Līdzfinansē Eiropas Savienība
2027 Nacionālais attīstības plāns
Valsts izglītības attīstības aģentūra

Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 "Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide"

ĶĪMIJAS 66. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA

UZDEVUMU ATRISINĀJUMI 9. KLASEI

(Kopā 308 punkti)

1. uzdevums. **Pāvela brīnumi** *(Kopā 72 punkti)*

Zinātkārais Pāvels mājās atrada vecu lapiņu, uz kuras bija aizpildīta tabula ar elementiem un to atomu raksturlielumiem. Taču Pāvels pamanīja, ka tajā ir tukšumi!

1. Aizpildi tukšās vietas tabulā ar pareizu informāciju!

Elementa simbols	Protoni	Neitroni	Elektroni	Valences elektroni	Enerģijas līmeņi ar elektroniem
H	1	0	1	1	1
He	2	2	2	0/2*	1
Li	3	4	3	1	2
C	6	6	6	4	2
Ne	10	10	10	8	2
Na	11	12	11	1	3
Al	13	14	13	3	3
Ar	18	22	18	0/8*	3

*Valences elektronu skaits atomiem vai joniem ar izpildītu cēlgāzes konfigurāciju var atšķirties tikai tāpēc, ka atšķiras definīcijas. Tāpēc tiek ieskaitītas gan atbildes, kas apraksta pilnīgi aizpildītu vai tukšu līmeni.

2. uzdevums. **Reakciju parāde** *(Kopā 92 punkti)*

Doti 10 reakciju vienādojumi (**A - J**), taču tajos nav salikti koeficienti!

(A) $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$

(B) $3\ O_2 \rightarrow 2\ O_3$

(C) $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$

(D) $SiCl_4 + 2\ H_2O \rightarrow SiO_2 + 4\ HCl$

(E) $Mg + S \rightarrow MgS$

(F) $Pb(NO_3)_2 + 2\ KI \rightarrow PbI_2 + 2\ KNO_3$

(G) $Fe_2O_3 + 3\ C \rightarrow 2\ Fe + 3\ CO$

(H) $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$

(I) $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$

(J) $Zn + 2\ HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

1. Izliec visām reakcijām mazākos, veselos koeficientus.
2. Atzīmē visas reakcijas, kurās piedalās vai rodas oksīds vai oksīdi!

A, C, D, G, H, I

3. Atzīmē visas reakcijas, kurās piedalās vai rodas skābe vai skābes!

A, D, H, J

4. Atzīmē visas reakcijas, kurās vismaz vienam elementam mainās oksidēšanās pakāpe!

C, E, G, H, J

5. Atzīmē visas apmaiņas reakcijas!

D, F

3. uzdevums. **Esteres esence** *(Kopā 36 punkti)*

Kādreiz veikalos varēja nopirkt *etiķa esenci*, kas ir 70% (pēc masas) etiķskābes (CH_3COOH) šķīdums ūdenī. Šim šķīdumam blīvums ir 1,068 g/mL. No tā var pagatavot veikalā nopērkamo *galda etiķi*, kas ir 9% (pēc masas) etiķskābes šķīdums ūdenī un tā blīvums ir 1,012 g/mL. Skolotāja Estere no etiķa esences pagatavoja 2025 mL galda etiķa.

1. Aprēķini pagatavotā galda etiķa masu.

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 1.012 \frac{g}{mL} \cdot 2025\ mL = 2049\ g$$

2. Aprēķini, kāda masa tīras etiķskābes atrodas 2025 mL galda etiķa.

$$m_{etiķskābe} = 9\% \cdot m_{šķīdums} = 0.09 \cdot 2049\ g = 184\ g$$

3. Aprēķini, kāds tilpums etiķa esences bija nepieciešams šī šķīduma pagatavošanai.

$$m_{esence} = \frac{m_{etiķskābe}}{70\%} = \frac{184\ g}{0.70} = 263\ g$$

$$V_{esence} = \frac{m}{\rho} = \frac{263\ g}{1.068\frac{g}{mL}} = 246\ mL$$

4. Aprēķini, kādu tilpumu ūdens bija nepieciešams pievienot, lai iegūtu 2025 mL galda etiķa.

Šeit nedrīkst vienkārši veikt starpību tilpumā starp galda etiķa šķīdumu un etiķa esences, jo šo abu šķīdumu blīvumi atšķiras!

Vispirms aprēķinām ūdens masu:

$$m_{ūdens} = m_{šķīdums} - m_{esence} = 2049\ g - 263\ g = 1786\ g$$

Tā kā ūdens blīvums ir 1 g/mL, tad ūdens tilpums = 1786 mL.

4. uzdevums. **Kristālhidrāti** *(Kopā 48 punkti)*

1. Aprēķini, kādu masas daļu (%) nātrija karbonāta dekahidrātā veido ūdens.

M($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) = 286 g/mol

$$w = \frac{10 \cdot 18\ g/mol}{286\ g/mol} = 62{,}9\%$$

2. Aprēķini, kāda masa vara vitriola jeb $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ jāizšķīdina 100 g ūdens, lai iegūtu šķīdumu, kurā vara sulfāta masas daļa ir 20,25%?

$$w_{vielai} = \frac{M_{vielai}}{M_{kristālhidrāts}} = \frac{159{,}62\ g/mol}{249{,}70\ g/mol} = 0{,}639$$

$$w_{šķ} = \frac{m_{viela}}{m_{šķīdums}} = \frac{m_{viela}}{m_{kristalhidrats} + m_{H2O}} = \frac{m_{kristālhidrāts} \cdot w_{viela}}{m_{kristalhidrats} + m_{H2O}} = \frac{m_{kristālhidrāts} \cdot 0{,}639}{m_{kristalhidrats} + 100\ g}$$

$$0{,}2025 = \frac{m_{kristālhidrāts} \cdot 0{,}639}{m_{kristalhidrats} + 100\ g}$$

Atrisina vienādojumu un iegūst:

$$m_{kristalhidrats} = 46{,}4\ g$$

Kāda nezināma divvērtīga metāla **A** hlorīds veido heksahidrātu. Metāla masas daļa šajā kristālhidrātā ir 11,96%.

3. Aprēķini metāla **A** ķīmisko formulu.

Vielas vispārīgā formula: $ACl_2 \cdot 6\ H_2O$, tātad molmasa attiecīgi

$$M = M_A + 2 \cdot M_{Cl} + 6 \cdot M_{H2O} = M_A + 71\frac{g}{mol} + 108\frac{g}{mol} = M_A + 179\frac{g}{mol}$$

$$w_A = \frac{M_A}{M} = \frac{M_A}{M_A + 179\frac{g}{mol}} = 0{,}1196$$

Atrisina vienādojumu un iegūst:

$$M_A = 24{,}3\frac{g}{mol}, tātad\ A = Mg$$

Dzelzs (II) sulfāts veido vairākus kristālhidrātus. Karsējot 202,5 g heptahidrāta, veidojās $FeSO_4 \cdot$ **y** H_2O un iztvaikoja 39,4 g ūdens.

4. Aprēķini **y** vērtību.

Reakcija: $FeSO_4 \cdot 7\ H_2O \rightarrow FeSO_4 \cdot y\ H_2O + 7\text{-}y\ H_2O$

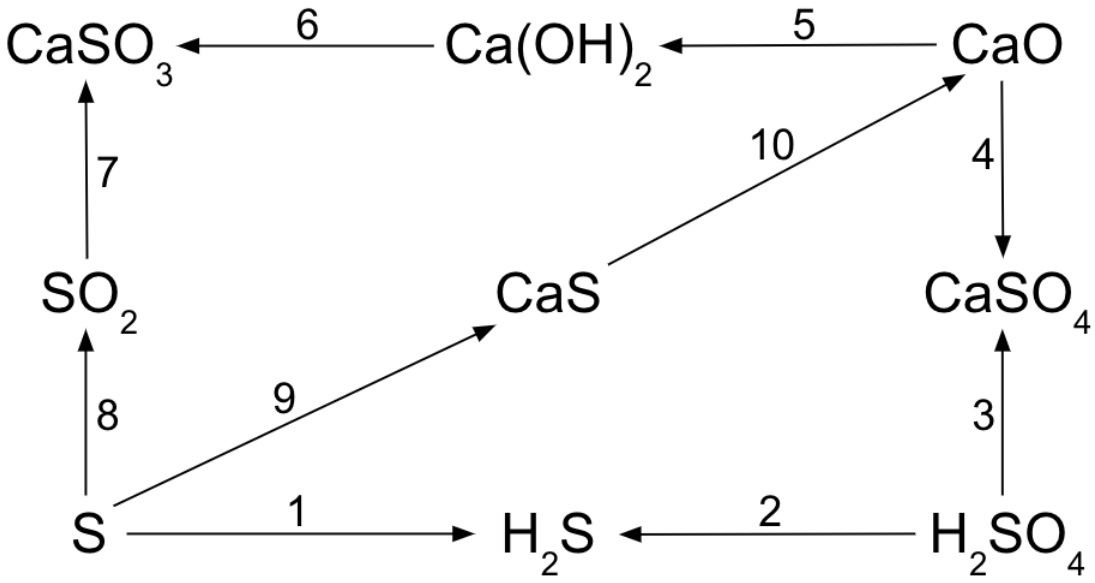
Aprēķina iztvaikojušā ūdens un heptahidrāta vielas daudzumu un iegūst:

$n_{heptahidrāts}$ = 0,728 mol un n_{H2O} = 2,19 mol. Abas šīs vielas ir attiecībā 1:3.

Pēc vienādojuma redzam, ka heptahidrāts un ūdens, kas izdalījās, ir attiecībā 1 : (7-y), tātad

7-y = 3 un y = 4

5. uzdevums. **Šķeltais kvadrāts** *(Kopā 60 punkti)*



1. Atrisini doto shēmu, izmantojot reaģentus/reakcijas apstākļus no dotajiem. **Reaģenti/reakcijas apstākļi var atkārtoties vairākās reakcijās!**

Sērskābe, skābeklis, kalcijs, karsēšana, ūdens, kalcija oksīds, kalcija sulfīds, sēra dioksīds, nātrija hidroksīds, ūdeņradis

1 – ūdeņradis, 2 – kalcija sulfīds, 3 – kalcijs/kalcija oksīds/kalcija sulfīds, 4 – sērskābe, 5 – ūdens, 6 – sēra dioksīds, 7 – kalcija oksīds, 8 – skābeklis/sērskābe, 9 – kalcijs, 10 - skābeklis

1. $H_2 + S\ (t°) \rightarrow H_2S$
2. $H_2SO_4 + CaS \rightarrow H_2S + CaSO_4$
3. $H_2SO_4 + Ca \rightarrow CaSO_4 + H_2$

   $H_2SO_4 + CaO \rightarrow CaSO_4 + H_2O$

   $H_2SO_4 + CaS \rightarrow CaSO_4 + H_2S$
4. $CaO + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O$
5. $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$
6. $Ca(OH)_2 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$
7. $CaO + SO_2 \rightarrow CaSO_3$
8. $S + O_2 \rightarrow SO_2$

   $S + 2\ H_2SO_4 \rightarrow 3\ SO_2 + 2H_2O$
9. $Ca + S \rightarrow CaS$
10. $2\ CaS + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CaO + 2\ SO_2$

    $CaS + 2O_2 \rightarrow CaO + SO_3$

Līdzfinansē Eiropas Savienība
2027 Nacionālais attīstības plāns
Valsts izglītības attīstības aģentūra

Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 "Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide"

ĶĪMIJAS 66. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA

UZDEVUMU ATRISINĀJUMI 10. KLASEI

(Kopā 84 punkti)

1. uzdevums. **Ārčija brīnumi** *(Kopā 18 punkti)*

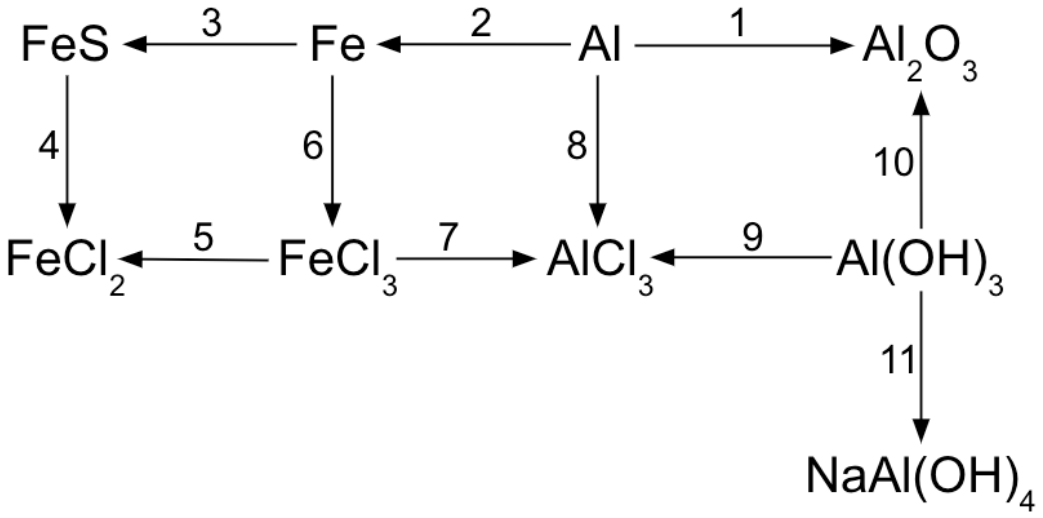
Zinātkārais Ārčijs mājās atrada vecu lapiņu, uz kuras bija aizpildīta tabula ar elementiem un to atomu vai jonu raksturlielumiem. Taču Ārčijs pamanīja, ka tajā ir tukšumi!

1. Aizpildi tukšās vietas tabulā ar pareizu informāciju!

Jona/ Elementa simbols	Protoni	Elektroni	Valences elektroni	Enerģijas līmeņi ar elektroniem	Ar kuru cēlgāzi sakrīt elektronformula*
K^+	19	18	8/0*	3	Ar
N	7	7	5	2	-
F^-	9	10	8	2	Ne
Al^{3+}	13	10	8	2	Ne
He	2	2	2	1	He
O	8	8	6	2	-
Cl	17	17	7	3	-
Mg	12	12	2	3	-

*Atkarībā no definīcijas, joniem ar cēlgāzes elektronformulu valences elektronu līmeni var uzskatīt par pilnīgi aizpildītu vai pilnīgi tukšu, tāpēc tiek ieskaitītas abas šādas atbildes.

2. uzdevums. **Ceļojums pa devītnieku** *(Kopā 22 punkti)*



1. Atrisini doto shēmu, izmantojot reaģentus/reakcijas apstākļus no dotajiem. **Reaģenti/reakcijas apstākļi var atkārtoties vairākās reakcijās!**

Sērs, hlors, sērskābe, dzelzs, karsēšana, skābeklis, sālsskābe, dzelzs (III) oksīds, nātrija hidroksīds, alumīnijs, ūdens, nātrijs

1 – skābeklis/dzelzs (III) oksīds, 2 – dzelzs (III) oksīds, 3 – sērs, 4 – sālsskābe, 5 – dzelzs, 6 – hlors, 7 – alumīnijs, 8 – hlors, 9 – sālsskābe, 10 – karsēšana, 11 – nātrija hidroksīds

1. $4\ Al + 3\ O_2 \rightarrow 2\ Al_2O_3$

   $2\ Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2\ Fe + Al_2O_3$
2. $2\ Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2\ Fe + Al_2O_3$
3. $Fe + S\ (t°) \rightarrow FeS$
4. $FeS + 2\ HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$
5. $2\ FeCl_3 + Fe \rightarrow 3\ FeCl_2$
6. $2\ Fe + 3\ Cl_2 \rightarrow 2\ FeCl_3$
7. $FeCl_3 + Al \rightarrow AlCl_3 + Fe$
8. $2\ Al + 3\ Cl_2 \rightarrow 2\ AlCl_3$
9. $Al(OH)_3 + 3\ HCl \rightarrow AlCl_3 + 3\ H_2O$
10. $2\ Al(OH)_3\ (t°) \rightarrow Al_2O_3 + 3\ H_2O$
11. $Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAl(OH)_4$

3. uzdevums. **Minerālu zeme** *(Kopā 16 punkti)*

Jaunajai ķīmiķei Annai ļoti patīk minerālu kristāli, it īpaši tie, kuriem ir interesanti nosaukumi.

Antlerīts $Cu_3(SO_4)(OH)_4$ ir zils minerāls, kurš galvenokārt sastopams Čīlē un ASV.

1. Nosaki, kāda ir vara oksidēšanās pakāpe šajā savienojumā. +2

Hatonīts $ThSiO_4$ ir Jaunzēlandē atrasts minerāls, kurš var būt gan bezkrāsains, gan bēšā krāsā.

2. Nosaki, kāda ir torija oksidēšanās pakāpe šajā savienojumā. +4

Mora sāls $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6\ H_2O$ dabā ir sastopams reta minerāla morīta veidā, kuru atrada Itālijas pilsētā Tuskānijā.

3. Aprēķini, kāda ir dzelzs masas daļa šajā minerālā. 14,2%

Morīts, visticamāk, veidojas, populāram minerālam pirītam jeb muļķu zeltam FeS_2 oksidējoties un tad kristalizējoties no amonija un sulfātjoniem bagātiem ūdens šķīdumiem.

4. Aprēķini, cik grami morīta var veidoties no 2,025 gramiem pirīta.

Abās sāļu formulās dzelzs ir ar indeksu 1, tātad pārvērtībā pirīts → morīts dzelzs daudzums būs vienāds ar abu sāļu daudzumu. Tādējādi var am izveidot proporciju.

$$\frac{m_{pirīts}}{m_{morīts}} = \frac{M_{pirīts}}{M_{morīts}}$$

$$\frac{2{,}025\ g}{m_{morīts}} = \frac{120{,}0\ \frac{g}{mol}}{392{,}1\ \frac{g}{mol}}$$

Atrisina vienādojumu un iegūst m = 6,62 g

Otvejīts $Ni_2CO_3(OH)_2$ ir zaļgandzeltens minerāls, kurš ir atrasts Austrālijā, Dienvidāfrikā un Tasmanijā.

5. Aprēķini, cik mL koncentrētas sērskābes (w = 98%, ρ = 1,84 g/mL) nepieciešams, lai pilnīgi izreaģētu 2,025 g otvejīta.

Aprakstītais vienādojums: $Ni_2CO_3(OH)_2 + 2\ H_2SO_4 \rightarrow 2\ NiSO_4 + CO_2 + 3\ H_2O$

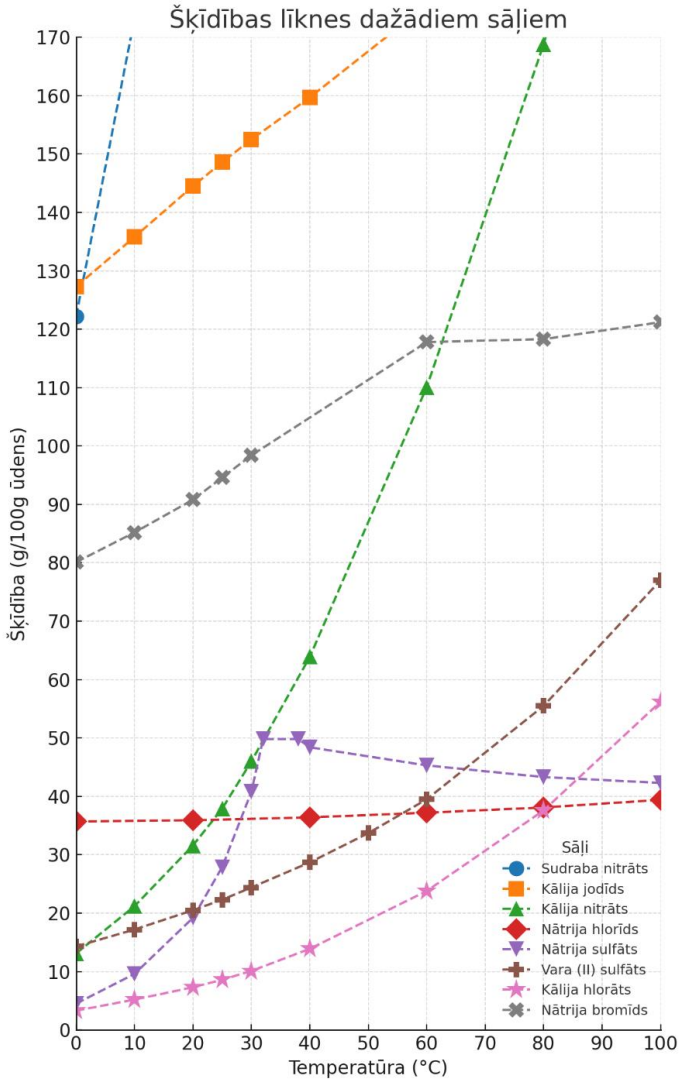
$n_{otvejīts} = \frac{2{,}025\ g}{211{,}41\ \frac{g}{mol}} = 9{,}579\ mmol$ $\qquad$ $n_{sērskābe} = 2 \cdot n_{otvejīts} = 19{,}16\ mmol$

$m_{sērskābe} = n \cdot M = 19{,}16\ mmol \cdot 98\ \frac{g}{mol} = 1{,}88\ g$ $\qquad$ $m_{98\%} = \frac{m_{sērskābe}}{0{,}98} = 1{,}92\ g$

$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1{,}92\ g}{1{,}84\ g/mL} = 1{,}04\ mL$

4. uzdevums. **Līkās līknes** *(Kopā 12 punkti)*

Attēlā dotas šķīdības līknes 8 dažādiem sāļiem (*sudraba nitrāts, kālija jodīds, kālija nitrāts, nātrija hlorīds, nātrija sulfāts, vara (II) sulfāts, kālija hlorāts, nātrija bromīds*). Izmantojot šī attēla datus, atbildi uz jautājumiem zemāk.



1. Kuram savienojumam ir visaugstākā un kuram viszemākā šķīdība ūdenī (g/100 g ūdens) pie 5 °C?

Visaugstākā – $AgNO_3$, viszemākā – $KClO_3$.

2. Aprēķini kālija jodīda masas daļu piesātinātā šķīdumā 40 °C!

$$w = \frac{160\ g}{160\ g + 100\ g} = 61{,}5\%$$

3. No kuras vielas piesātinātā šķīduma 100 °C izkristalizēsies vismazāk vielas, to atdzesējot līdz 0 °C?

NaCl

4. Kuram sālim piemīt īpašība, ka, atdzesējot šķīdumu, uzlabojas tā šķīdība?

Na_2SO_4

5. Cik grami vielas izkristalizēsies, atdzesējot 2025 gramus piesātināta kālija nitrāta šķīduma pie 80 °C līdz 20 °C?

Pie 80 °C izšķīst 167g/100 g ūdens, tātad 2025 g šķīduma sāls būs $\frac{167}{167+100} \cdot 2025 = 1267\ g$ un ūdens $2025\ g - 1267\ g = 758\ g$.

Pie 20 ° šķīdība ir 32 g/100 g ūdens, tātad uz 758 g būs $\frac{32}{100} \cdot 758 = 243\ g$.

Vielas daudzums, kas kristalizēsies būs starpība starp šīm vērtībām jeb 1267 g – 243 g = 1024 g

5. uzdevums. **Smilšu tīrītājs** *(Kopā 16 punkti)*

Ķīmiķis Artūrs vēlējās noteikt kalcija karbonāta daudzumu smiltīs un veica šādu eksperimentu pēc apraksta:

Nosvēra 2,025 g smilšu parauga, pārbēra tās vārglāzē un pievienoja 25 mL 6% HCl šķīduma (ρ = 1,028 g/mL) un novēroja gāzes izdalīšanos. Iegūto maisījumu ar stikla nūjiņu maisīja, līdz gāzes burbulīšu izdalīšanās vairs netika novērota. Nosvēra filtrpapīru un pierakstīja tā masu – 0,115 g. Sagatavoja filtrēšanas iekārtu un nofiltrēja maisījumu. Filtru pāris reizes mazgāja ar destilētu ūdeni un filtrpapīru ar smiltīm pārnesa uz Petri trauciņu un izkarsēja vairākas stundas 120 °C temperatūrā. Tad sausās smiltis kopā ar filtrpapīru nosvēra, masa – 2,025 g.

1. Uzraksti smilšu galvenās sastāvdaļas ķīmisko formulu. SiO_2
2. Uzraksti ķīmisko formulu gāzei, kura izdalījās aprakstītajā eksperimentā. CO_2
3. Aprēķini kalcija karbonāta masas daļu smilšu paraugā (procentos).

Tā kā smilšu masa sākotnēji ir tāda pati kā beigās ar filtrpapīru, tad kalcija karbonāta masa ir vienāda ar filtrpapīra masu = 0,115 g. Tātad masas daļa ir

$$w = \frac{0{,}115\ g}{2{,}025\ g} = 5{,}68\%$$

4. Aprēķini izreaģējušās sālsskābes daudzumu (mol).

Reakcijas vienādojums $CaCO_3 + 2\ HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$$n_{CaCO3} = \frac{0{,}115\ g}{100\frac{g}{mol}} = 0{,}00115\ mol$$

$$n_{HCl} = 2 \cdot\ n_{CaCO3} = 0{,}0023\ mol$$

Artūrs veica papildus eksperimentu: pēc filtrēšanas iegūto filtrātu pārnesa uz mērkolbu un atšķaidīja līdz 1000,0 mL atzīmei ar destilētu ūdeni.

5. Aprēķini, kāds bija sālsskābes šķīduma pH pirms pievienošanas smiltīm un atšķaidītajā šķīdumā mērkolbā! Pieņem, ka pH ietekmē tikai sālsskābe.

Pirms:

$$n_{HCl} = \frac{m}{M} = \frac{25\ mL \cdot 1{,}028\frac{g}{mL} \cdot 0{,}06}{36{,}45\ g/mol} = 0{,}0423\ mol$$

$$c_{HCl} = \frac{n}{V} = \frac{0{,}0423\ mol}{0{,}025\ L} = 1{,}7\ M$$

$$pH = -log_{10}(1{,}7M) = -0{,}23$$

Pēc:

$$n_{HCl} = 0{,}0423\ mol - 0{,}0023\ mol = 0{,}04\ mol$$

$$pH = -log_{10}\left(\frac{0{,}04\ mol}{1\ L}\right) = 1{,}40$$

Līdzfinansē Eiropas Savienība
2027 Nacionālais attīstības plāns
Valsts izglītības attīstības aģentūra

Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 "Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide"

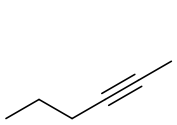
ĶĪMIJAS 66. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA

UZDEVUMU ATRISINĀJUMI 11. KLASEI

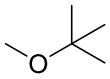
(Kopā 88 punkti)

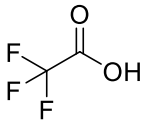
1. uzdevums. **Zini vai mini** *(Kopā 16 punkti)*

Attēlā zemāk doti 10 dažādi organiskie savienojumi. Izmantojot piedāvātos savienojumus, atbildi uz jautājumiem. **Katrā no jautājumiem var būt viena vai vairākas pareizas atbildes. Šādā gadījumā jāatzīmē visas pareizās atbildes!**

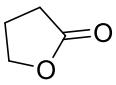

1

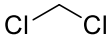

2

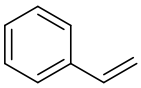

3

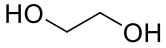

4

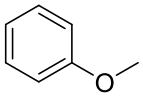

5


6


7

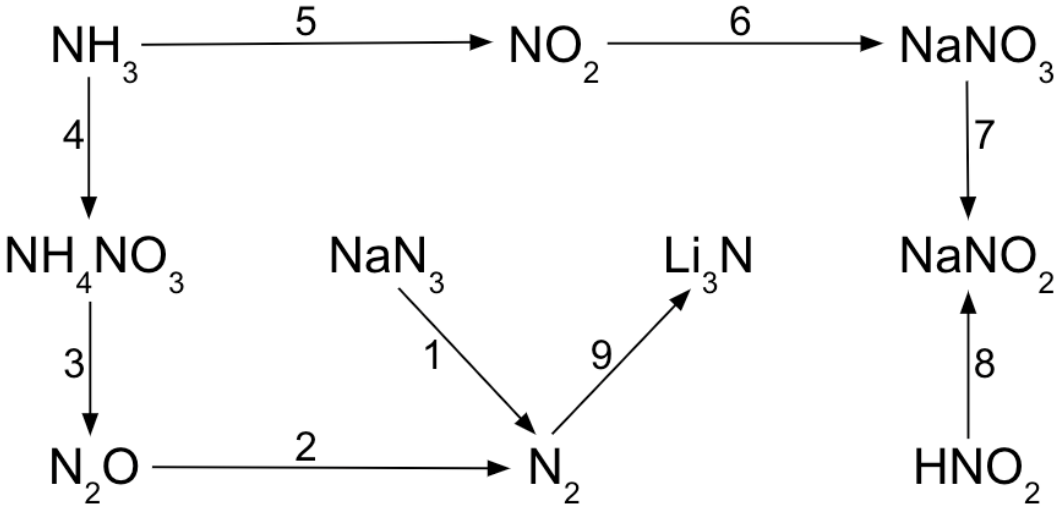

8


9


10

1. Atzīmē ogļūdeņražus. 1, 2, 8
2. Atzīmē savienojumus, kuri var veidot ūdeņražsaites ar ūdens molekulām. 3, 4, 5, 6, 9, 10
3. Atzīmē aromātiskos savienojumus. 8, 10
4. Atzīmē halogēnus saturošos savienojumus. 4, 7
5. Atzīmē savienojumus ar vismaz vienu karbonilgrupu. 4, 5, 6
6. Atzīmē cikliskos savienojumus. 2, 6, 8, 10
7. Atzīmē savienojumus, kuriem visi oglekļa atomi ir sp^3 hibridizācijā. 3, 7, 9
8. Atzīmē savienojumus, kuri reaģē ar $NaHCO_3$. 4

2. uzdevums. **Slāpekļu virkne** *(Kopā 18 punkti)*



1. Atrisini doto shēmu, izmantojot reaģentus/reakcijas apstākļus no dotajiem. **Reaģenti/reakcijas apstākļi var atkārtoties vairākās reakcijās!**

Ogļskābā gāze, litijs, litija hidroksīds, skābeklis, slāpeklis, karsēšana, ūdens, slāpekļskābe, nātrija hidroksīds, amonija hlorīds

1 – karsēšana, 2 – karsēšana, 3 – karsēšana, 4 – slāpekļskābe, 5 – skābeklis, 6 – nātrija hidroksīds, 7 – karsēšana, 8 – nātrija hidroksīds, 9 - litijs

1. $2\ NaN_3\ (t°) \rightarrow 2\ Na + 3\ N_2$
2. $2\ N_2O\ (t°) \rightarrow 2\ N_2 + O_2$
3. $NH_3NO_3\ (t°) \rightarrow N_2O + 2H_2O$
4. $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_3NO_3$
5. $NH_3 + O_2 \rightarrow NO_2 + H_2O$
6. $2\ NO_2 + 2\ NaOH \rightarrow NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$
7. $2\ NaNO_3\ (t°) \rightarrow 2\ NaNO_2 + O_2$
8. $NHO_2 + NaOH \rightarrow NaNO_2$
9. $6\ Li + N_2 \rightarrow 2\ Li_3N$

3. uzdevums. **Daces piedzīvojumi** *(Kopā 16 punkti)*

Ķīmiķe Dace pagatavoja bromūdens šķīdumu, izšķīdinot 2,025 g šķidra broma 100 mL destilēta ūdens. Caur šo šķīdumu burbuļoja propāna un propēna maisījumu. Bromūdens atkrāsojās, kad bija izpūsti tieši 2,025 L (n.a.) gāzu maisījuma.

1. Aprēķini reakcijā patērētā broma daudzumu (mol).

$$n_{Br2} = \frac{2{,}025\ g}{159{,}80\ g/mol} = 0{,}0127\ mol$$

2. Aprēķini kopējo gāzu daudzumu (mol), kas atkrāsoja bromūdeni.

$$n_{gāzes} = \frac{2{,}025\ L}{22{,}4\ L} = 0{,}0904\ mol$$

3. Aprēķini propēna tilpumdaļu (procentos) gāzu maisījumā.

Ar bromūdeni reaģē tikai propēns (C_3H_6) attiecībā 1:1. Tātad

$$n_{C3H6} = n_{Br2} = 0{,}0127\ mol$$

$$V_{C3H6} = 0{,}0127\ mol \cdot 22{,}4 \frac{L}{mol} = 0{,}284\ L$$

$$\varphi = \frac{0{,}284\ L}{2{,}025\ L} = 14{,}0\%$$

Dacei bija pieejams arī kāds cits šķidrs maisījums, kurš sastāvēja no viena alkāna un viena alkēna. Interesantā kārtā abu šo ogļūdeņražu ķīmiskās formulas ir identiskas! Tieši tāpat, kā iepriekšējā eksperimentā, pagatavoja bromūdens šķīdumu un to apstrādāja ar šķidro ogļūdeņražu maisījumu. Bromūdens atkrāsojās, kad tika pievienoti 2,025 g maisījuma. Pilnīgi sadedzinot šo ogļūdeņražu maisījumu, patērētā skābekļa daudzums bija 7,5 reizes lielāks nekā ogļūdeņražu daudzums.

4. Aprēķini alkēna masas daļu maisījumā!

Tā kā alkēnam un alkānam ir vienāda molekulformula, tad alkāns patiesībā ir cikloalkāns ar formulu C_nH_{2n}.

Sadegšanas vienādojums: $C_nH_{2n} + 3n/2\ O_2 \rightarrow n\ CO_2 + n\ H_2O$

Dots, ka ogļūdeņraži : skābeklis ir 1:7,5 un pēc vienādojuma 1:3n/2.

Tātad iegūst sakarību 3n/2 = 7,5. To atrisinot, iegūst n = 5 un abu ogļūdeņražu ķīmiskās formulas ir C_5H_{10}.

$$n_{Br2} = n_{alkēns} = \frac{2{,}025\ g}{159{,}80\ g/mol} = 0{,}0127\ mol$$

$$m_{alkēns} = n \cdot M = 0{,}0127\ mol \cdot 70{,}13 \frac{g}{mol} = 0{,}891\ g$$

$$w_{alkēns} = \frac{0{,}891\ g}{2{,}025\ g} = 44{,}0\%$$

5. Cik daudz izomēru eksistē alkānam un cik alkēnam? **Ņemiet vērā dubultsaites izomērus, bet ne citus stereoizomērus jeb telpiskos izomērus.**

Alkānam: 5



Alkēnam: 6



4. uzdevums. **Dārgie cilindri** *(Kopā 22 punkti)*



Olimpisko spēļu zelta medaļas patiesībā nesastāv no tīra zelta, bet gan pārsvarā no sudraba. Pēc Starptautiskās olimpiskās komitejas noteikumiem, zelta medaļu pagatavošanā jāizmanto sudrabs ar tīrību vismaz 92,5% (pēc masas) un jābūt apzeltītai ar vismaz 6 gramiem zelta. 2024. gada Parīzes olimpisko spēļu zelta medaļā izmantots 95% tīrs sudrabs, 18 grami dzelzs (no Eifeļa torņa) un 6 grami zelta. Kopējā medaļas masa – 529 grami.

1. Aprēķini faktisko tīrā sudraba un zelta masas daļu medaļā (procentos).

$$w_{Au} = \frac{6\ g}{529\ g} = 1{,}1\%$$

$$w_{Ag} = \frac{(529\ g - 6\ g - 18\ g) \cdot 0{,}95}{529\ g} = 90{,}7\%$$

Medaļas apzeltīšana var notikt vairākos veidos, piemēram, ķīmiskā vai elektroķīmiskā procesā. Elektroķīmiskā procesā sudraba medaļa tiek iegremdēta kādā binārā zelta savienojumā **A**, kurā zelts sastāda 64,94% pēc masas, un elektrolizēta.

2. Kādu metālu nevar uzklāt uz medaļas ar ūdens šķīduma elektrolīzi? *Zeltu, sudrabu, hromu, nātriju, varu.*
3. Kas ir savienojums **A**? $AuCl_3$
4. Uzraksti notiekošo pusreakciju, kuras rezultātā medaļa tiek apzeltīta. Cik elektronu tiek pievienoti vai atņemti šādā procesā? $Au^{3+} + 3\ e^- \rightarrow Au$ pievienoti 3 elektroni.
5. Uz kura elektroda norisinās šis process? Katoda

Medaļas apzeltīšana norisinājās pie 3,6 A strāvas stipruma.

6. Cik minūtes veica apzeltīšanu?

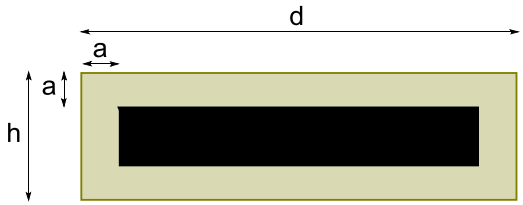
$$t = \frac{m \cdot \nu_i \cdot F}{I \cdot M} = \frac{6\ g \cdot 3 \cdot 96485\ C/mol}{3{,}6\ A \cdot 196{,}97} = 2448\ s = 40{,}8\ minūtes$$



1977. gadā NASA ar *Voyager* kosmosa zondēm nosūtīja arī "Zelta disku", kas satur dažādu informāciju par cilvēci un dotu ieskatu citplanētiešiem par Zemes iedzīvotājiem. Diska diametrs ir 30,48 cm, biezums 3,175 mm un sastāv no apzeltīta vara. Zināms, ka zelta masa uz diska ir 1,41 g. Zelta un vara blīvums attiecīgi 19,32 g/cm^3 un 8,96 g/cm^3.

7. Pieņemot, ka disks ir ideāls cilindrs, aprēķiniet apzeltījuma slāni (mikrometros jeb μm).

Pieņēmums: šo situāciju var aprakstīt ar ģeometrisku figūru cilindrs cilindrā.



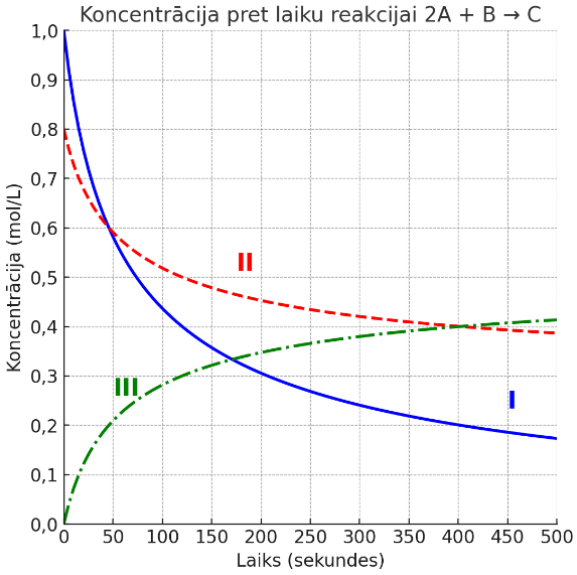
(Skats no sāna). Apzīmējumi: d – diska diametrs, h – diska augstums, a – zelta slāņa biezums. Tā kā dota zelta masa un blīvums, kā arī kopējie diska parametri, varam izteikt šādu vienādojumu:

$$m_{Au} = \rho_{Au} \cdot V_{Au} = \rho_{Au} \cdot \left(V_{ārējais\ cilindrs} - V_{iekšējais\ cilindrs}\right)$$
$$= \rho_{Au} \cdot \left(\pi \cdot {r_{ārējais}}^2 \cdot h_{ārējais} - \pi \cdot {r_{iekšējais}}^2 \cdot h_{iekšējais}\right)$$
$$= \rho_{Au} \cdot \left(\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h - \pi \cdot \left(\frac{d}{2} - a\right)^2 \cdot (h - 2a)\right)$$

Ievietojot dotās vērtības un atrisinot vienādojumu, iegūst a = 0,00005 cm = 0,5 µm

5. uzdevums. **Grafiku deja** *(Kopā 16 punkti)*

Dota vispārīga reakcija **2A + B → C** un šīs reakcijas izejvielu un produktu koncentrācijas izmaiņas laikā attēlotas grafikā.



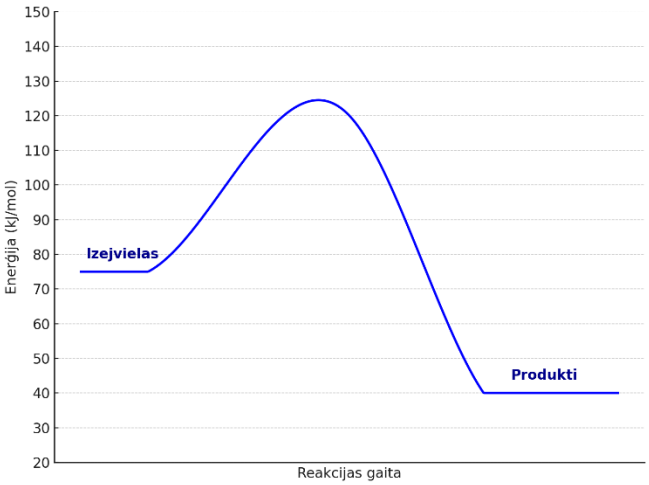
1. Atzīmē visām vielām (**A**, **B**, **C**) atbilstošās līknes (**I**, **II**, **III**) grafikā.

I – A, II – B, III - C

2. Aprēķini vielas **A** izreaģēšanas vidējo ātrumu (mol/(L·s)) pirmajās 400 sekundēs.

$$v_{vid400s} = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1{,}0\,\frac{mol}{L} - 0{,}2\,\frac{mol}{L}}{400\ s} = 0{,}002\,\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}$$

Zemāk dota reakcijas enerģijas diagramma.



enerģijas diagramma.

3. Aprēķini reakcijas aktivācijas enerģiju (kJ/mol).

$$E_A = 125\,\frac{kJ}{mol} - 75\,\frac{kJ}{mol} = 50\,\frac{kJ}{mol}$$

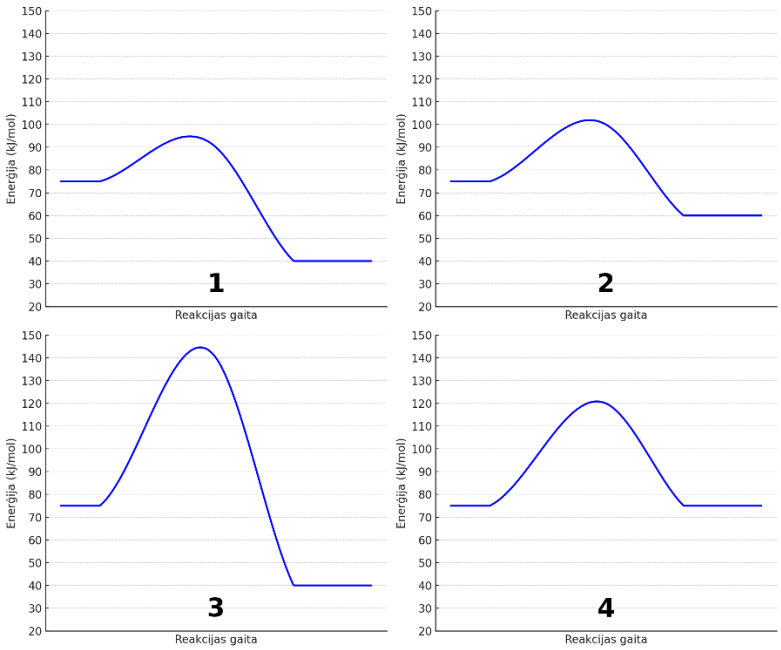
4. Nosaki, vai reakcijā izdalās vai tiek patērēts siltums un tā daudzumu (kJ/mol).

$$\Delta E = E_{izejv.} - E_{prod.} = 75\,\frac{kJ}{mol} - 40\,\frac{kJ}{mol}$$
$$= 35\,\frac{kJ}{mol}$$

Tā kā enerģijas starpība ir pozitīva, tad reakcija ir eksotermiska un siltums izdalās.

Izmantojot katalizatoru, izmainās arī reakcijas

5. No piedāvātajiem variantiem (**1**, **2**, **3** vai **4**) izvēlies, kura reakcijas diagramma atbilst reakcijai ar katalizatoru.



Katalizators neietekmē ne izejvielas, ne produkta enerģiju, ne reakcijā izdalīto vai patērēto siltuma daudzumu. Katalizators samazina enerģijas barjeru, ļaujot reakcijai noritēt ātrāk. Tātad pareizais grafiks ir **1**.

Līdzfinansē Eiropas Savienība
2027 Nacionālais attīstības plāns
Valsts izglītības attīstības aģentūra

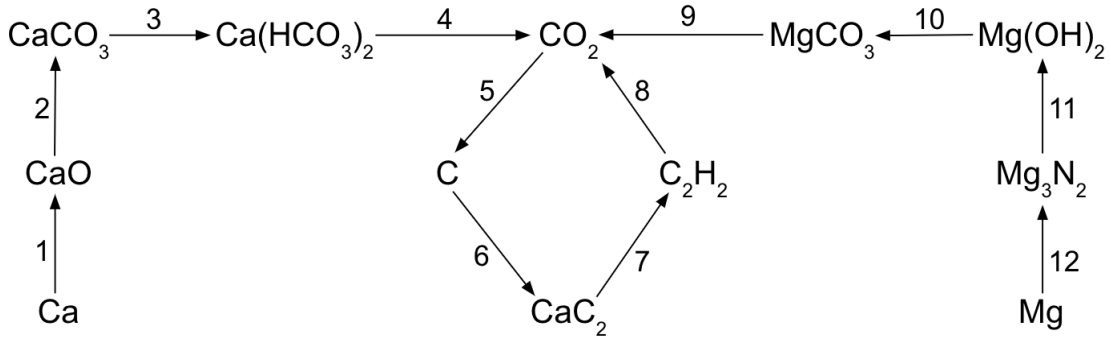
Eiropas Sociālā fonda Plus projekts Nr. 4.2.2.3/1/24/I/001 "Pedagogu profesionālā atbalsta sistēmas izveide"

ĶĪMIJAS 66. VALSTS OLIMPIĀDES OTRĀ POSMA

UZDEVUMU ATRISINĀJUMI 12. KLASEI

(Kopā 280 punkti)

1. uzdevums. **Izplūdusī robeža** *(Kopā 72 punkti)*



1. Atrisini doto shēmu, izmantojot reaģentus/reakcijas apstākļus no dotajiem. Reaģenti/reakcijas apstākļi var atkārtoties vairākās reakcijās!

Tvana gāze, karsēšana, magnijs, ogļskābā gāze + ūdens, skābeklis, nātrija azīds, slāpeklis, ūdens, kalcija oksīds, ogļskābā gāze

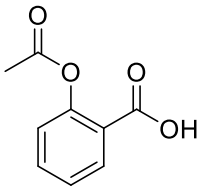
1 – skābeklis, 2 – ogļskābā gāze, 3 – ogļskābā gāze + ūdens, 4 – karsēšana, 5 – magnijs, 6 – kalcija oksīds, 7 – ūdens, 8 – skābeklis, 9 – karsēšana, 10 – ogļskābā gāze, 11 – ūdens, 12 - slāpeklis

1. $2\ Ca + O_2 \rightarrow 2\ CaO$
2. $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$
3. $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$
4. $Ca(HCO_3)_2\ (t°) \rightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$
5. $CO_2 + 2\ Mg \rightarrow 2\ MgO + C$
6. $3\ C + CaO \rightarrow CaC_2 + CO$
7. $CaC_2 + 2\ H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$
8. $2\ C_2H_2 + 5\ O_2 \rightarrow 4\ CO_2 + 2H_2O$
9. $MgCO_3\ (t°) \rightarrow MgO + CO_2$
10. $Mg(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MgCO_2 + H_2O$

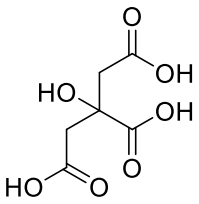
11. $Mg_3N_2 + 6\ H_2O \rightarrow 3\ Mg(OH)_2 + 2\ NH_3$
12. $3\ Mg + N_2\ (t°) \rightarrow Mg_3N_2$

2. uzdevums. **Putu balle** *(Kopā 36 punkti)*

Aptiekās un pat veikalos pieejamas dažādas putojošās tabletes. Viens no šādiem tablešu veidiem satur 325 mg pretsāpju līdzekli acetilsalicilskābi jeb aspirīnu, 1,000 g citronskābi un 1,916 g nātrija hidrogēnkarbonāta. Iemetot šādu tableti ūdenī, izdalās gāze, kas veido putošanas efektu.



acetilsalicilskābe



citronskābe

1. Uzraksti ķīmisko formulu gāzei, kas veido putošanu. CO_2
2. Kāda ir acetilsalicilskābes un citronskābes vērtība?

Acetilsalicilskābe – vienvērtīga, citronskābe - trīsvērtīga

3. Aprēķini, cik mL gāzes izdalījās (n.a).

Apzīmēsim acetilsalicilskābi kā HA un citronskābi kā H_3C.

$HA + NaHCO_3 \rightarrow NaA + H_2O + CO_2$

$H_3C + 3\ NaHCO_3 \rightarrow Na_3C + 3\ H_2O + 3\ CO_2$

$n_{H3C} = \frac{1{,}000\ g}{192{,}12\frac{g}{mol}} = 0{,}005205\ mol\ \ n_{HA} = \frac{0{,}325\ g}{180{,}15\frac{g}{mol}} = 0{,}00180\ mol\ n_{NaHCO3} = \frac{1{,}916\ g}{84{,}01\frac{g}{mol}} = 0{,}02281\ mol$

Pārbauda, vai pietiek $NaHCO_3$:

$$n_{skabes} = n_{HA} + 3 \cdot n_{H3C} = 0{,}00180\ mol + 3 \cdot 0{,}005205\ mol = 0{,}0174\ mol < 0{,}02281\ mol$$

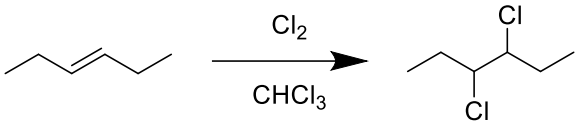
Tātad $n_{skabes} = n_{CO2} = 0{,}0174\ mol$ $\qquad V = 0{,}0174\ mol \cdot 22{,}4\ L = 390\ mL$

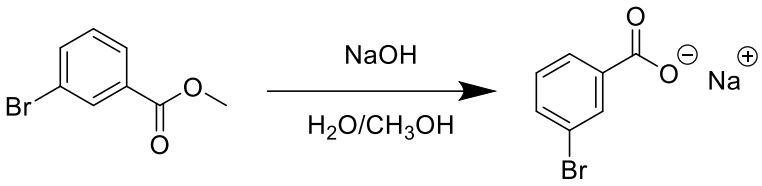
4. Kāds bija ūdens šķīduma pH, kad putošana bija beigusies? *0-4*, *5-6*, *~7*, *8-9*, *10-14*

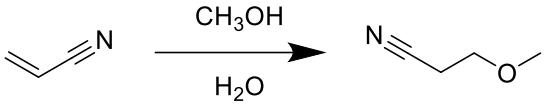
Tā kā $NaHCO_3$ ir palicis pārākumā, bet ir vāja bāze, tad iegūtais šķīdums būs vāji bāzisks.

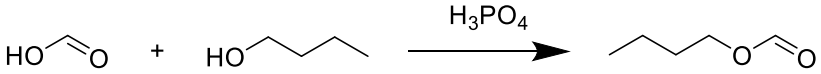
3. uzdevums. **Zini vai mini** *(Kopā 44 punkti)*

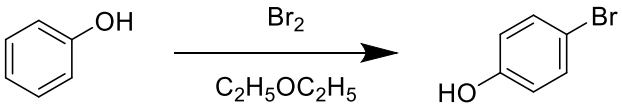
Attēlā dotas 7 dažādas reakcijas organiskajā ķīmijā. Izmantojot piedāvātās reakcijas, atbildi uz jautājumiem. **Katrā no jautājumiem var būt viena vai vairākas pareizas atbildes. Šādā gadījumā jāatzīmē visas pareizās atbildes!**

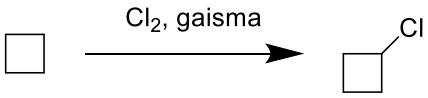
(1) 

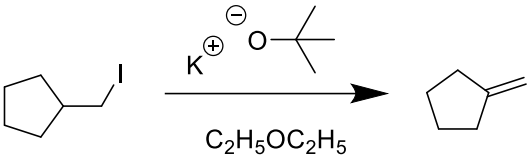
(2) 

(3) 

(4) 

(5) 

(6) 

(7) 

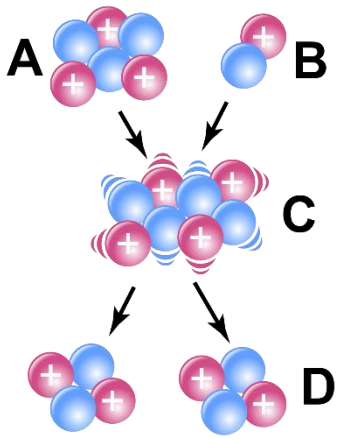
1. Atzīmē katrai reakcijai tās tipu. *Aizvietošanas, atšķelšanas jeb eliminēšanas, pievienošanas, kondensācijas*.

1 – pievienošanas, 2 – aizvietošanas, 3 – pievienošanas, 4 – kondensācijas/aizvietošanas, 5 – aizvietošanas, 6 – aizvietošanas, 7 - atšķelšanas

2. Atzīmē radikāļu reakcijas. 6
3. Atzīmē reakcijas, kurās piedalās katalizators. 4
4. Atzīmē reakcijas, kurās kā blakusprodukts veidojas skābe. 5, 6
5. Atzīmē reakcijas, kurās kā produkti vai izejvielas ir esteri. 2, 4
6. Atzīmē reakcijas, kurās kā produkti vai izejvielas ir ogļūdeņraži. 1, 6, 7

4. uzdevums. **Neizbēgama sadursme** *(Kopā 48 punkti)*

Saduroties divu atomu **A** un **B** kodoliem, veidojas nestabila daļiņa **C**, kurai sadaloties veidojas divas **D** daļiņas. Kopumā šajā procesā izdalās 22,4 MeV liels enerģijas daudzums. Notikušais process attēlots shēmā.



1. Uzraksti doto kodolreakcijas vienādojumu!

$$^{6}_{3}Li + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{8}_{4}Be \rightarrow 2\ {}^{4}_{2}He$$

2. Cik daudz enerģijas (MeV) izdalās, ja reakcijā piedalās 2,025 mg **A**?

$$E = \frac{m}{M} \cdot N_A \cdot E_1 = \frac{0{,}002025\ g}{6\ g/mol} \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} \cdot 22{,}4\ MeV = 4{,}6 \cdot 10^{21} MeV$$

1 mola kalcija karbonāta termiskai sadalīšanai nepieciešams 192 kJ.

3. Kādu kalcija karbonāta masu (kg) ir iespējams sadalīt ar enerģiju, kas izdalījās no kodolreakcijas ar 2,025 mg **A**? Ņemiet vērā, ka 1 eV = 1,60 · 10^{-19} J.

$$4{,}6 \cdot 10^{21} MeV = 736000\ kJ \qquad n = \frac{736000\ kJ}{192\ kJ} = 3833\ mol$$

$$m = n \cdot M = 3833\ mol \cdot \frac{100 g}{mol} = 383\ kg$$

5. uzdevums. **Piromānu ķīmija** *(Kopā 80 punkti)*

Jaunais ķīmiķis Ralfs mājas pagrabā pamanīja kādu interesantu kanniņu ar nosaukumu "Organiska viela **X**". Pilnīgi sadedzinot 2,025 g **X**, Ralfs ieguva 1,301 g ūdens un 2,427 L ogļskābās gāzes (n.a.).

1. Nosaki vielas **X** bruto jeb empīrisko formulu.

$$m_{H2O} = \frac{1{,}301\ g}{18\frac{g}{mol}} = 0{,}0723\ mol \qquad n_{CO2} = \frac{2{,}427\ L}{22{,}4\ L} = 0{,}1083\ mol$$

$$C : H = \frac{0{,}1083\ mol}{2 \cdot 0{,}0723\ mol} = 0{,}75 = 3 : 4$$

$$m_{CO2} = 0{,}1083\ mol \cdot 44\frac{g}{mol} = 4{,}765\ g$$

$$m_{O2} = 4{,}765\ g + 1{,}301\ g - 2{,}025\ g = 4{,}041\ \text{g} \qquad n_{O2} = 0{,}1263\ mol$$

$$n_{O\ vielā} = 2 \cdot 0{,}1083\ mol + 0{,}0723\ mol - 2 \cdot 0{,}1263\ mol = 0{,}0363\ mol$$

$$C : O = \frac{0{,}1083\ mol}{0{,}0363\ mol} = 3 : 1 \qquad \text{Tātad bruto formula } C_3H_4O.$$

Zināms, ka šāda paša daudzuma vielas **X** tvaiki 100 °C temperatūrā un 101,325 kPa spiedienā ieņem 552 mL tilpumu.

2. Aprēķini vielas **X** molmasu.

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{101{,}325\ kPa \cdot 0{,}552\ L}{8{,}314 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot 373{,}15\ K} = 0{,}0180\ mol$$

$$M = \frac{2{,}025\ g}{0{,}0180\ mol} = 112 \frac{g}{mol}$$

3. Nosaki vielas **X** molekulāro formulu.

Aprēķinātā molmasa ir tieši divreiz lielāka kā C_3H_4O molmasa, tātad molekulārā formula ir $C_6H_8O_2$.

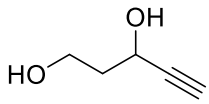
4. Uzraksti vielas **X** sadegšanas vienādojumu, izliekot mazākos, veselos koeficientus.

$C_6H_8O_2 + 7\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 4\ H_2O$

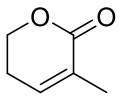
Ralfs nolēma veikt dažādus testus, lai noskaidrotu, kura no visām iespējamām struktūrām ir pareizā. Ralfs, būdams izcils skolēns, precīzi pierakstīja visus eksperimentus un to novērojumus.

Eksperiments	**Novērojumi**
Tollensa jeb sudraba spoguļa tests	Šķīdums bezkrāsains
Reakcija ar nātrija hidroksīdu fenolftaleīna klātbūtnē	Šķīdums rozā krāsā, intensitāte nemainās arī pēc šķīduma karsēšanas
Reakcija ar bromūdeni	Šķīdums oranži brūnā krāsā
Reakcija ar nātrija hidrogēnkarbonātu	Šķīduma krāsa nemainās, gāzes izdalīšanās netiek novērota

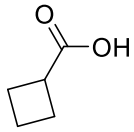
Ralfs arī bija uzzīmējis 8 iespējamās struktūras (**M**-**U**).



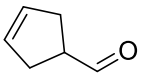
M



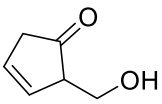
N



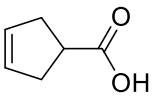
O



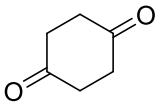
P



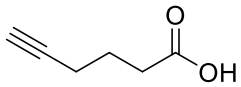
R



S



T



U

5. Katram veiktajam eksperimentam nosaki, kuras no piedāvātajām struktūrām atbilst novērojumiem.

Tollensa tests – šķīdums būs bezkrāsains visām vielām, kas nesaturēs aldehīdu, tātad M, N, O, R, S, T, U

NaOH tests ar fenolftaleīnu – karbonskābes reaģēs ar hidroksīdu, veidojot neitrālu vidi (šķīdums atkrāsojas), savukārt, šķīdumu karsējot, esteri ātri izreaģēs un veidos vājāku bāzi – karboksilāta jonu, kas

samazinās šķīduma pH, tātad padarot krāsu mazāk intensīvu. Negatīvs tests būs visām pārējām vielām, tātad M, P, R, T

Bromūdens tests – atkrāsosies visas vielas ar dubultsaiti vai trīskāršo saiti. Tātad negatīvs tests būs O, T.

Reakcija ar $NaHCO_3$ – reaģēs tikai karbonskābes. Negatīvs tests – M, N, P, R, T

6. Nosaki, kāda ir vielai **X** atbilstošā struktūra.

Vienīgā viela, kas atbilst aprakstītajiem novērojumiem ir T.