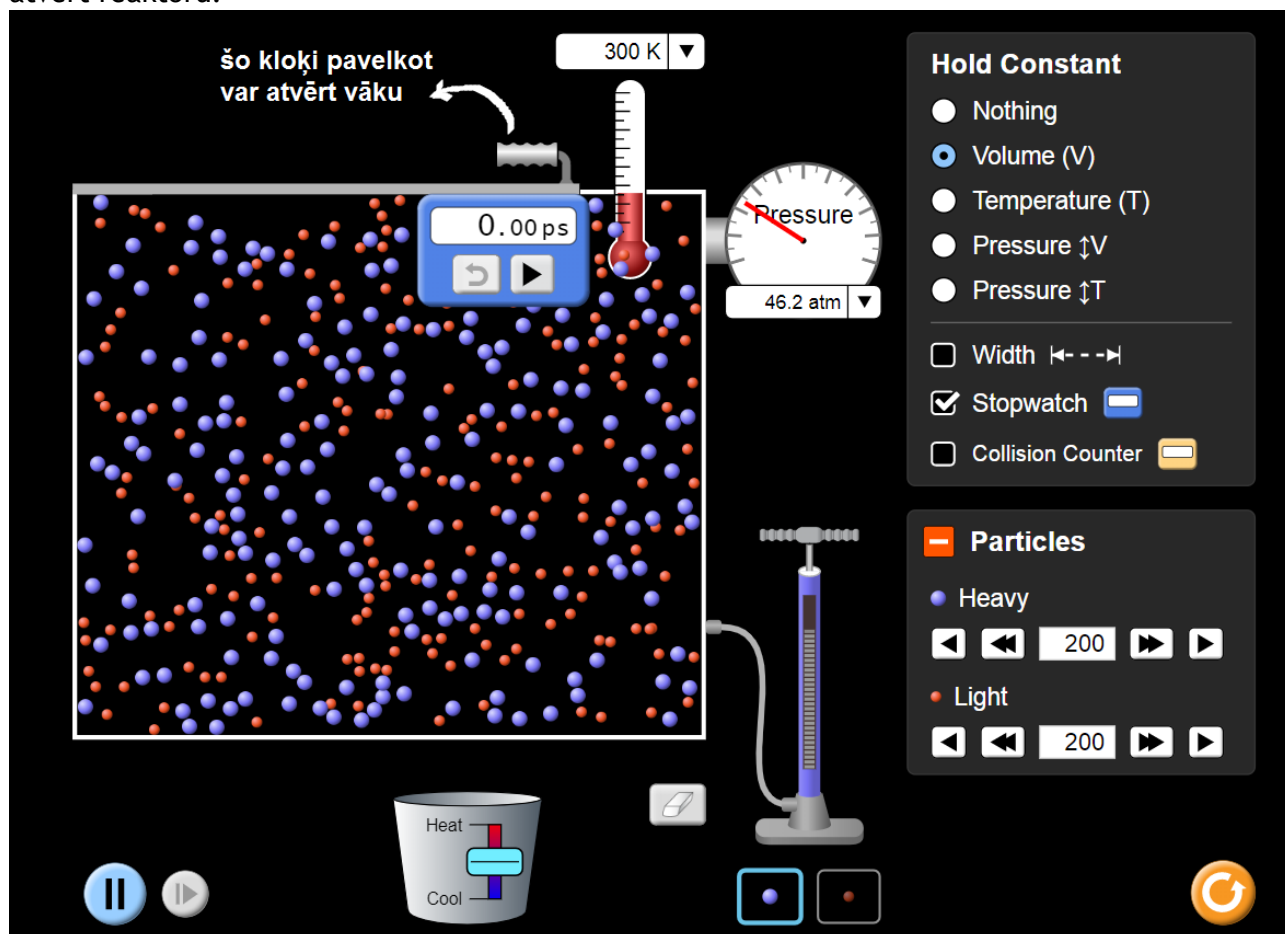
kur v un M - gāzes 1 un gāzes 2 molekulu vidējais kvadrātiskais ātrums un molmasas.

6. Aprēķiniet slāpekļa (N_2) molekulu vidējo kustības ātrumu (m/s) 27°C (300K) temperatūrā.

5. daļa

Sagatavojiet eksperimentu kā parādīts bildē zemāk:

- 1) reaktorā ar tilpumu 10 relatīvās vienības iepildiet 200 katra veida molekulas un ļaujiet tām vienmērīgi izkliedēties reaktorā;
- 2) iestatiet temperatūru 300 K un fiksējiet reaktora tilpumu kā konstantu;
- 3) atveriet hronometru un novietojiet to (pārvelkot ar peli) zem kloķa reaktora vākā, ar kuru var atvērt reaktoru.



Tad atveriet reaktora vāku tik plaši, cik vietas aizņem hronometrs, nekavējoties ieslēdziet hronometru un sāciet reaktora sildīšanu (nepārkarsēt!) tā, lai temperatūra turētos ap 300 K. Gāzu molekulas pa caurumu reaktora vākā lidos ārā no reaktora. Procesu turpiniet apmēram 1 minūti, tad aizveriet reaktora vāku, pabīdot kloķi atpakaļ.

Saskaitiet (nolasiēt rādījumus sadaļā "Particles") reaktorā palikušo molekulu skaitu un aprēķiniet, cik katra veida molekulas no reaktora izlidoja. No reaktora izlidojušo molekulu skaits ir gāzu vidējo kvadrātisko ātrumu attiecība (v_1 / v_2). Aprēķiniet gāzu molmasu attiecību M_2/M_1 .

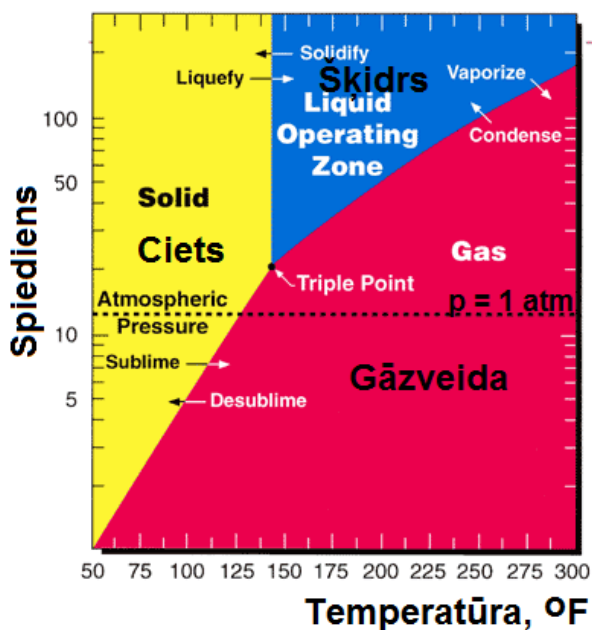
Atkārtojiet eksperimentu un molmasu attiecības aprēķinus vismaz vēl divas reizes.

7. Aprēķiniet vidējo M_2/M_1 attiecību, kur M_2 ir vieglākās molekulas molmasa.
8. Norādiet galveno(os) kļūdu avotu(us) iepriekšējā jautājumā veiktajā eksperimentā:
 - a) visi eksperimenti nebija veikti vienādu laiku
 - b) reaktorā nebija konstanta temperatūra, tādēļ eksperimenta laikā mainījās arī gāzu molekulu ātrumi
 - c) molekulu skaits reaktorā tika izmērīts nepareizi
 - d) reaktora vāks bija atvērts dažādā platumā dažādos eksperimentos
9. Balstoties uz Jūsu aprēķināto gāzu molmasu attiecību, norādiet divas gāzu formulas, kuras tuvu (vai vistuvāk) atbilst uzdevuma nosacījumiem. Atkāpes no Jūsu aprēķinātās molmasu attiecības nevar būt lielākas par 10%.

6. daļa - Praktiskais pielietojums

Atšķirības gāzu molekulu kustības ātrumos izmanto urāna radioaktīvo izotopu atdalīšanā (urāna bagātināšanā). Izotopi ir viena elementa atomi ar atšķirīgām atommasām, piemēram, ^{235}U izotops ar atommasu 235 un ^{238}U izotops ar atommasu 238.

Urāns dabā ir atrodams UO_2 veidā (minerāla uranīta sastāvdaļa). UO_2 reaģējot ar HF veidojas UF_4 , kam reaģējot ar F_2 , iegūst urāna(VI) fluorīdu, kurš viegli pārvēršas gāzveida stāvoklī. UF_6 stāvokļa diagramma ir parādīta attēlā:



Gāzveida UF_6 , kas satur abus minētos urāna izotopus, iepilda reaktorā ar šauru atveri, kuru savieno ar nākamo reaktoru, tad nākamo reaktoru utt. Šādā veidā UF_6 , kas satur ^{235}U izotopu, pēdējā reaktorā nonāk ātrāk nekā smagākais ^{238}U izotops. Zemāk attēlā parādīta urāna bagātināšanas rūpnīca:



10. Aplūkojiet UF_6 stāvokļa diagrammu un nosakiet, kāda procesa rezultātā atmosfēras spiediena apstākļos veidojas gāzveida UF_6 :

- a) sublimācijas
- b) vārīšanās (viršanas)
- c) kondensācijas
- d) kristalizācijas
- e) jonizācijas

11. Aprēķiniet $^{235}\text{UF}_6$ un $^{238}\text{UF}_6$ molekulu ātrumu attiecību (v_{235}/v_{238}) konstantā temperatūrā.



Valsts izglītības satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Valsts 61. ķīmijas olimpiādes uzdevumi 10. klasei

Kopā 122 punkti

1. uzdevums

Šķīdinām un minam

8 punkti

10,08 g vielu **A** izšķīdināja ūdenī un iegūtajam šķīdumam pievienoja bārija hidroksīda šķīduma pārākumu. Izgulsnējās baltas, ūdenī un atšķaidītās skābēs nešķīstošas nogulsnes **B** un vienlaicīgi radās dzidrs vielas **C** šķīdums. Dzidrais šķīdums no gaisa labi absorbē oglekļa(IV) oksīdu. Maksimālais CO_2 tilpums (n.a.), ko spēj absorbēt šis šķīdums, ir 896 mL, pie kam rodas savienojums **D**.

1. Nosaki vielas **B** formulu.
2. Aprēķini absorbētā CO_2 daudzumu. *Atbilde izsaki molos ar trim cipariem aiz komata!*
3. Aprēķini savienojuma **A** molmasu. *Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem! Atbilde noapaļo līdz veseliem skaitļiem!*
4. Nosaki **A**, **C** un **D** formulas.

Karsējot baltu kristālisku vielu **A**, tā sadalās. Reakcijā rodas balta, kristāliska viela **B**, gāze **C** un ķīmiskais savienojums **D**. No 4,80 g vielas **A** iegūst 3,16 g vielu **B** un 448 mL (n.a.) gāzi **C**, kuras sastāvā ietilpst divi ķīmiskie elementi, katra elementa masas daļa gāzē ir 50 %.

Gāze **C** un ķīmiskais savienojums **D** rodas arī tad, ja vielu **A** ilgstoši silda gaisā, taču tad trešais reakcijas produkts ir cita balta kristāliska viela **E**. Arī šajā reakcijā no 4,80 g vielas **A** rodas 448 mL gāze **C**, bet vielas **E** masa ir 3,48 g.

Vielu **E** var iegūt arī no vielas **B**, to izkarsējot augstā temperatūrā, pie kam vienlaicīgi rodas vēl viena kristāliska viela **G**. No 3,16 g vielas **B** rodas 2,61 g viela **E**.

1. Aprēķini gāzes **C** daudzumu! Atbildi izsaki molos ar trim cipariem aiz komata!
2. Aprēķini vielas **D** masu! Ieraksti atbildi, izteiktu gramos, ar diviem cipariem aiz komata!
3. Aprēķini vielas **A** molmasu (g/mol)! Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!
4. Nosaki nezināmo vielu **A** - **E** un **G** formulas!
5. Uzraksti un izliec koeficientus reakcijām:
 - a) $A \rightarrow B + C + D$
 - b) $B \rightarrow G + E$
6. Uzraksti vienādojumus termiskās sadalīšanās reakcijām, kurās izejviela vienmēr ir tikai viena cieta viela, bet reakcijas produkti attiecīgi (Vielu agregātstāvoklis tiek fiksēts 25 °C):
 - a) tikai viena vai vairākas cietas vielas
 - b) tikai viena vai vairākas šķidras vielas
 - c) tikai viena vai vairākas gāzes
 - d) tikai viena vai vairākas cietas un šķidras vielas
 - e) tikai viena vai vairākas šķidras un gāzveida vielas
 - f) tikai vienai vai vairākas šķidras un gāzveida vielas
 - g) gan cieta, gan šķidra, gan gāzveida viela

Izkarsējot neorganisko savienojumu A, kura molmasa ir 100 g/mol, ieguva cietu oksīdu B un gāzi C. Gāze C karsējot reaģē ar magniju, pie kam ar gāzes daudzumu, kas iegūts, izkarsējot 10,0 g savienojumu A, izreaģē 3,6 g magnija.

Brīva metāla iegūšanai no oksīda B izmantoja aluminotermiju. Lai izdalītu visu metālu no oksīda B, kas bija iegūts, izkarsējot 10,0 g savienojumu A, izlietoja 2,70 g alumīniju.

1. Nosaki vielu A - C formulas!
2. Uzzraksti trīs minētos ķīmisko reakciju vienādojumus!

Nezināma metāla oksīds satur 72,41 % metāla.

3. Izmantojot aprēķinus, nosaki šī oksīda formulu! *Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!*

4,7 g kālija oksīda izšķīdināja ūdenī.

4. Aprēķini iegūtā šķīduma pH vērtību, ja tā tilpums ir 10,0 litri. Aprēķinos izmanto ķīmisko elementu molmasas, kas noapaļotas līdz veseliem skaitļiem!

Ar ūdeni reaģē gan sārmu metāli, gan to hidrīdi, gan to oksīdi, gan to peroksīdi, gan to superoksīdi. Kādā eksperimentā šādās reakcijās izlietoja 1,00 g katras iepriekš minētās vielas, iegūto šķīdumu tilpums visos gadījumos reakcijas beigās bija vienāds, ūdens tika ņemts pārākumā.

5. Nosaki vielu, no kuras iegūtā šķīduma pH vērtība būs vislielākā un pamato savu izvēli.

Kādā eksperimentā izlietoja 1,00 g katras iepriekš minētās vielas, iegūto šķīdumu tilpums visos gadījumos reakcijas beigās bija vienāds, ūdens tika ņemts pārākumā. Temperatūra visās reakcijās bija vienāda.

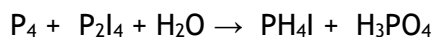
6. Nosaki vielu, kuras reakcijā ar ūdeni izdalījās lielākais gāzes tilpums un pamato savu izvēli!

1. Saliec koeficientus oksidēšanas-reducēšanas reakcijas vienādojumā!
 $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
2. Nosaki koeficientus ķīmisko reakciju vienādojumos, kā arī norādi, kurš ķīmiskais elements ir oksidētājs, bet kurš - reducētājs!
 - a) $\text{NH}_3 + \text{F}_2 \rightarrow \text{NF}_3 + \text{HF}$
 - b) $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NCl}_3 + \text{HCl}$
 - c) $\text{PbO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - d) $\text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. Nosaki ķīmiskā elementa hroma oksidēšanas pakāpes šādos savienojumos:
 - a) $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 - b) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 - c) CrO_5
 - d) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{SO}_4)_3$
4. Nosaki ķīmiskā elementa slāpekļa oksidēšanas pakāpes sekojošajos savienojumos!
 - a) NH_4Cl
 - b) $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$
 - c) $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{HCl}$
 - d) $[\text{Cr}(\text{NO})_4]$

Izšķīdinot kādu nezināmu metālu slāpekļskābē, ieguva 3,68 g metāla nitrātu, 292 mL (n.a.) NO un ūdeni.

5. Aprēķini nezināmā metāla molmasu!

Fosforija jodīdu PH_4I laboratorijā ērti iegūt daļēji hidrolizējot difosfora tetrajodīdu P_2I_4 baltā fosfora suspensijā ūdenī, ko apraksta reakcijas vienādojums:



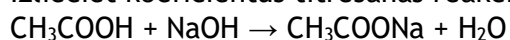
6. Nosaki koeficientus šai reakcijai.

Šajā uzdevumā Jums būs jāveic virtuāls titrēšanas eksperiments, eksperimentāli noskaidrojot, kurš no skolā plaši lietotajiem skābju-bāzu indikatoriem ir piemērotāks etiķskābes titrēšanai ar nātrija hidroksīdu.

Lai veiktu virtuālo laboratorijas darbu, atveriet vietni <http://collective.chem.cmu.edu/olympiad/> (klikšķinot uz šīs saites, vietne tiks atvērta jaunā cilnē). Pirms darba sākuma, ja vēlaties, var noskatīties nelielu (3,5 min) video pamācību angļu valodā (<https://youtu.be/Nwjhk9rkubY>).

Jūsu uzdevums ir atbildēt uz tālāk uzdotajiem jautājumiem un darba beigās novērtēt, kurš no indikatoriem (metiloranžs vai fenolftaleīns) ir piemērotāks titrēšanas beigu punkta noteikšanai, ja etiķskābe CH_3COOH tiek titrēta ar nātrija hidroksīda šķīdumu NaOH .

1. Izlieciet koeficientus titrēšanas reakcijas vienādojumā:

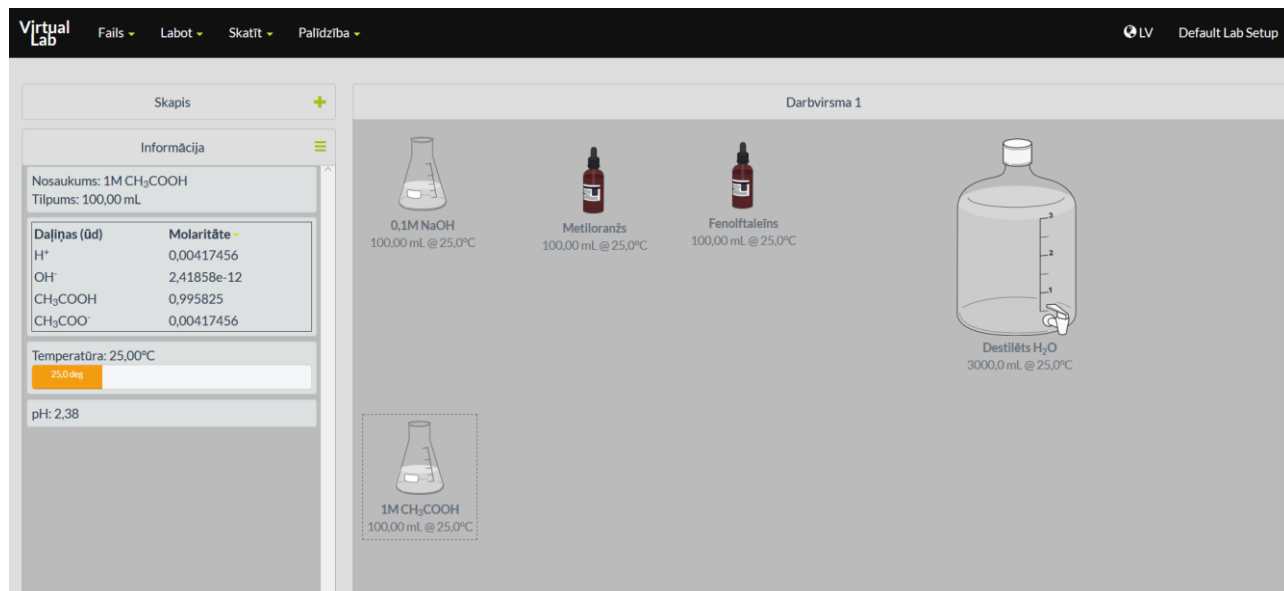


1. solis

Nepieciešams izvēlēties titrēšanai nepieciešamos traukus un piederumus, kā arī no skapja (sadaļa "Skapis") un novietot tos uz virtuālā laboratorijas galda (sadaļa "Darbvirsma"). Laboratorijas statīvs un skavas šajā gadījumā nav nepieciešamas.

Titrēšanai jāizvēlas 1 M etiķskābes šķīdums (100mL), kas pieejams sadaļā "Vājas skābes". Kā titrants jāizmanto 0,1 M NaOH šķīdums (100 mL). Destilēts ūdens pieejams bez ierobežojumiem, tai skaitā varat veikt doto reaģentu šķīdumu atšķaidīšanu, ja uzskatāt to par nepieciešamu. No skapja jāpaņem arī indikatoru - metiloranžs un fenolftaleīns.

Virtuālā laboratorijas galda izskats ar uz galda novietotiem obligāti izmantojamajiem šķīdumiem un destilētu ūdeni ir parādīts attēlā.



Novietojiet uz sava darba galda attēlā redzamās vielas, kā arī titrēšanai nepieciešamos laboratorijas traukus (izvēlas "Skapis" apakšsadaļā "Trauki").

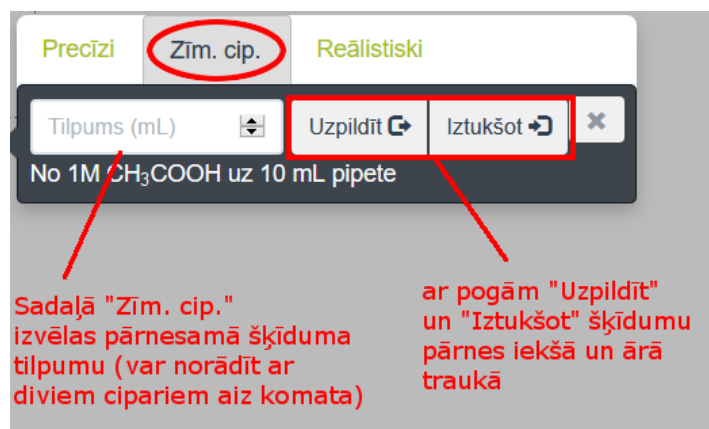
2. solis

Nepieciešams pagatavot reaģentus un iepildīt tos attiecīgos traukos.

2. Vai uzskatāt par nepieciešamu atšķaidīt kādu no reaģentiem?
 - a) Jā, nepieciešams atšķaidīt NaOH šķīdumu
 - b) Jā, nepieciešams atšķaidīt CH₃COOH šķīdumu
 - c) Nevienu no dotajiem šķīdumiem nav nepieciešams atšķaidīt

Ja izvēlējāties veikt šķīdumu atšķaidīšanu, tad to veic.

Lai pārnestu šķīdumus no viena trauka otrā trauku pārvieto virsū otram traukam. Atveras izvēlne, kāda parādīta attēlā. Šajā izvēlnē norāda pārnesei šķīduma tilpumu. Tilpumu norāda kā decimālciparu atdalītāju lietojot punktu, piemēram, 10.00 mL (visi tilpumi tiek mērīti mililitros).



Uzpilda bireti ar NaOH šķīdumu.

3. Norādiet biretē ielietā NaOH šķīduma koncentrāciju.

Titrēšanai izvēlēto etiķskābes šķīdumu izvēlētajā tilpumā, ielej traukā, kurā veiks titrēšanu.

4. Norādiet titrēšanai izvēlēto etiķskābes šķīduma molāro koncentrāciju.

Pievienojiet skābes šķīdumam (titrēšanas traukā) indikatoru **metiloranžu** (var pievienot ~0.2 mL indikatora šķīduma).

5. Norādiet vienai titrēšanai (vienam eksperimentam) ņemtā skābes šķīduma tilpumu.
6. Aprēķiniet, cik mililitri titranta (NaOH) teorētiski ir nepieciešami stehiometriskā punkta sasniegšanai, ja tiek izmantoti šķīdumu ar koncentrāciju un tilpumu, kādi norādīti atbildēs uz iepriekšējiem jautājumiem.

3. solis

Veic titrēšanu lietojot indikatoru metiloranžu (eksperimentu atkārtoti tik reizes, cik nepieciešams). Uz melnraksta lapas pieraksta titrēšanas rezultātus - titrēšanā izmanto titranta tilpumu un pH brīdī, kad mainās krāsa uz dzeltenu (virtuālajā laboratorijā pH metrs pēc noklusējuma ir ieslēgts, bet gadījumā, ja tas tika nejauši izslēgts, to var ieslēgt izvēlnē "View", tad "pH"). Titrēšanu veic pa pilienam (sākumā var pa lielākam pilienam, vēlāk tuvojoties stehiometriskajam punktam piliena tilpumu samazina, var norādīt skaitļus ar diviem cipariem aiz komata).

7. Norādiet titrēšanā izlietotā NaOH šķīduma tilpumu.
8. Norādiet šķīduma pH titrēšanas beigās (indikatora krāsas maiņas brīdī).

4. solis

Veic titrēšanu, lietojot indikatoru fenolftaleīnu (eksperimentu atkārtoti tik reizes, cik nepieciešams). Uz melnraksta lapas pieraksta titrēšanas rezultātus - titrēšanā izmanto titranta tilpumu un pH brīdī, kad mainās krāsa uz rozā (virtuālajā laboratorijā pH metrs pēc noklusējuma ir ieslēgts, bet gadījumā, ja tas tika nejauši izslēgts, to var ieslēgt izvēlnē "Skatīt", tad "pH"). Titrēšanu veic pa pilienam (sākumā var pa lielākam pilienam, vēlāk, tuvojoties stehiometriskajam punktam, piliena tilpumu samazina un var norādīt skaitļus ar diviem cipariem aiz komata).

9. Norādiet titrēšanā izlietotā NaOH šķīduma tilpumu.
10. Norādiet šķīduma pH titrēšanas beigās (indikatora krāsas maiņas brīdī).
11. Izvēlēties piemērotāko indikatoru etiķskābes šķīduma titrēšanai ar nātrija hidroksīda šķīdumu:
 - a) metiloranžs
 - b) fenolftaleīns
 - c) abi indikatori ir vienlīdz piemēroti šai titrēšanai
 - d) abi indikatori nav piemēroti šai titrēšanai
12. Īsi paskaidrojiet savu atbildi uz iepriekšējo jautājumu!
13. Norādiet, atbilstoši Jūsu veiktā eksperimenta rezultātiem, kāds pH (aptuveni) ir stehiometriskajā punktā?



Valsts izglītības satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Valsts 61. ķīmijas olimpiādes uzdevumi 11. klasei

Kopā: 125 punkti

1. uzdevums

Rupucīša noslēpums

11 punkti

Laborants Rupucītis atrada baltu kristālisku vielu **A**, kura $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ sadalās par vielām **B**, **C**, **D** un **E**, kamēr **A** izšķīdinot koncentrētā HCl istabas temperatūrā veidojas skābe **H** un sāls **I**.

Viela **B** ir balta, toksiska, kristāliska viela, kuru oksidējot ar bināru savienojumu **F**, kur skābekļa masas daļa ir 13,38%, iegūst vielu **A**. Vielai **B** pievienojot koncentrētu HCl , veidojas bezkrāsaina viegli gaistoša ļoti toksiska vāja skābe **J** un sāls **I**.

Viela **C** ir balta kristāliska viela, kuras šķīdumu izmanto organiskajā sintēzē kā vāju bāzi. Vēl vielu **C** izmanto ziepju ražošanā. Dedzinot vielu **C** bezkrāsainā liesmā, tā nokrāsojas violetā krāsā.

Viela **D** ir bezkrāsaina, indīga viela, kura ir nedaudz vieglāka par gaisu. Viela **D** sadeg ar zilganu liesmu, veidojot vielu **G**. Ja vielu **G** vada caur kaļķūdeni, šķīdums saduļķojas.

Viela **E** ir ļoti inerta divatomu gāze, kurai nav ne garšas, ne smaržas, ne krāsas.

1. Uzraksti vielu **A** - **J** ķīmiskās formulas!
2. Kāpēc gāze **D** ir indīga cilvēka organismam?
 - a. Tai ir toksiska iedarbība uz aknām un nierēm;
 - b. Ieelpojot šo gāzi rodas deguna gļotādas ulcerācija;
 - c. Tā rada endokrīnās sistēmas, smadzeņu un reproduktīvās sistēmas traucējumus;
 - d. Tā veido stabilu kompleksu ar asinīs esošo hemoglobīnu, tāpēc hemoglobīns nespēj pārnest skābekli.

Karsējot 4 binārus savienojumus **A - D** ir iespējams iegūt šos savienojumus veidojošās vienkāršās vielas. Karsējot **A** $490\text{ }^{\circ}\text{C}$ vakuumā veidojas metāls **E** un izdalās gāze **F**. **A** reakcija ar ūdeni ir spontāna un arī tajā izdalās gāze **F**, kā arī veidojas **G** šķīdums. Metāla **E** joni liesmu krāso dzeltenā krāsā.

Karsējot **B** $665\text{ }^{\circ}\text{C}$ vakuumā iegūst oksīdu **H**, šajā procesā izdaloties reaģētspējīgai gāzei **I**. Paaugstinot temperatūru līdz $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ **H** sadalās par **B** un rodas metāls **E**. **B** reakcijā ar siltu ūdeni rodas gāze **I**, kā arī veidojas **G** šķīdums.

Karsējot **C** $2250\text{ }^{\circ}\text{C}$ tas sadalās, veidojot metālu **J** un vienkāršu vielu **K** tās alotropajā formā tumšpelēkā krāsā. **C** reakcijā ar ūdeni rodas **L** šķīdums un veidojas organiska gāzveida viela **M**. **L** šķīdumu izmanto kādas atmosfērā sastopamas gāzes pierādīšanai, jo šo vielu reakcijā veidojas mazšķīstoša viela.

D ir gāze un sadalās jau $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ un šajā reakcijā rodas divas gāzveida vielas **N** un **I** molārā attiecībā 1:2. **D** reakcijā ar karstu ūdeni rodas divu stipru skābju **O** un **P** šķīdums, no kurām **O** normālos apstākļos ir gāzveida viela, kamēr **P** eksistē tikai šķīdumā. **D** reakcijā ar aukstu ūdeni savukārt veidojas skābju **Q** un **P** šķīdums, šajā disproporcionēšanās reakcijā vienam no elementiem oksidēšanās pakāpi gan samazinot par 1, gan palielinot par 1. Zināms, ka gan **P**, gan **Q** var disproporcionēties, un disproporcionēšanās produktu vidū ir divas citas oksoskābes - ļoti stipra skābe **R** un vāja skābe **S**, kam ir izteikta dezinficējoša iedarbība.

O reakcijā ar **G** iegūst vielu **T**, kas ļoti plaši tiek izmantota gan pārtikas rūpniecībā, gan medicīnā.

1. Uzraksti **A - T** ķīmiskās formulas!
2. Kuras vielas sadalīšanās reakcijām oksidēšanās pakāpi maina tikai 1 ķīmiskais elements?
 - a. **A**
 - b. **B**
 - c. **C**
 - d. **D**

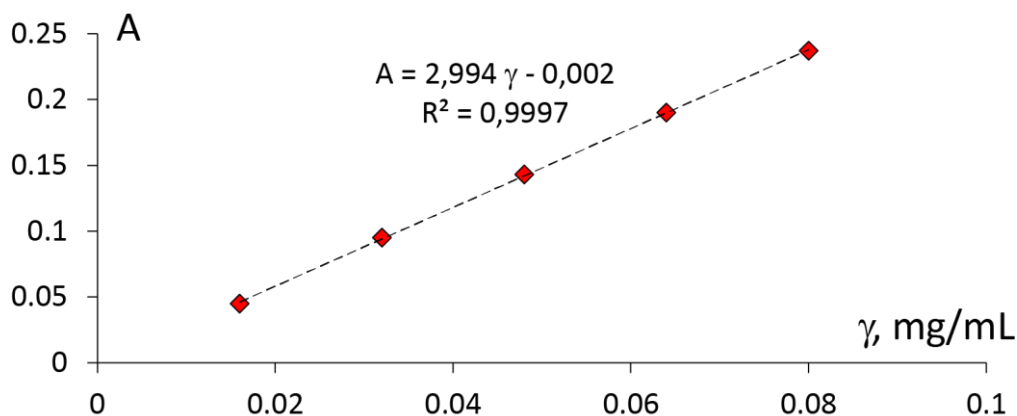
Kāda ķīmika rīcībā ir kolba, kurā atrodas metāla A jonu šķīdums zaļganā krāsā. Viņa mērķis ir noskaidrot, kas un cik daudz atrodas kolbā. Pievienojot nezināmajam šķīdumam NaOH, rodas zaļas, želejveida nogulsnes B, taču, NaOH šķīduma pievienošanu turpinot, nogulsnes pakāpeniski izzūd, veidojoties kompleksajam savienojumam C. Ar to ķīmikim pietika, lai saprastu, kas atrodas šķīdumā.

1. Uzraksti savienojumu A, B un C ķīmiskās formulas! Zināms, ka metāla A masas daļa savienojumā C ir 23,32%.
2. Uzraksti C ķīmisko nosaukumu
3. Raksturojiet kompleksā savienojuma C anjona uzbūvi!
 - 3.1. Savienojuma C anjona forma ir:
 - a) Tetraedrs
 - b) Oktaedrs
 - c) Trigonāla bipiramīda
 - 3.2. Valences leņķu lielums C anjonā:
 - a) 90°
 - b) 90° un 120°
 - c) $109^\circ 28'$

Lai noteiktu metāla jonu A koncentrāciju šķīdumā, ķīmiķis izlēja izmantot fotometrijas metodi, jo zināja, ka metāla A veido raksturīgas krāsas komplekso savienojumu reakcijā ar kompleksonu III. Viņš pagatavoja metāla A standartšķīdumus ar kompleksonu III, kuros metāla A masas koncentrācijas bija 0,016, 0,032, 0,048, 0,064, 0,080 mg/mL. Iegūtajiem standartšķīdumiem viņš nomērīja gaismas absorbciju ar spektrofotometru pie viļņa garuma 538 nm, šķīdumus lejt 1 cm biezā kivetē. Līdzīgi viņš nomērīja gaismas absorbciju arī metāla jonu A šķīdumam, kuru bija ieguvis, 10 reizes atšķaidot sākotnēji kolbā esošo šķīdumu. Iegūtos datus viņš apkopoja tabulā un grafiski.

Metāla A jonu standartšķīdumu un analizējamā šķīduma gaismas absorbcijas mērījumi

Metāla A jonu masas koncentrācija, mg/mL	Absorbcija
0,016	0,045
0,032	0,095
0,048	0,143
0,064	0,190
0,080	0,237
Analizējamais šķīdums	0,123



Metāla A jonu saturošu standartšķīdumu gaismas absorbcija atkarībā no masas koncentrācijas

4. Izmantojiet iegūto grafiku un aprēķiniet metāla A jonu masas koncentrāciju sākotnēji kolbā esošajā šķīdumā!
5. Aprēķiniet metāla A jonu molāro koncentrāciju sākotnēji kolbā esošajā šķīdumā!
6. Aprēķiniet metāla A jonu masu analizējamajā šķīdumā, ja zināms, ka sākotnējais analizējamā šķīduma tilpums bija 100 mL!

Zināms, ka šķīdumu gaismas absorbcijas atkarību no vielas koncentrācijas tajā apraksta Bēra likums:

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot b,$$

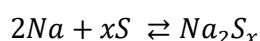
kur A - gaismas absorbcija, ε - šķīduma molārais absorbcijas koeficients L/(mol·cm),
c - vielas koncentrācija šķīdumā mol/L, b - kivetes biezums, cm.

7. Aprēķiniet analizē izmantotā kompleksā savienojuma (A - kompleksons III) molārās absorbcijas koeficientu ε !

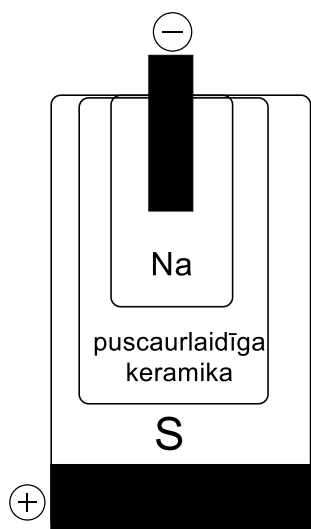
Lai gan mūsdienās ikdienā lietojamām precēm plaši tiek lietotas atkārtojami uzlādējamās litija jonu baterijas, tās nav piemērotas liela apjoma elektroenerģijas uzglabāšanai. Ņemot vērā izteikto elektrības pieprasījuma kritumu un kāpumu diennakts laikā, elektroapgādes tīklam ir nepieciešams pielāgoties šim mainīgajam noslogojumam. Tā kā elektroenerģiju ir apgrūtināti ilgstoši uzglabāt lielos apjomos, jaunu, aizvien efektīvāku bateriju izstrāde elektrības uzglabāšanai nakts laikā ir īpaši svarīga.

Viens no šīs problēmas risinājumiem ir nātrija-sēra baterijas, kas izmanto kapsulu ar šķidru nātriju. Kapsulai piemīt jonu caurlaidības spējas, tāpēc tā laiž cauri nātrija jonus. Nātrija joni caur kapsulas sienām nonāk konteinerā, kur izreaģē ar šķidru, reducētu sēru, veidojot polisulfīdus.

Vispārīgā baterijas ķīmiskā procesa reakcija:



1. Kādus aspektus var uzskatīt par Na-S bateriju priekšrocībām?
 - a. Baterijas galvenās izejvielas ir ļoti lētas
 - b. Baterijām piemīt liela energoietilpība, salīdzinot ar cita tipa baterijām
 - c. Baterijās izmantotās vielas un savienojumi ir stabili un ugunsdroši
 - d. Na-S šķidrajām baterijām, lai sasniegtu optimālo darbību, nav sākotnēji nepieciešams pievadīt papildus siltumu



2. Kāds elektrods atrodas pie nātrija, un kāds process pie tā notiek?
 - a. Anods - oksidēšanās
 - b. Anods - reducēšanās
 - c. Katods - oksidēšanās
 - d. Katods - reducēšanās

Nātrija sēra šūnas ir iespējams darbināt gan pie augstām (300 °C un augstāk) temperatūrām, kurās abi elementi atrodas šķidrā stāvoklī, gan istabas temperatūrām, kur reakcija notiek cietā fāzē.

$$\Delta G^0 = -z \cdot F \cdot E_{\text{šūnas}}^0$$

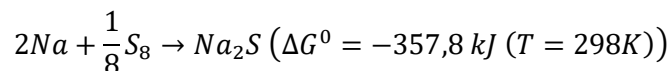
ΔG^0 - reakcijas brīvā Gibbsa enerģija

z - reakcijā iesaistīto elektronu skaits

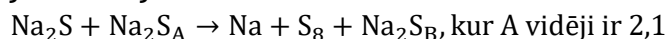
F - Faradeja konstante, 96485,3 1/(V·mol)

$E^0_{\text{šūnas}}$ - šūnas potenciālu starpība, V

Viena no šūnā notiekošajām reakcijām istabas temperatūrā ir sekojoša:



3. Izmantojot dotos datus un formulas, aprēķināt šūnas potenciālu starpību, kas veidojas starp elektrodiem, ja šūnā notiek dotā reakcija!
4. Uz elektrodu virsmas izveidojoties polisulfīda Na_2S_7 kārtai, tas sāk reaģēt ar nātriju, un veidojas kāds cits polisulfīds X. Veicot šī polisulfīda kārtiņas gravimetrisku analīzi, to dedzinot gaisā, tika novērota masas samazināšanās par 69,957%. Uzrakstīt šī savienojuma ķīmisko formulu!
5. Uzrakstīt pilnu reakcijas vienādojumu, kur Na reaģē ar Na_2S_7 , veidojoties savienojumam X!
6. Ja zināms, ka pēc šādas analogijas nātrijs ir spējīgs vēl vienu reizi izreaģēt ar savienojumu X, veidojot polisulfīdu Y. Paredzēt polisulfīda Y molekulformulu!
7. Veicot baterijas uzlādi, iespējams atgūt izmantoto nātriju un sēru. Reakcija istabas temperatūras baterijai ir sekojoša

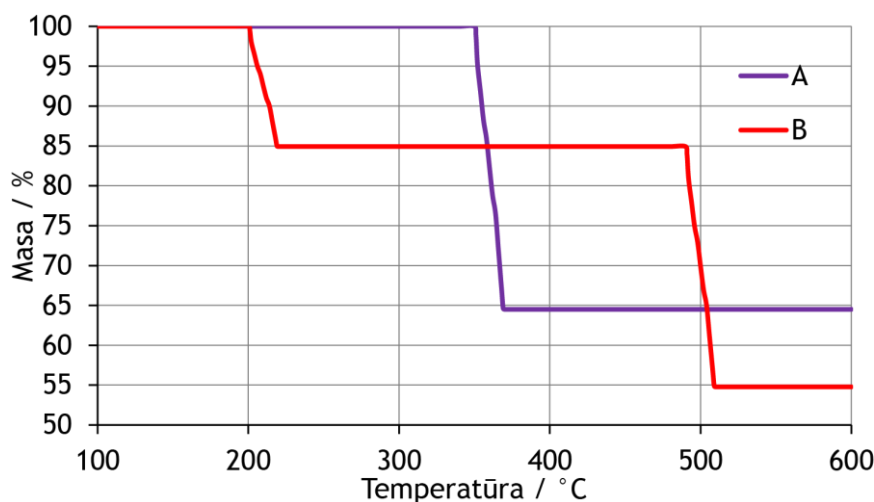


Savukārt, lai noskaidrotu B, veica elementanalīzi, un ieguva, ka polisulfīdu kārtiņa vidēji satur 14,43% nātrija. Aprēķināt skaitli B, sniedzot atbildi ar 1 skaitli aiz komata!

8. Kādu informāciju uzdevuma 7. jautājumā dots reakcijas vienādojums sniedz par atkārtotām reakcijas uzlādes iespējām un baterijas dzīves ilgumu?

Jebkāda līdzība ar reāliem ķīmiskajiem elementiem ir tikai un vienīgi nejauša sakritība, kas neliecina par ķīmisko īpašību līdzību!

Ķīmiķis Jānis pēc jaunā gada ballītes naktī sapņoja ķīmiķa cienīgus sapņus. Viņš bija atklājis jaunu ķīmisko elementu Jāniju **Jn**. Jānija stabilākā oksidēšanās pakāpe ir +2 un reakcijā ar sālsskābi veidojas tā hlorīds JnCl_2 . Atkarībā no kristalizācijas apstākļiem Jānija hlorīds veido divus kristālhidrātus ar atšķirīgu ūdens saturu **A** ($\text{JnCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) un **B** ($\text{JnCl}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$). Gan **A**, gan **B** karsēja un mērija masas izmaiņas temperatūrā, iegūstot attēlā parādītos grafikus. 600 °C abos gadījumos ieguva bezūdens Jānija hlorīdu, kamēr 400 °C no **B** bija izveidojies cits kristālhidrāts **C** ($\text{JnCl}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$). **A** masa pēc karsēšanas bija 64,5% no sākotnējās parauga masas.

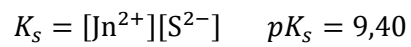
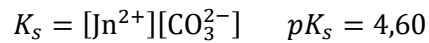


1. Nosakiet kristalizācijas ūdens daudzumu x , y un z kristālhidrātos **A**, **B** un **C**, ja zināms, ka tie ir veseli skaitļi, un pareizie ir mazākie koeficienti, kas atbilst masas zudumu līknei.
2. Kāda ir jānija **Jn** molmasa?

Visi trīs Jānija kristālhidrāti **A** - **C** ir kompleksie savienojumi. Zināms, ka vienā no kristalizācijā iegūtajiem kristālhidrātiem (**A** vai **B**) jānijam ir tetraedriska koordinācija, savukārt otrā oktaedriska. Tāpat zināms, ka vienā no šiem diviem kompleksajiem savienojumiem visi ligandi nav vienādi, un kompleksu uzbūve nosaka kristālhidrātu sadalīšanās mehānismu.

3. Kāda ir jānija koordinācija katrā no kristālhidrātiem **A** - **C**?
4. Kādi un cik būs ligandi tetraedriskajā kompleksā? Paskaidro!
5. Kādi un cik būs ligandi oktaedriskajā kompleksā? Paskaidro!
6. Cik un kādi ģeometriskie izomeri ir iespējami kompleksajam savienojumam, kura ligandi nav vienādi?
7. Vai starp kristālhidrātiem **A** - **C** var identificēt izomērus?
 - a. Nē, to vidū nav izomēru
 - b. Jā, 2 no tiem ir izomēri
 - c. Jā, visi 3 tie savā starpā ir izomēri
8. Pie kādas izomēr klases pieder starp kristālhidrātiem **A** - **C** identificētie izomēri?
 - a. Nekādas, to vidū nav izomēru
 - b. Jonizācijas izomēri
 - c. Ģeometriskie izomeri
 - d. Stereoizomēri

Gan jānija karbonāts, gan sulfīds ir mazšķīstoši, un to šķīdības reizinājumi pK_s ir 4,60 jānija karbonātam un 9,40 jānija sulfīdam.



9. Ar kuru no dotajiem šķīdumiem pilnīgāk varēs panākt jānija jonu izgulsnēšanu no šķīduma?
- a. nātrija sulfīda šķīdumu
 - b. sērūdeņraža šķīdumu
 - c. nātrija karbonāta šķīdumu
 - d. amonija karbonāta šķīdumu
10. Kāda daļa (%) no jānija joniem paliks šķīdumā, ja 0,50 M jānija nitrāta šķīdumam pievienos identisku tilpumu:
- a. 0,5 M nātrija karbonāta šķīdumu
 - b. 0,5 M nātrija sulfīda šķīdumu

Citus iespējamus līdzsvarus ignorējiet!

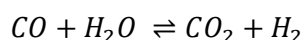
Elements **A** ir dabā reti sastopams. **A** reakcijā ar vienkāršu vielu **F** 400°C veido savienojumu **B**. Šo reakciju ir iespējams turpināt, liekot savienojumam **B** reaģēt ar **F** 400°C un 6 bāru spiedienā, lai izveidotu savienojumu **C**. Savienojumā **C** elementa **A** masas daļa ir 63,34%. Gan **B**, gan **C** ir stipri oksidētāji tāpat kā savienojums **D**, kas satur 28,74% skābekļa un 47,84% kāda halogēna. Savienojums **D** ir balta kristāliska viela. Agrāk tas tika lietots kā pārtikas piedeva, bet ES tagad tas ir aizliegts. Reakcijā starp **B** un **D** ūdens klātbūtnē veidojas **A**, savienojums **E**, kas satur 34,97% skābekļa, un **X**. Savienojums **X** sastāv no diviem elementiem vienādā molārā attiecībā, un **F** masas daļa tajā ir 94,96%. Savienojuma **C** reakcijā ar metālu **G**, ko izmanto elektrodu un luminescentu savienojumu veidošanā, rodas **A** un **H**. Savienojuma **H** šķīdums ūdenī ir sarkanīgi brūns, bet tas ātri sadalās veidojot dzeltenu kristālisku savienojuma **I** šķīdumu, un dzeltenu kāda oksīda **J** monohidrātu **K**. Produktā **K** ūdens saturs ir 7,35%. Savienojums **I** ir skābe, kas saturs 36,64% **F**.

1. Uzraksti **A - K** un **X** ķīmiskās formulas!
2. Kurš(-i) no apgalvojumiem par darbu ar savienojumu **X** ir patiess(-i)?
 - a. Tā ir stipra skābe.
 - b. To var uzglabāt stikla pudelē.
 - c. To var iegūt kā kristālisku vielu.
3. Uzraksti, kāda ir izejvielu koeficientu summa reakcijā, kur **H** reaģē ar ūdeni!
4. Uzraksti, kāda ir produktu koeficientu summa reakcijā, kur **B** reaģē ar **D** un ūdeni!
5. Uzraksti, kāda ir koeficientu summa reakcijā, kur **B** reaģē ar **F** un veidojas **C**!

Savienojuma **A** sadalīšanās reakciju var uzskatīt par 3 soļu procesu. Karsējot **A** 180 °C izdalās ūdens un rodas **B**, kas 500 °C sadalās par oglekļa monoksīdu un **C**, kas savukārt 750 °C sadalās par **D** un oglekļa dioksīdu vienādā molārā daudzumā. Zināms, ka **D** ir binārs savienojums, kurā elementi atrodas vienādā molārā attiecībā. Pārvērtībā no **C** par **D** cietās vielas masa samazinājās par 44,0%. Tai pat laikā pēc pilna pārvērtības cikla no **A** par **D** cietās vielas masa samazinājās par 61,6%.

1. Uzraksti vielu **A** - **D** ķīmiskās formulas!
2. Pie kādas savienojumu klases pieder **A**? Zināms, ka **B** - **C** pie šīs savienojumu klases nepieder!
3. Kādā molārā attiecībā tika iegūti H_2O : CO : CO_2 ?

Visas trīs izdalītās vielas iesaistās ķīmiskajā līdzsvarā:



Šīs reakcijas līdzsvara konstante 780 °C ir 1,28.

$$K_{eq, 780\text{ °C}} = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = 1,28$$

Augstāk aprakstīto **A** sadalīšanās reakciju veica noslēgtā 2,00 L traukā, kas sākotnēji tika vakuumēts. Pēc pilnīgas sadalīšanās 780 °C spiediens traukā bija tieši 3,00 bar.

4. Aprēķini, kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās moldaļās. *Sadalīšanās produkta **D** tilpumu ignorējiet! Tāpat ignorējiet to, ka trauku pirms reakcijas pilnīgi vakuumēt nav iespējams.*
5. Aprēķini, kāda bija sākotnēji ņemtā **A** masa!

Eksperimentu atkārtoja identiskos apstākļos, taču šoreiz karsēšanu apturēja 700 °C pirms **C** sadalīšanās sākšanās.

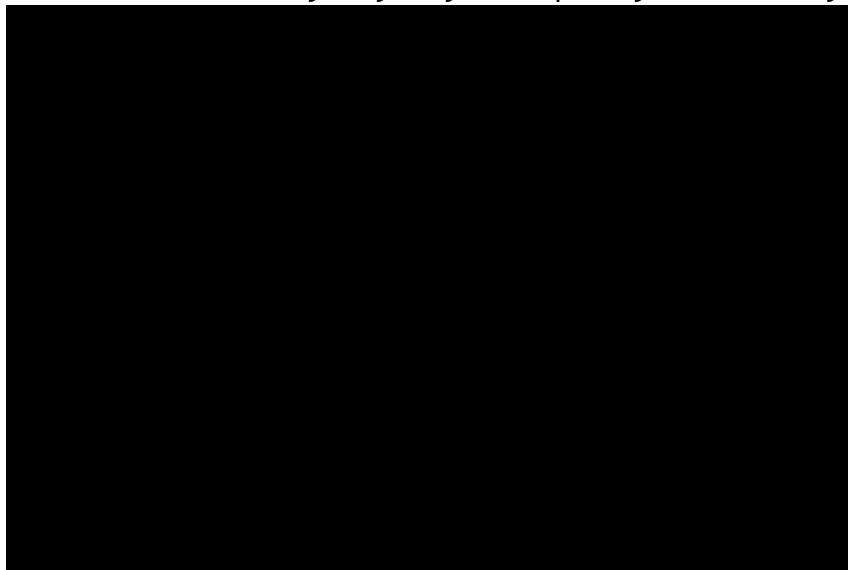
6. Kāds ir kopējais spiediens traukā? *Sadalīšanās produkta **C** tilpumu ignorējiet!*

Līdzsvara konstantes atkarību no temperatūras tuvināti var aprēķināt pēc vienādojuma

$$\ln K_2 = \ln K_1 - \frac{\Delta H_r}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

7. Aprēķiniet reakcijas līdzsvara konstanti 700 °C, ja reakcijas entalpija ΔH_r ir -37,5 kJ mol⁻¹.
8. Aprēķini, kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās moldaļās šajā gadījumā!

Noskaties video un atbilde uz tālāk dotajiem jautājumiem par šajā e-laboratorijā novēroto!



1. Uzrakstiet visu videomateriālā norisošo ķīmisko reakciju vienādojumus! Konkrēti norādiet, kādi novērojumi liecina par katras ķīmiskās reakcijas norisi!
2. Aprēķiniet **A** sintēzes iznākumu! Kā to skaidrot?
3. Piedāvāriet vēl divus konceptuāli atšķirīgus veidus (reakciju vienādojumus) **A** iegūšanai!
4. Paskaidrojiet, kādēļ **A** sintēzē būtiski veikt soli ar CH_3COOH šķīdumu!
5. Paskaidrojiet, kādu funkciju nodrošināja vārglāze ar ūdeni, kurā ievietoja pudelīti ar tumšo reakcijas maisījumu!
6. Paskaidrojiet, kādam mērķim lietoja vislielāko no videomateriālā redzamajiem stikla traukiem! Kā to sauc?
7. Kas varēja būt lielā stikla trauka apakšdaļā ievietotā baltā substance? Kādam mērķim pēc lielā trauka noslēgšanas tam, visticamāk, pievienoja gumijas cauruli, kāpēc tas bija nepieciešams?



Valsts izglītības satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Valsts 61. ķīmijas olimpiādes uzdevumi 12. klasei

Kopā: 135 punkti

1. uzdevums

C vitamīna medības

12 punkti

Zināms, ka citrusaugļi ir labs C vitamīna avots ziemā. Kāda aizrautīga pētniece vēlējās noskaidrot, kurā no citrusaugļiem C vitamīna ir vairāk - apelsīnos vai greipfrūtos. Viņas rīcībā bija 20 g greipfrūta un 20 g apelsīna sulas parauga. Attiecīgi apstrādājot paraugus viņa ieguva divus nezināmas koncentrācijas C vitamīna jeb askorbīnskābes šķīdumus, kurus atšķaidīja līdz 100 mL tilpumam. 20 mL atšķaidītā parauga viņa pievienoja 20 mL šķīdumu, kas pagatavots jodu šķīdinot KI šķīdumā un kurā joda molārā koncentrācija ir 0,0100 mol/L. Lai noskaidrotu pēc reakcijas pāri palikušā joda koncentrāciju, viņa abus iegūtos šķīdumus titrēja ar 0,01000 mol/L nātrija tiosulfāta šķīdumu. No apelsīniem iegūtā askorbīnskābes parauga titrēšanai tika patērēti 37,44 mL nātrija tiosulfāta šķīduma, savukārt no greipfrūtiem iegūtā parauga titrēšanai - 38,56 mL.

8. Zināms, ka askorbīnskābe ar jodu piedalās oksidēšanās reducēšanās reakcijā, nosakiet oksidētāju un reducētāju!
9. Kāpēc pētniece jodu šķīdināja kālija jodīda šķīdumā?
 - a) Joda šķīdība ūdenī ir vāja, taču KI šķīdumā- ievērojami labāka;
 - b) Kālija jodīds palīdz nodrošināt reakcijas norisei nepieciešamo pH;
 - c) Kālija jodīds samazina joda gaistamību.
10. Uzrakstiet reakcijas vienādojumu, jodam reaģējot ar nātrija tiosulfātu! Kāda ir koeficientu summa šajā vienādojumā?
11. Kāds ir neizreaģējušā joda daudzums apelsīna parauga šķīdumā, pirms titrēšanas ar nātrija tiosulfātu?
12. Kāds ir neizreaģējušā joda daudzums greipfrūtu parauga šķīdumā, pirms titrēšanas ar nātrija tiosulfātu?
13. Kāds ir askorbīnskābes daudzums apelsīna paraugā, ko titrēja?
14. Kāds ir askorbīnskābes daudzums greipfrūtu paraugā, ko titrēja?
15. Cik mg askorbīnskābes satur 100 g apelsīnu? Cik mg askorbīnskābes satur 100 g greipfrūtu?
Pieņemiet, ka tā koncentrācija sulā ir tāda pati kā citās augļa daļās!
16. Kuram no augļiem C vitamīna saturs ir lielāks? Cik doto augļu būtu jāapēd dienā, lai sasniegtu ieteicamo C vitamīna dienas devu (80 mg), ja zināms, ka viena apelsīna vidējais svars ir 130 g, bet greipfrūtam tas ir 235 g? Atbildi uzdodiet vesela skaitļa veidā!

Savā starpā gāzveida stāvoklī 250 °C vara katalizatora klātbūtnē reaģējot divām vienkāršām vielām X un Y veidojas gāzveida viela A. Kādai citai vielai B reaģējot ar X arī veidojas viela A. Toties X un Y reaģējot 300 °C vara katalizatora klātbūtnē rodas B. Viela B veidojas arī vielai A reaģējot ar Y 200 °C. Šai vielai B reaģējot ar elementu Y 25 MPa spiedienā 350 °C rodas viela C. Sālim D reaģējot ar vienkāršo vielu Y 200 °C rodas viela C un sāls E. Sālī D metāla masas daļa ir 52,44%, savukārt sālī E metāla masas daļa ir 67,30%.

A ir gaistošs savienojums, kurš istabas temperatūrā ir bezkrāsaina gāze, un tā ir stabila arī augstākās temperatūrās. Atdziestojot to līdz -100 °C A kondensējas kā gaiši dzeltens šķidrums. A ir labs fluorējošs reaģents, kurš reaģējot ar metāliem un nemetāliem veido attiecīgo sāli un procesā izdala gāzi X.

B ir bezkrāsaina, indīga, kodīga un reaģētspējīga gāze, kuras reakcijas var būt eksplozīvas. Tā kondensējas kā gaiši zaļgani dzeltens šķidrums.

C ir bezkrāsaina gāze un spēcīgs fluorējošs reaģents, kurš reaģē ar visiem elementiem, izņemot skābekli, slāpekli, cēlgāzes un fluoru.

1. Uzraksti vienkāršo vielu X, Y un vielu A - E ķīmiskās formulas!

Kā jau minēts, viela A ir labs fluorējošs reaģents, kurš reaģējot ar metāliem un nemetāliem veido attiecīgo sāli un procesā izdala gāzi X. A reaģējot ar metālu F veido savienojumu G. Savienojumā G metālam F ir augstākā oksidēšanās pakāpe, un metāla masas daļa tajā ir 61,72%.

Izmantojot C ir iespējams fluorēt metālu H, iegūstot savienojumu I. Šajā reakcijā kā otrs produkts rodas savienojums B. 1,00 g H fluorēšanu veica 120 °C, metālu ievietojot ar C pildītā 1,00 L kolbā, kurā spiediens bija 200,0 kPa. Pēc pilnīgas reakcijas norises spiediens kolbā palielinājās līdz 213,75 kPa, kamēr atdziestojot kolbu līdz istabas temperatūrai uz tās sienām izgulsnējās 1,479 g I.

2. Uzraksti metālu F, H un vielu G, I ķīmiskās formulas!
3. Ar ko īpašs ir metāls F?
 - a. Tam ir visaugstākā kušanas un vārīšanās temperatūra no visiem elementiem
 - b. Tam ir viszemākā kušanas temperatūra no visiem elementiem
 - c. Tam ir vislielākais blīvums no visiem elementiem
 - d. Tam ir vismazākais blīvums no visiem elementiem
 - e. Tas ir visdārgākais no dabā brīvā formā sastopamajiem elementiem
 - f. Tas ir Zemes garozā visizplatītākais metāls
 - g. Tas ir metāls, kas mūsdienās kļūst arvien pieprasītāks, jo ir būtiska izejviela skārienjutīgo ekrānu ražošanā
 - h. Tas ir metāls, kura daudzums Zemes kodolā ir vislielākais
 - i. Tas ir metāls, kura daudzums Zemes ūdeņos (jūrās, okeānos) ir vislielākais

Ķīmijas laboratorijā bija atrasti nezināmi kristāli **A** pelēki-melnā krāsā, kuri nešķīst ūdenī. Gribot uzzināt to sastāvu, laborants nosvēra 21,33 gramus kristālu un apstrādāja ar atšķaidītu slāpekļskābi lielā pārkumā. Kristāli pilnībā izšķīda, bet šķīdums nokrāsojās brūnā krāsā un bez slāpekļskābes saturēja vēl ķīmiskajā reakcijā iegūtas vielas **B** un **C**. Iegūto šķīdumu sadalīja 3 vienādās daļās **1**, **2** un **3**.

Pirmajai daļai **1** pievienoja kālija sārma šķīdumu. Šķīdums nokrāsojās spilgti dzeltenā krāsā, ko noteica vielas **D** veidošanās, un nogulsnējās zilas nogulsnes **E**, kuras karsējot pārvērtās par melnu pulveri **F**.

Otro daļu **2** apstrādāja ar kālija jodīda šķīdumu un karsēja līdz vārīšanās temperatūrai. Izdalījās violeti tvaiki **G**, šķīdums nokrāsojās zaļā krāsā un veidojās brūnas nogulsnes, kas saturēja vielas **H** un **I**. Nogulsnes nofiltrēja, noskaloja ar nātrija tiosulfāta šķīdumu, kā rezultātā tās kļuva baltas un saturēja vairs tikai **H**, pēc tam nogulsnes izžāvēja un nosvēra. Nogulšņu masa bija 4,2975 g un tās saturēja 33,51% (masas daļa) metāla **J**. Baltās nogulsnes pilnībā izšķīdināja nātrija tiosulfāta šķīduma pārkumā, iegūstot komplekso savienojumu **K**.

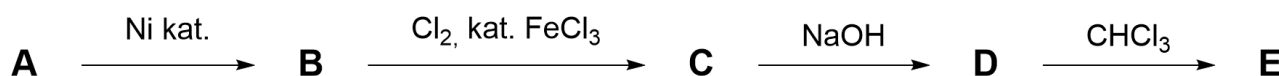
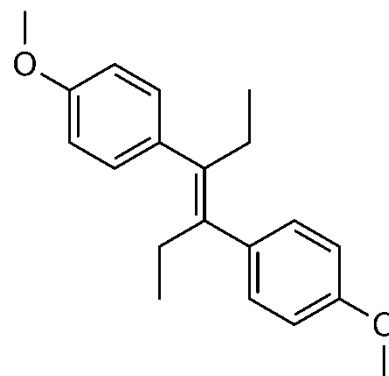
Trešajai daļai **3** pievienoja NaBr šķīdumu un iegūto maisījumu karsēja. Kad šķīdums atdzisa, tas noslāņojās, un viens no slāņiem bija sarkanbrūns šķidrums **L**. Iegūtajam šķīdumam pievienoja koncentrētu amonjaka šķīdumu, kā rezultātā šķīdums kļuva zils un nogulsnējās pelēki-zaļas nogulsnes **M**. Karsējot **M** ieguva 3,42 g zaļa pulvera **N**, kas satur 68,42% (masas daļa) metāla **O**.

1. Uzrakstiet vielu **B** - **O** ķīmiskās formulas.
2. Aprēķiniet un uzrakstiet savienojuma **A** molekulformulu!
3. Uzrakstiet un izlieciet mazākos, veselos koeficientus reakcijām:
 - a) **B** un **C** iegūšana no **A**
 - b) **L** iegūšanas reakcija

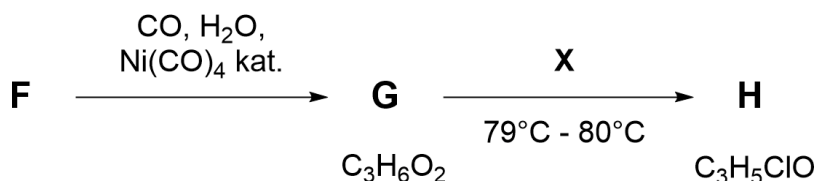
Dimestrols ir sintētisks nesteroidais estrogēns. To klīniski izmanto kā hormonālo terapiju novēlota sieviešu pubertātes, hipogonādisma, menopauzes un pēcmenopauzes simptomu gadījumos.

Dimestrola izejvielas sintēze iespējama no divām vielām **A** un **F**. Viela **A** agrāk bija galvenais organisko ķīmisko vielu avots ķīmiskajā rūpniecībā. To pagatavoja, hidrolizējot kalcija karbīdu. **F** viela ir vienkāršākais alkēnu pārstāvis.

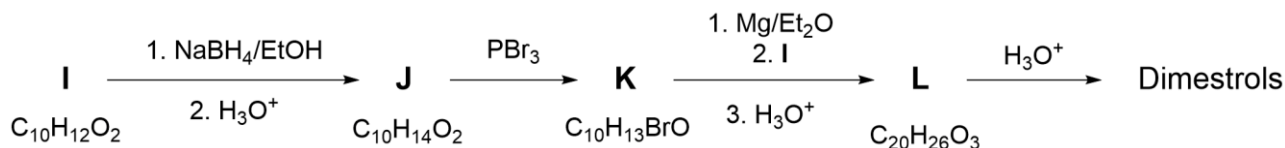
Vielai **A** trimerizējoties niķeļa katalizatora klātbūtnē iegūst vielu **B**. Vielai **B** izlaiž cauri Cl_2 FeCl_3 katalizatora klātbūtnē, iegūstot vielu **C**, kurai pievieno NaOH šķīdumu, iegūstot vielu **D**. Vielu **D** apstrādājot ar metilhlorīdu iegūst vielu **E**.



Pievienojot vielai **F** CO un H_2O niķeļa karbonila klātienē iegūst vielu **G**, kurai piemīt skābas īpašības. Hlorējot vielu **G** ar vielu **X** $79-80^\circ\text{C}$ temperatūrā (līdzīga skābeņskābei, tikai OH grupas tiek aizvietotas ar hlora atomu), tiek iegūta viela **H**.



Reaģējot vielai **E** ar vielu **H** AlCl_3 klātbūtnē, tiek iegūta viela **I**, kur atzarojumi atrodas pretējās pusēs. Reducējot vielu **I** ar NaBH_4 etanolā un apstrādājot ar paskābinātu ūdens šķīdumu, veidojas viela **J**. Bromējot vielu **J** ar PBr_3 veidojas viela **K**, kur reducētā vieta tiek aizvietota ar bromu. Pievienojot vielai **K** magniju dietilēterī, veidojas savienojums ar bāziskām īpašībām. Tālāk šai vielai pievieno **I**, un galā pievieno pievieno skābes šķīdumu, veidojoties vielai **L**. Pie vielas **L** pievienojot skābes šķīdumu notiek reakcija pēc E1 mehānisma, veidojoties dimestrolam.

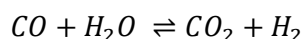


1. Uzzīmējiet vielu **A-L** un **X** struktūrformulas!
2. Kādus citus katalizatorus var izmantot reakcijā **B** uz **C** un **F** uz **G**?
3. Uzzīmējiet mehānismu reakcijai **B** uz **C**!
4. Uzzīmējiet mehānismu reakcijai **L** uz **Dimestrolu**!
5. Uzraksti mehānismu reakcijai starp **E** un **H**, kurā veidojas **I**!
6. Kādi starpsavienojumi veidojas reakcijā **K** uz **L**?

Laboratorijā uz galda Elza atrada burciņu ar kādu baltu kristālisku vielu, ko apzīmēsim kā **A**. Karsējot **A** $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ izdalās 1 ekv. ūdens un rodas **B**, ko turpinot karsēt $210\text{ }^{\circ}\text{C}$ izdalās vēl 1 ekv. ūdens un rodas **C**. To karsējot $480\text{ }^{\circ}\text{C}$ tas izdala 1 ekv. oglekļa monoksīda un rodas **D**, kas savukārt $780\text{ }^{\circ}\text{C}$ sadalās par 1 ekv. **E** un 1 ekv. oglekļa dioksīdu. Zināms, ka **E** ir binārs savienojums, kurā elementi atrodas vienādā molārā attiecībā. Pārvērtībā no **D** par **E** cietās vielas masa samazinājās par 44,0%. Tai pat laikā pēc pilna pārvērtības cikla no **A** par **E** cietās vielas masa samazinājās par 65,8%.

1. Uzraksti vielu **A** - **E** ķīmiskās formulas.
2. Pie kādas savienojumu klases pieder **A** un **B**? Zināms, ka **C** - **E** pie šīs savienojumu klases nepieder.
3. Kādas skābes sāls ir **A**?
4. Piedāvājiēt paņēmieni **A** iegūšanai, zinot, ka šis sāls ir mazšķīstošs! Uzrakstiet ķīmiskās reakcijas vienādojumu(-s)!

Visas trīs izdalītās vielas iesaistās ķīmiskajā līdzsvarā:



Jums doti līdzsvarā iesaistīto vielu termodinamiskie parametri:

Savienojums	$\Delta_f H^\circ_{298,15\text{K}}, \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$S^\circ_{298,15\text{K}}, \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
$\text{CO}_{(\text{g})}$	-110,5	195,7
$\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$	-241,8	185,8
$\text{CO}_{2(\text{g})}$	-388,5	213,8
$\text{H}_{2(\text{g})}$	0	130,7

5. Aprēķināt reakcijas entalpiju $\Delta_r H^\circ$ un entalpiju $\Delta_r S^\circ$ $298,15\text{ K}$ temperatūrā!
6. Aprēķināt reakcijas Gibbsa enerģiju 298 K temperatūrā!
7. Aprēķināt reakcijas līdzsvara konstanti 298 K un $780\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrā! Pieņemiet, ka reakcijas entropija un entalpija nav atkarīga no temperatūras!
8. Aprēķināt temperatūru, kurā reakcijas līdzsvara konstante ir 1,00!

Šīs reakcijas līdzsvara konstantes vienādojums ir

$$K_{eq} = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$$

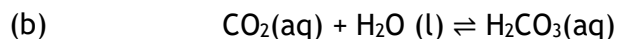
Augstāk aprakstīto **A** sadalīšanās reakciju veica noslēgtā $2,00\text{ L}$ traukā, kas sākotnēji tika vakuumēts. Pēc pilnīgas sadalīšanās $780\text{ }^{\circ}\text{C}$ spiediens traukā bija tieši $4,00\text{ bar}$.

9. Aprēķini kāds bija maisījuma sastāvs pēc līdzsvara iestāšanās moldaļās. Ja nenoteicāt, kāda ir reakcijas līdzsvara konstante 7. punktā, izmantojiet, ka tā ir 1,28. Sadalīšanās produkta **E** tilpumu ignorējiet! Tāpat ignorējiet to, ka trauku pirms reakcijas pilnīgi vakuumēt nav iespējams.
10. Aprēķini, kāda bija sākotnēji ņemtā **A** masa!

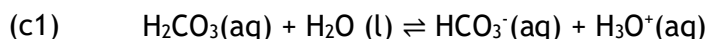
Oglekļa dioksīda šķīšanu ūdenī varam saistīt ar ķīmisko līdzsvaru virkni: (a) oglekļa dioksīda šķīdības līdzsvars, (b) šķīdumā esoša oglekļa dioksīda pārvēršanās par ogļskābi, (c) ogļskābes disociācija, kas norit divās stadijās.



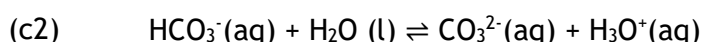
$$C_{\text{CO}_2, (\text{aq})} = \frac{p_{\text{CO}_2, (\text{g})}}{K_H}$$



$$K_f = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{CO}_2]} = 1,7 \cdot 10^{-3}$$



$$K_{a1} = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 2,5 \cdot 10^{-4}$$

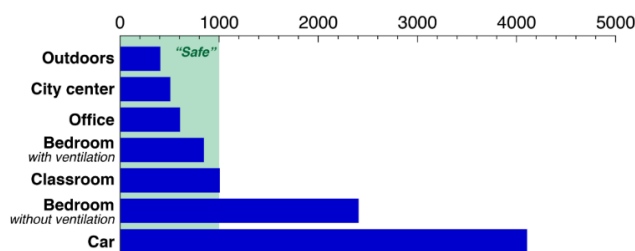


$$K_{a2} = \frac{[\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCO}_3^-]} = 4,7 \cdot 10^{-11}$$

Oglekļa dioksīda spiedienu un koncentrāciju piesātinātā šķīdumā saista Henrija vienādojums, un oglekļa dioksīda Henrija konstante K_H ir $2980 \text{ kPa} \cdot \text{M}^{-1}$.

Kādā pilsētas ūdenstilpnē rūpnīcas tuvumā noteica kopējo karbonātu koncentrāciju ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$). Atmosfēras spiediens parauga ņemšanas brīdī bija $0,985 \text{ bar}$. Paņēma ūdens paraugu un sākumā nomērīja tā pH, kas bija $5,85$. Pēc tam $1,00 \text{ L}$ paņemtā parauga pakāpeniski pārākumā pievienoja nātrija hidroksīda šķīdumu, pārvēršot visas šķīduma esošās karbonātu formas vienā. Pēc tam šķīdumam pievienoja kalcija hlorīda šķīdumu, novērojot baltu nogulšņu veidošanos. Kad papildus kalcija hlorīda pievienošana vairs neizraisīja nogulšņu veidošanos, nogulsnes nofiltrēja un noteica, ka to masa pēc izžāvēšanas ir $21,5 \text{ mg}$.

1. Kādā formā tika pārvērstas visas karbonātu formas pēc nātrija hidroksīda šķīduma pievienošanas?
2. Nosakiet, kāda ir kopējā karbonātu koncentrācija ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$).
3. Nosakiet kāda ir CO_2 , H_2CO_3 , HCO_3^- un CO_3^{2-} koncentrācija šajā paraugā? Kāds ir procentuālais katras formas daudzums šajā šķīdumā.
4. Ja ignorē ķīmiskos līdzsvarus un pieņem ka notiek tikai neapgriezeniskas ķīmiskās reakcijas, kāds bija 12 M nātrija hidroksīda šķīduma tilpums, kas bija jāpievieno?
5. Izmantojiet Henrija vienādojumu, lai atrastu, kāds ir oglekļa dioksīda parciālais spiediens (kPa) un koncentrācija (ppm jeb m.d.) gaisā.
6. Vai ir pamats domāt, ka rūpnīcas tuvumā gaiss ir piesārņots, ja salīdzina to ar vidējam oglekļa dioksīda koncentrācijas vērtībām dažādās vidēs, kas dots zemāk?



Noslēgtā traukā svaigam identiskam ūdens paraugam pievienoja koncentrētu nātrija hidroksīda šķīdumu, novērojot ogļskābās gāzes izdalīšanos.

7. Kādam pēc hidroksīda pievienošanas jābūt šķīduma pH, lai 99% no kopējā karbonātu satura būtu tieši karbonātu CO_3^{2-} formā? *Šķīduma tilpuma maiņu ignorējiet! Līdz ar to kopējā karbonātu koncentrācija saglabājas identiska kā iepriekš noteiktā / izmantotā!*
8. Vai ir korekti pieņemt, ka varam ignorēt šķīduma tilpuma izmaiņas, ja pievieno 12 M nātrija hidroksīdu?

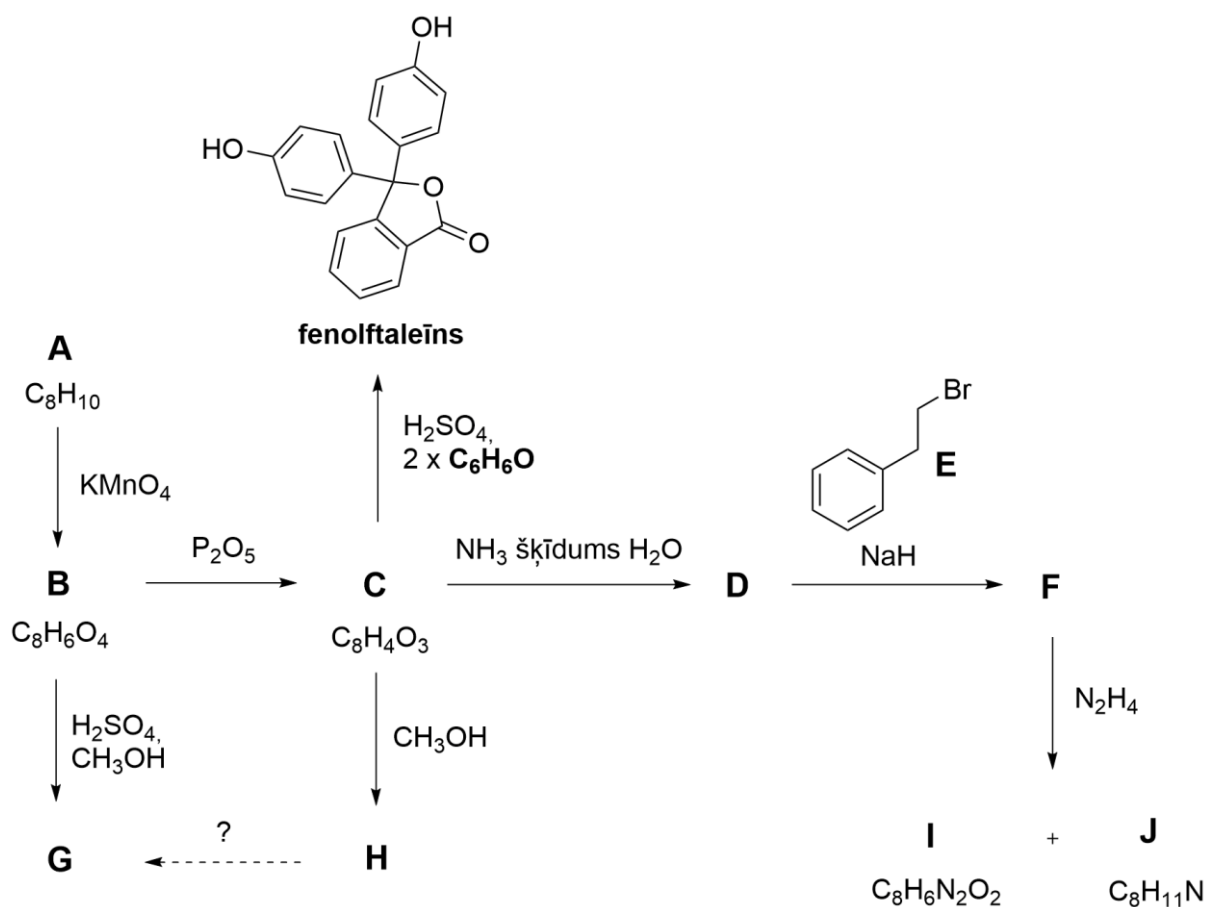
Savienojums **C** ir svarīgs būvbloks ļoti daudzu dažādu vielu, piemēram, fenolftaleīna sintēzē. Vienkāršākais veids savienojuma **C** iegūšanai (shēmā zemāk) ir aromātiskā ogļūdeņraža **A** reakcijā ar KMnO_4 iegūstot savienojumu **B**, un tad **B** apstrādājot ar P_2O_5 . Gan no **B**, gan **C** ir iespējams iegūt daudzus noderīgus savienojumus, kuri parādīti shēmā zemāk.

Savienojumam **C** ir līdzīgs savienojums **D**, kura visizplatītākais pielietojanas veids ir demonstrēts reakcijā ar NaH un **E**, kā arī **F** reakcijā ar N_2H_4 , iegūstot **I** un **J**.

Piezīmes:

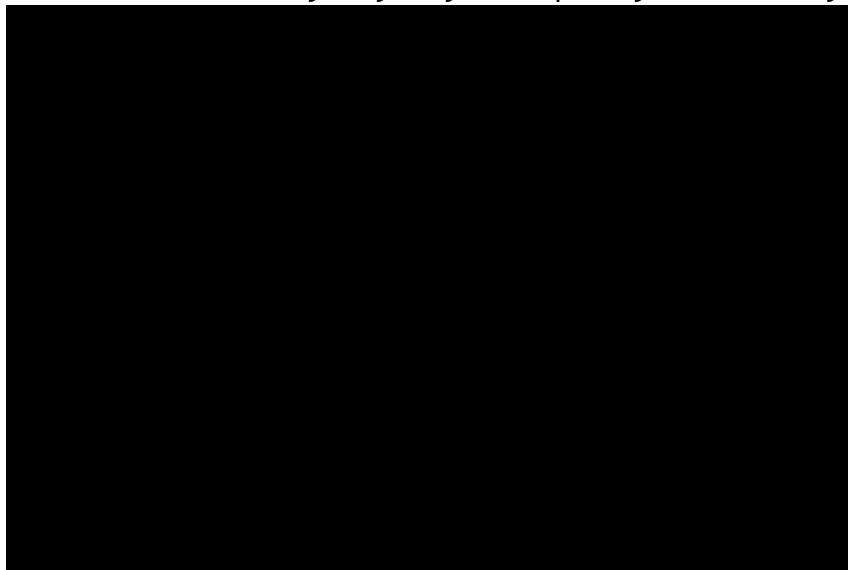
1) Visās reakcijās, izņemot reakcijā no **D** uz **F**, nepieciešama karsēšana reakcijas sekmīgai norisei.

2) Reakcijā no **D** uz **F** vispirms savienojumam **D** pievieno NaH un tikai tad pievieno **E**.



1. Uzzīmē visu savienojumu **A-D**, **F-J** struktūras.
2. Vai no **H** ir iespējams vienā solī iegūt **G**?
3. Kāds blakusprodukts veidots, ja reakcijā **D** uz **F** visus reaģentus pievienotu vienlaicīgi nevis pakāpeniski?
4. Nosaki, kuras no dotajām vielām reaģē ar NaH :
 - a) **A**
 - b) **B**
 - c) **C**
 - d) **J**
 - e) fenolftaleīns

Noskaties video un atbilde uz tālāk dotajiem jautājumiem par šajā e-laboratorijā novēroto!



8. Uzrakstiet visu videomateriālā norisošo ķīmisko reakciju vienādojumus! Konkrēti norādiet, kādi novērojumi liecina par katras ķīmiskās reakcijas norisi!
9. Aprēķiniet **A** sintēzes iznākumu! Kā to skaidrot?
10. Piedāvāriet vēl divus konceptuāli atšķirīgus veidus (reakciju vienādojumus) **A** iegūšanai!
11. Paskaidrojiet, kādēļ **A** sintēzē būtiski veikt soli ar CH_3COOH šķīdumu!
12. Paskaidrojiet, kādu funkciju nodrošināja vārglāze ar ūdeni, kurā ievietoja pudelīti ar tumšo reakcijas maisījumu!
13. Paskaidrojiet, kādam mērķim lietoja vislielāko no videomateriālā redzamajiem stikla traukiem! Kā to sauc?
14. Kas varēja būt lielā stikla trauka apakšdaļā ievietotā baltā substance? Kādam mērķim pēc lielā trauka noslēgšanas tam, visticamāk, pievienoja gumijas cauruli, kāpēc tas bija nepieciešams?