



## Latvijas 52. Nacionālā ķīmijas olimpiāde

2011. gada 30. martā

### Teorētiskie uzdevumi

Cienijamais olimpieti!

Latvijas 52. Nacionālās ķīmijas olimpiādes Žūrijas komiteja apsveic Tevi ar uzvaru novada olimpiādē un vēl vislabākās sekmes finālturnīrā!

Lai katrs olimpiādes dalībnieks pilnīgāk varētu parādīt un izmantot savas zināšanas ķīmijā un tās robežzinātnēs, mēs piedāvājam salīdzinoši lielu uzdevumu skaitu. Lai sasniegtu iespējami labāko rezultātu un nezaudētu punktus neuzmanības vai pārpratuma dēļ, **uzmanīgi izlasi šos norādījumus, pirms keris pie uzdevumu risināšanas!**

1. Tavai klasei izsniegtajā uzdevumu komplektā ir 8 uzdevumi! Paaugstinātas grūtības uzdevumi ir apzīmēti ar zvaigznīti! **Maksimālais punktu skaits ir 70.**
2. Pie katra uzdevuma numura norādīts maksimālais punktu skaits, ko par to var nopelnīt!
3. Uzdevumu risinājumi jācenšas rakstīt latviešu valodā!
4. Ja, iepazīstoties ar uzdevumiem, rodas neskaidrības teksta izpratnē vai šaubas par kāda izteikuma vai skaitļa pareizību, jautāriet atbildīgajai personai no olimpiādes Rīcības komitejas, kura ir klāt uzdevumu risināšanas laikā. Dalībnieku savstarpējas konsultācijas nav atļautas.
5. **Pēc uzdevuma atrisināšanas (pilnīgas vai daļējas) apvelciet ar aplīti attiecīgā uzdevuma numuru dalībnieka kartītē. To uzdevumu numurus, kurus neesi risinājis, dalībnieka kartītē pārsvītiro.**
6. Olimpiādes uzdevumu risināšanā var tikt izmantoti kalkulatori (ne programmējamie) un olimpiādes rīkotāju izsniegtas **formulu lapas** un ķīmisko elementu periodiskās tabulas.
7. Uzdevumu risinājumi un atbildes jāraksta izsniegtajā burtnīcā! Melnrakstam lietotās papildus lapas netiek izskatītas un vērtētas!
8. Atgādinām, ka bieži uzdevumos tiek vērtēta ne tikai atbilde, bet arī tās pamatojums ar spriedumiem un/vai aprēķiniem, tādēļ centieties savā darbā to parādīt.
9. Darba izpildes laiks – **3 astronomiskās stundas.**

Olimpiāžu uzdevumus, rezultātus un citu informāciju Tu vari atrast mūsu Interneta mājas lapā [www.visc.gov.lv/saturs/olimpiades/info.shtml](http://www.visc.gov.lv/saturs/olimpiades/info.shtml) un [www.lu.lv/gribustudet/skoleniem/olimpiades/kimija](http://www.lu.lv/gribustudet/skoleniem/olimpiades/kimija)

*Veiksmi uzdevumu risināšanā!*

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

Ir zināmas četras galvenās neorganisko savienojumu klases: oksīdi, bāzes, skābes un sāļi. Uzraksti 4 ķīmisko reakciju vienādojumus, kuros:

- 1) pirmajā ir tieši viena jebkuras galveno neorganisko vielu klases pārstāvja ķīmiskā formula;
- 2) otrajā ir tieši divas dažādu galveno neorganisko vielu klašu pārstāvju formulas;
- 3) trešajā ir tieši trīs dažādu galveno neorganisko vielu klašu pārstāvju formulas;
- 4) ceturtajā ir visu četru galveno neorganisko vielu klašu pārstāvju formulas!

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

Zinātkārais jaunais ķīmiķis Gvido kāda ķīmijas skolotāja mājas bēniņos atrada šifrētu vēstījumu:

oksīds + oksīds → skābe

oksīds + oksīds → bāze

oksīds + oksīds → sāls

oksīds + oksīds → oksīds + ...

*Uzraksti šo 4 šifrēto ķīmisko reakciju vienādojumus!*

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

Jaunais ķīmiķis Aldis apgalvo, ka, istabas temperatūrā savā starpā reaģējot divām gāzveida vielām var iegūt cietu, kristālisku vielu.

1. Uzraksti 4 aprakstam atbilstošu gāzveida vielu formulas un to nosaukumus!
2. Uzraksti divus ķīmisko reakciju vienādojumus, kas apstiprina Alda apgalvojumu!

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

Sadedzinot gāzi **A**, kas ir bezkrāsaina un ar raksturīgu nepatīkamu smaku, var iegūt gāzi **B**, kas ir bezkrāsaina ar raksturīgu asu smaku. Gāzei **A** sadegot nepilnīgi, iegūst vienkāršu dzeltenu vielu **C**. **A** var iegūt, ievadot ūdeņradi **C** tvaikos paaugstinātā temperatūrā. Katalizatora klātienē oksidējot gāzi **B**, iegūst gāzveida vielu **D**, kas istabas temperatūrā ir eļļains gaistošs šķidrums.

Vielu **A** šķīdinot ūdenī rodas vāja skābe; vielas **B** reakcijā ar ūdeni veidojas vāja nestabila skābe **E**, bet **D** reakcijā ar ūdeni rodas stipra skābe **F** – viena no ķīmiskās rūpniecības svarīgākajām vielām.

1. Uzraksti savienojumu **A – F** formulas!
2. Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!

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

Lai pagatavotu 10 % kālija nitrāta šķīdumu, Inese 10 gramus kālija nitrāta izšķīdināja 100 mililitros ūdens.

1. *Aprēķini kālija nitrāta masas daļu Ineses iegūtajā šķīdumā!*
2. *Aprēķini, cik mililitrus ūdens Inesei bija jāņem, lai iegūtu 10 % šķīdumu!*
3. *Aprēķini, cik gramus kālija nitrāta nepieciešams papildus pievienot Ineses pagatavotajam šķīdumam, lai tā masas daļa tiešām būtu 10%!*

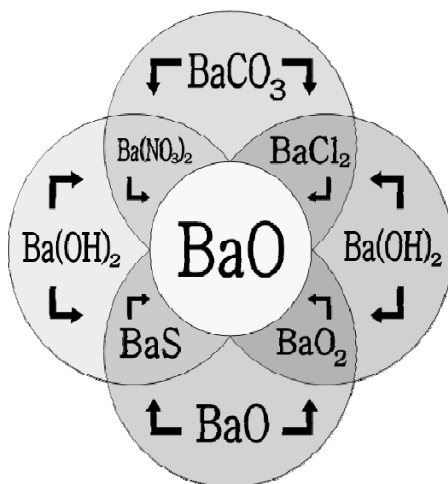
<b>6. uzdevums</b>	6 punkti	<i>2011 grami vara (II) hlorīda</i>
--------------------	----------	-------------------------------------

Aivars veica šādu ķīmisko pārvērtību virkni: 2011 gramiem vara(II) hlorīda pievienoja nepieciešamo daudzumu kālija hidroksīda, radušās nogulsnes nofiltrēja un pēc tam izšķīdināja atšķaidītā sērskābē. Iegūtajam šķīdumam viņš pievienoja nepieciešamo daudzumu bārija hlorīda šķīduma, radušās nogulsnes nofiltrēja, izžāvēja un nosvēra.

1. *Aprēķini iegūtās vielas masu!*
2. *Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus Aivara veiktajām pārvērtībām!*

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

Uzraksti pēc savas izvēles 10 ķīmisko reakciju vienādojumus pārvērtībām, ko zīmējumā attēlo bultiņas starp divām dotajām savienojumu ķīmiskajām formulām! Piemēram, pārvērtību, kurā no bārija karbonāta rodas bārija nitrāts, shematiski attēlo bultiņa zīmējuma augšējā daļā pa kreisi.



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

Jaunais ķīmiķis Aldis sajauc divas vielas un to maisījumu karsēja, izdalījās kāda gāze. Noskaidro, kādu vielu maisījumu Aldis karsēja, ja zināms, ka, karsējot atsevišķi katru no šīm vielām, gāzes neizdalās.

1. *Uzraksti formulas un nosaukumus tādām vielām, kas atbilst uzdevuma nosacījumiem!*
2. *Uzraksti Alda veiktās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!*

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

Ir zināmas četras galvenās neorganisko savienojumu klases: oksīdi, bāzes, skābes un sāļi. Uzraksti 4 ķīmisko reakciju vienādojumus, kuros:

- 1) pirmajā ir tieši viena jebkuras galveno neorganisko vielu klases pārstāvja ķīmiskā formula;
- 2) otrajā ir tieši divas dažādu galveno neorganisko vielu klašu pārstāvju formulas;
- 3) trešajā ir tieši trīs dažādu galveno neorganisko vielu klašu pārstāvju formulas;
- 4) ceturtajā ir visu četru galveno neorganisko vielu klašu pārstāvju formulas!

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

Zinātkārais jaunais ķīmiķis Gvido kāda ķīmijas skolotāja mājas bēniņos atrada šifrētu vēstījumu:

oksīds + oksīds → skābe

oksīds + oksīds → bāze

oksīds + oksīds → sāļš

oksīds + oksīds → oksīds + ...

Uzraksti šo 4 šifrēto ķīmisko reakciju vienādojumus!

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

Jaunais ķīmiķis Aldis sajauc divas vielas un to maisījumu karsēja, izdalījās kāda gāze. Noskaidro, kādu vielu maisījumu Aldis karsēja, ja zināms, ka, karsējot atsevišķi katru no šīm vielām, gāzes neizdalās.

1. Uzraksti formulas un nosaukumus tādām vielām, kas atbilst uzdevuma nosacījumiem!
2. Uzraksti notiekošās ķīmiskās reakcijas vienādojumu!

<b>4. uzdevums</b>	10 punkti	Divas krāsvielas
--------------------	-----------	------------------

Minerāli **A** un **B** ir metāla **X** bāziskie sāļi. Abus šos minerālus bieži izmanto kā pigmentus dažādās krāsās. Tabulā dots abu minerālu elementsastāvs, izteikts masas daļās:

Minerāla sastāvā ietilpstošais elements	X	H	C	O
Minerāls <b>A</b>	55,31 %	0,58 %	6,97 %	37,14 %
Minerāls <b>B</b>	57,48 %	0,91 %	5,43 %	36,18 %

Vielas **A** un **B** var iegūt arī sintētiski vienā reakcijā: sajaucot zilo metāla **X** sulfāta pentahidrātu ar kristāliskās sodas šķīdumu. Pēc sajaukšanas rodas zilās vielas **A** nogulsnes, kuras pēc laika filtrējot un skalojot iegūst savienojumu **A**. Ja maisījumu ilgstoši nefiltrē, tad divu nedēļu laikā nogulsnes maina savu krāsu uz zaļu, un tad filtrējot iegūst zaļo savienojumu **B**. Savienojuma **B** iegūšanu var paātrināt, reakcijas maisījumu vārot. Bieži vielas **B** sintēzes

aprakstā kristāliskās sodas šķīdumu aizstāj ar dzeramās sodas šķīdumu. Ir zināms, ka **A**, ilgstoši atrodoties gaisā, reaģē ar gaisa mitrumu un pārvēršas par **B**.

1. *Identificē metālu X!*
2. *Aprēķini A un B empīriskās formulas!*
3. *Uzraksti A un B reālās formulas (ņemot vērā, ka tie ir bāziskie sāļi)!*
4. *Uzraksti triviālos (vēsturiskos) metāla X sulfāta pentahidrāta un vielas B nosaukumus!*
5. *Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus (3 vienādojumi)!*

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

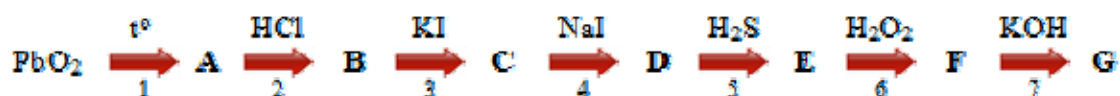
Četrās dažādās kolbās, kas apzīmētas ar A, B, C un D, katrā atradās bezkrāsainas gāzes. Lai šīs gāzes identificētu, 10. klases skolniece Ilva veica ar kolbām A, B, C un D dažādas darbības. Atverot kolbu A, viņa novēroja, ka tajā esošā gāze saskarē ar gaisu maina savu krāsu uz brūnu. Gāzi no kolbas B laižot caur fenolftaleīna šķīdumu, Ilva novēroja, ka šķīdums krāsojas rozā krāsā. Savukārt uztverot kaļķūdenī gāzes no kolbām C un D, veidojas nogulsnes.

Izlaižot vienādus tilpumus gāzu no kolbām C un D caur koncentrētu nātrija sārma šķīdumu, kas nemts pārākumā, Ilva noteica, ka masa traukam, kurā uztvēra gāzi no kolbas C, palielinājās vairāk, nekā traukam, kurā uztvēra gāzi no kolbas D.

1. *Nosaki gāzes A-D!*
2. *Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus (6 vienādojumi)!*
3. *Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus reakcijā, kas notiktu, ja C un D laistu caur atšķaidītu nātrija sārma, pārākumā ņemot gāzes!*

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

Jānītis nolēma eksaminēt skolotāju un pārbaudīt viņas zināšanas par svina ķīmiju. Viņš lūdza skolotājai atšifrēt vielas A - G. Iepriekš Jānītis rūpīgi veica shēmā dotās pārvērtības un novērojumus apkopoja uz atsevišķām lapiņām. Dedzības pilnais skolēns jau steidza pie skolotājas, kad atskārta, ka piemirsis uz lapiņām uzrakstīt pārvērtību novērojumiem atbilstošos numurus no shēmas. Nu viņam neatlika nekas cits kā pašam atrisināt sagatavoto uzdevumu...



*Dzeltenīgā viela daļēji izšķīst*

*Rodas melnas nogulsnes*

*Nogulsnes izšķīst*

*Nogulsnes kļūst baltas*

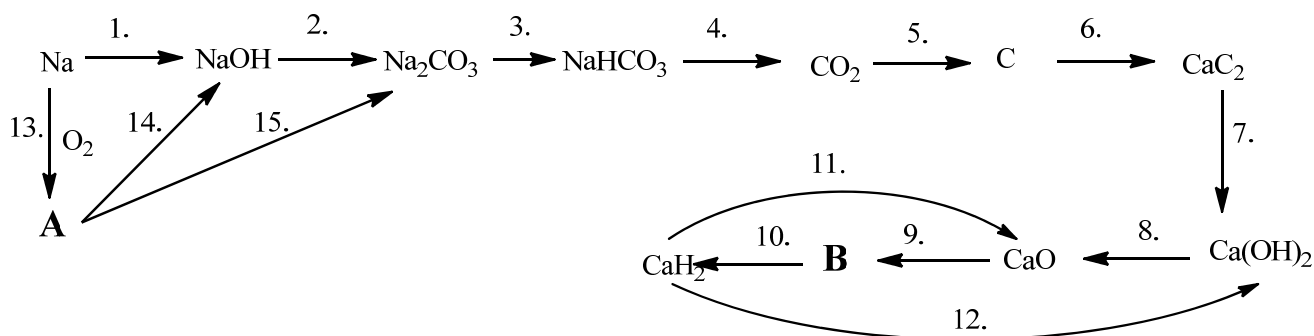
*Izdalās bezkrāsaina gāze*

*Rodas dzeltenas nogulsnes*

*Nogulsnes izšķīst*

1. Pēc dotās informācijas shēmā un „uz lapiņām” atšifrē vielu **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** ķīmiskās formulas un uzraksti to nosaukumus, ja zināms, ka visu šo vielu sastāvā ietilpst svins!
2. Uzraksti, kurš no novērojumiem atbilst katrai shēmā numurētajai pārvērtībai!
3. Uzraksti minēto ķīmisko reakciju vienādojumus!

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



1. Atšifrē savienojumus **A** un **B**!
2. Uzraksti visu numurēto ķīmisko reakciju vienādojumus!

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

Ansis ņēma 45,03 g divu sārmzemju metālu karbonātu maisījumu un tam pievienoja sālsskābi pārākumā. Viņš noteica, ka izdalījās 8,96 L gāzes (n.a., gāzes šķīdību neievērot!). Vēl Ansis noskaidroja, ka metālu daudzumattiecība maisījumā ir 1:3!

1. Atrod, kādi karbonāti bija maisījumā!
2. Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus!

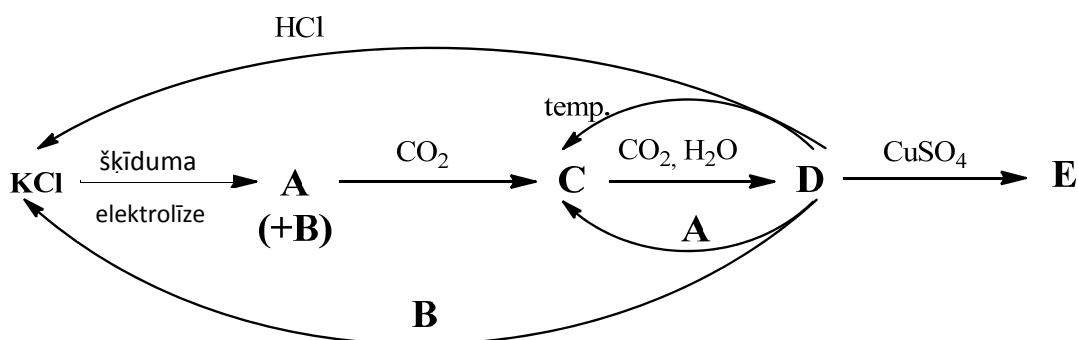
<b>1. uzdevums</b>	5 punkti	Vārna vārnai acī neknābj?
--------------------	----------	---------------------------

Uzraksti pa diviem ķīmisko reakciju vienādojumiem (kopā 8 vienādojumi), kuros:

- 1) oksīds reaģē ar oksīdu;
- 2) bāzes reaģē ar bāzi;
- 3) sāls reaģē ar sāli;

skābe reaģē ar skābi!

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



Kālija hlorīda ūdens šķīduma elektrolīzē rodas savienojuma A šķīdums, kā arī divas gāzes, viena no kurām ir B. Koncentrētā savienojuma A šķīdumam pūšot cauri ogļskābo gāzi, iegūst savienojuma C šķīdumu. C šķīdumam pievienojot ūdeni un ogļskābo gāzi, iegūst vielas D šķīdumu. D šķīdumam pievienojot vara (II) sulfātu, izkrīt zaļganās nogulsnes E.

No savienojuma D savienojumu C var iegūt divos veidos: D karsējot paaugstinātā temperatūrā vai pievienojot vielas A šķīdumu.

No savienojuma D kālija hlorīdu var iegūt divos veidos: pievienojot D šķīdumam sālsskābi vai pūšot cauri gāzi B.

1. Atšifrē savienojumus A – E!
2. Uzraksti aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus!
3. Oksidēšanās reducēšanās reakcijām uzraksti elektronu bilances vienādojumus!

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

Minerāli A un B ir metāla X bāziskie sāļi. Abus šos minerālus bieži izmanto kā pigmentus dažādās krāsās. Tabulā dots abu minerālu elementsastāvs, izteikts masas daļās:

Minerāla sastāvā ietilpstošais elements	X	H	C	O
Minerāls A	55,31 %	0,58 %	6,97 %	37,14 %
Minerāls B	57,48 %	0,91 %	5,43 %	36,18 %

Vielas A un B var iegūt arī sintētiski vienā reakcijā: sajaucot zilo metāla X sulfāta pentahidrātu ar kristāliskās sodas šķīdumu. Pēc sajaukšanas rodas zilās vielas A nogulsnes, kuras

pēc laika filtrējot un skalojot iegūst savienojumu **A**. Ja maisījumu ilgstoši nefiltrē, tad divu nedēļu laikā nogulsnes maina savu krāsu uz zaļu, un tad filtrējot iegūst zaļo savienojumu **B**. Savienojuma **B** iegūšanu var paātrināt, reakcijas maisījumu vārot. Bieži vielas **B** sintēzes aprakstā kristāliskās sodas šķīdumu aizstāj ar dzeramās sodas šķīdumu. Ir zināms, ka **A**, ilgstoši atrodoties gaisā, reaģē ar gaisa mitrumu un pārvēršas par **B**.

1. *Identificē metālu X!*
2. *Aprēķini A un B empīriskās formulas!*
3. *Uzraksti A un B reālās formulas (ņemot vērā, ka tie ir bāziskie sāļi)!*
4. *Uzraksti triviālos (vēsturiskos) metāla X sulfāta pentahidrāta un vielas B nosaukumus!*
5. *Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus (3 vienādojumi)!*

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

Četrās dažādās kolbās, kas apzīmētas ar A, B, C un D, katrā atradās bezkrāsainas gāzes. Lai šīs gāzes identificētu, 10. klases skolniece Ilva veica ar kolbām A, B, C un D dažādas darbības.

Atverot kolbu A, viņa novēroja, ka tajā esošā gāze saskarē ar gaisu maina savu krāsu uz brūnu. Gāzi no kolbas B laižot caur fenolftaleīna šķīdumu, Ilva novēroja, ka šķīdums krāsojas rozā krāsā.

Savukārt uztverot kalķūdenī gāzes no kolbām C un D, veidojas nogulsnes.

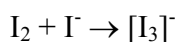
Izlaižot vienādus tilpumus gāzu no kolbām C un D caur koncentrētu nātrija sārma šķīdumu, kas ņemts pārākumā, Ilva noteica, ka masa traukam, kurā uztvēra gāzi no kolbas C, palielinājās vairāk, nekā traukam, kurā uztvēra gāzi no kolbas D.

1. *Nosaki gāzes A-D!*
2. *Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus (6 vienādojumi)!*
3. *Uzraksti ķīmisko reakciju vienādojumus reakcijā, kas notiktu, ja C un D laistu caur atšķaidītu nātrija sārma, pārākumā ņemot gāzes!*

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

Cilvēka veselībai droša darba vide ir ilgtermiņa ieguldījums ne tikai viņa, bet arī visas sabiedrības veselībā. Slikta gaisa kvalitāte var būt viens no draudiem, sevišķi, ja gaisā satur indīgas gāzes ar tūlītēju iedarbību. Viena no šādām gāzēm ir tvana gāze. Tai nav ne krāsas, ne smaržas, turklāt saindējies cilvēks kļūst miegains un apātisks. Ne velti šīs gāzes pieļaujamā maksimālā koncentrācija gaisā ir 30,0 mg/m<sup>3</sup>.

Ērta metode tvana gāzes noteikšanai gaisā ir tās reakcija ar joda(V) oksīdu, kuras rezultātā jods izdalās brīvā veidā. Stikla caurulīti piepildīja ar cieto joda(V) oksīdu un ar sūkni tai cauri izsūkņēja 12,63 m<sup>3</sup> analizējamā gaisa. Caurulītes saturu izšķīdināja ūdenī un pievienoja kālija jodīdu, kura iedarbībā viss jods pārvērtās ūdenī šķīstošā formā saskaņā ar vienādojumu:





Iegūtajam maisījumam pievienoja cietes šķīdumu un titrēja ar nātrija tiosulfāta šķīdumu, kura koncentrācija 0,1345 mol/L. Izlietoja 44,7 mL titranta.

1. Vai tvana gāzes koncentrācija analizētajā gaisā pārsniedz pieļaujamo normu? Pamato ar aprēķinu!
2. Uzraksti visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus! Oksidēšanās – reducēšanās reakcijām uzraksti arī elektronu bilances vienādojumus!
3. Paskaidro, kāpēc analizējamam maisījumam pievienoja cieti! Kādas izmaiņas ar to notika?
4. Mini piemēru, kurā vietā būtu nepieciešams kontrolēt tvana gāzes saturu gaisā!
5. Paskaidro, kāda iemesla dēļ tvana gāze ir tik bīstama cilvēkam!

<b>6. uzdevums</b>	13 punkti	<i>Kristālhidrātu meklējot</i>
--------------------	-----------	--------------------------------

Lai noteiktu kāda kristālhidrāta **A** ķīmisko sastāvu, rīkojās šādi. Tumši zaļo, ūdenī labi šķīstošo kristālisko vielu **A** ar masu **12,0** gramu karsēja kopā ar tionilhlorīda  $\text{SOCl}_2$  pārākumu. Notika ķīmiska reakcija, kuras rezultātā radās cieta, violeta viela **B** un gāzes **C** un **D**. Abu gāzu maisījumu izvadīja caur svina(II) acetāta ūdens šķīdumu un ieguva **152,9** g baltu nogulšņu.

Zināms, ka vielā **B**, kas ir binārs savienojums, kāda elementa masas daļa ir **67,2%**. Gan **C**, gan **D** maina samitrināta universāllindikatora papīra krāsu, turklāt **D** blīvums **1,76** reizes mazāks par **C** blīvumu.

1. Uzraksti savienojumu **A**, **B**, **C**, **D** ķīmiskās formulas un pamato to atbilstību uzdevuma nosacījumiem ar vārdiem vai aprēķinu!
2. Uzraksti visu minēto reakciju vienādojumus! Uzraksti arī saīsinātos jonu vienādojumus, kur tas iespējams!
3. Uzzīmē tionilhlorīda struktūrformulu! Vai visi šīs molekulas atomi telpā atrodas vienā plaknē? Pamato atbildi!

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

Metāls **A** ir ciets, trausls zilgani pelēks vai zilgani melns pārejas metāls. Zināms, ka **A** ir īpašs visu elementu vidū, jo kāds no tā fizikālajiem lielumiem ir augstākais/lielākais starp visiem zināmajiem elementiem.

**A** karsējot kopā ar skābekli iegūst metāla oksīdu **B**. **B** ir blāvi dzeltenī brūna cieta viela, kas, ilgstoši stāvot gaisā, sublimējas un kūst jau  $40\text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrā, bet virst  $130\text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrā. **B** ir toksisks savienojums. Tas šķīst lielā daļā organisku savienojumu, kā arī šķīst ūdenī, reaģējot ar to. Skābekļa masas daļa oksīdā **B** ir 25,18%.

1. Identificē metālu **A** un oksīdu **B**!
2. Kāds ir fizikālais lielums, kas **A** ir augstākais/lielākais starp visiem zināmajiem elementiem?

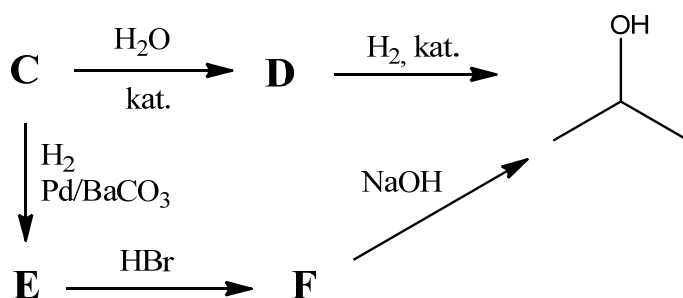
3. *Izskaidro B fizikālās īpašības! Telpiski attēlo B struktūru!*

Elementam **A** ir zināms arī otrs oksīds **C**, kuru var iegūt, reducējot **B** ar **A**. Tas ir kristālisks pulveris, ko nav iespējams iegūt šķidrā fāzē, jo, karsējot virs 500 °C temperatūras, tas sadalās. Skābekļa masas daļa oksīdā **C** ir 14,40%. Tas nešķīst ne ūdenī, ne citos šķīdinātājos.

4. *Identificē oksīdu C!*5. *Izskaidro atšķirības B un C fizikālajās īpašībās!*

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

Joniskie karbīdi ir savienojumu klase, kurus veido ogleklis un kāds metāls. Šie savienojumi ūdenī hidrolizējas, veidojot metāla hidroksīdu un organisku vielu. Šādus karbīdus iedala trīs grupās, pamatojoties uz oglekļa anjona struktūru, kas nosaka izdalīto organisko vielu. Skolas ķīmijas grāmatās plašāk aprakstītais karbīds ir I klases pārstāvis kalcija karbīds, kas reakcijā ar ūdeni veido gāzi **A**. II klases pārstāvis ir alumīnija karbīds  $\text{Al}_4\text{C}_3$ , kas hidrolizējoties izdala gāzi **B**, kura neatkrāso bromūdeni un ir mazāk blīva par gāzi **A**. III klases pārstāvis ir litija karbīds  $\text{Li}_4\text{C}_3$ , kas hidrolizējoties izdala gāzi **C**, kurai ir tāda pati funkcionālā grupa kā gāzei **A**. Ar gāzi **C** var veikt šādas ķīmiskās pārvērtības:



Zināms, ka reakcijā  $\text{C} \rightarrow \text{E}$  reakcija notiek molārā attiecībā 1:1.

1. *Atšifrē savienojumus A – F!*
2. *Uzraksti kalcija karbīda un litija karbīda hidrolīzes reakciju vienādojumus!*
3. *Zinot, ka karbīda struktūra saglabājas izveidotajā organiskajā vielā, uzraksti katra karbīdu tipa (I, II un III) anjonu formulas!*

<b>1. uzdevums</b>	4 punkti	Vārna vārnam acī neknābj?
--------------------	----------	---------------------------

Uzraksti pa diviem ķīmisko reakciju vienādojumiem (kopā 8 vienādojumi), kuros:

- 1) oksīds reaģē ar oksīdu;
- 2) bāzes reaģē ar bāzi;
- 3) sāls reaģē ar sāli;
- 4) skābe reaģē ar skābi!

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

Minerāli **A** un **B** ir metāla **X** bāziskie sāļi. Abus šos minerālus bieži izmanto kā pigmentus dažādās krāsās. Tabulā dots abu minerālu elementsastāvs, izteikts masas daļās:

Minerāla sastāvā ietilpstošais elements	X	H	C	O
Minerāls <b>A</b>	55,31 %	0,58 %	6,97 %	37,14 %
Minerāls <b>B</b>	57,48 %	0,91 %	5,43 %	36,18 %

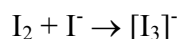
Vielas **A** un **B** var iegūt arī sintētiski vienā reakcijā: sajaucot zilo metāla **X** sulfāta pentahidrātu ar kristāliskās sodas šķīdumu. Pēc sajaukšanas rodas zilās vielas **A** nogulsnes, kuras pēc laika filtrējot un skalojot iegūst savienojumu **A**. Ja maisījumu ilgstoši nefiltrē, tad divu nedēļu laikā nogulsnes maina savu krāsu uz zaļu, un tad filtrējot iegūst zaļo savienojumu **B**. Savienojuma **B** iegūšanu var paātrināt, reakcijas maisījumu vārot. Bieži vielas **B** sintēzes aprakstā kristāliskās sodas šķīdumu aizstāj ar dzeramās sodas šķīdumu. Ir zināms, ka **A**, ilgstoši atrodoties gaisā, reaģē ar gaisa mitrumu un pārvēršas par **B**.

1. Identificē metālu **X**!
2. Aprēķini **A** un **B** empīriskās formulas!
3. Uzraksti **A** un **B** reālās formulas (ņemot vērā, ka tie ir bāziskie sāļi)!
4. Uzraksti triviālos (vēsturiskos) metāla **X** sulfāta pentahidrāta un vielas **B** nosaukumus!
5. Uzraksti visu aprakstīto ķīmisko reakciju vienādojumus (3 vienādojumi)!

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

Cilvēka veselībai droša darba vide ir ilgtermiņa ieguldījums ne tikai viņa, bet arī visas sabiedrības veselībā. Slikta gaisa kvalitāte var būt viens no draudiem, sevišķi, ja gaiss satur indīgas gāzes ar tūlītēju iedarbību. Viena no šādām gāzēm ir tvana gāze. Tai nav ne krāsas, ne smaržas, turklāt saindējies cilvēks kļūst miegains un apātisks. Ne velti šīs gāzes pieļaujamā maksimālā koncentrācija gaisā ir 30,0 mg/m<sup>3</sup>.

Ērta metode tvana gāzes noteikšanai gaisā ir tās reakcija ar joda(V) oksīdu, kuras rezultātā jods izdalās brīvā veidā. Stikla caurulīti piepildīja ar cieto joda(V) oksīdu un ar sūkni tai cauri izsūkņēja 12,63 m<sup>3</sup> analizējamā gaisa. Caurulītes saturu izšķīdināja ūdenī un pievienoja kālija jodīdu, kura iedarbībā viss jods pārvērtās ūdenī šķīstošā formā saskaņā ar vienādojumu:



Iegūtajam maisījumam pievienoja cietes šķīdumu un titrēja ar nātrija tiosulfāta šķīdumu, kura koncentrācija 0,1345 mol/L. Izlietoja 44,7 mL titranta.

1. Vai tvana gāzes koncentrācija analizētajā gaisā pārsniedz pieļaujamo normu? Pamato ar aprēķinu!
2. Uzraksti visu notikušo ķīmisko reakciju vienādojumus! Oksidēšanās – reducēšanās reakcijām uzraksti arī elektronu bilances vienādojumus!
3. Paskaidro, kāpēc analizējamam maisījumam pievienoja cieti! Kādas izmaiņas ar to notika?
4. Mini piemēru, kurā vietā būtu nepieciešams kontrolēt tvana gāzes saturu gaisā!
5. Paskaidro, kāda iemesla dēļ tvana gāze ir tik bīstama cilvēkam!

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

Metāls **A** ir ciets, trausls zilgani pelēks vai zilgani melns pārejas metāls. Zināms, ka **A** ir īpašs visu elementu vidū, jo kāds no tā fizikālajiem lielumiem ir augstākais/lielākais starp visiem zināmajiem elementiem.

**A** karsējot kopā ar skābekli iegūst metāla oksīdu **B**. **B** ir blāvi dzelteni brūna cieta viela, kas, ilgstoši stāvot gaisā, sublimējas un kūst jau 40 °C temperatūrā, bet virst 130 °C temperatūrā. **B** ir toksisks savienojums. Tas šķīst lielā daļā organisku savienojumu, kā arī šķīst ūdenī, reaģējot ar to. Skābekļa masas daļa oksīdā **B** ir 25,18%.

1. Identificē metālu **A** un oksīdu **B**!
2. Kāds ir fizikālais lielums, kas **A** ir augstākais/lielākais starp visiem zināmajiem elementiem?
3. Izskaidro **B** fizikālās īpašības! Telpiski attēlo **B** struktūru!

Elementam **A** ir zināms arī otrs oksīds **C**, kuru var iegūt, reducējot **B** ar **A**. Tas ir kristālisks pulveris, ko nav iespējams iegūt šķidrā fāzē, jo, karsējot virs 500 °C temperatūras, tas sadalās. Skābekļa masas daļa oksīdā **C** ir 14,40%. Tas nešķīst ne ūdenī, ne citos šķīdinātājos.

4. Identificē oksīdu **C**!
5. Izskaidro atšķirības **B** un **C** fizikālajās īpašībās!

Par spīti savām toksiskajām īpašībām **B** lieto organiskajā ķīmijā, lai no alkēniem iegūtu kādu savienojumu klasi **X**, turklāt, ja reaģē cikliskais alkēns, tiek iegūts tikai viens no iespējamajiem izomēriem.

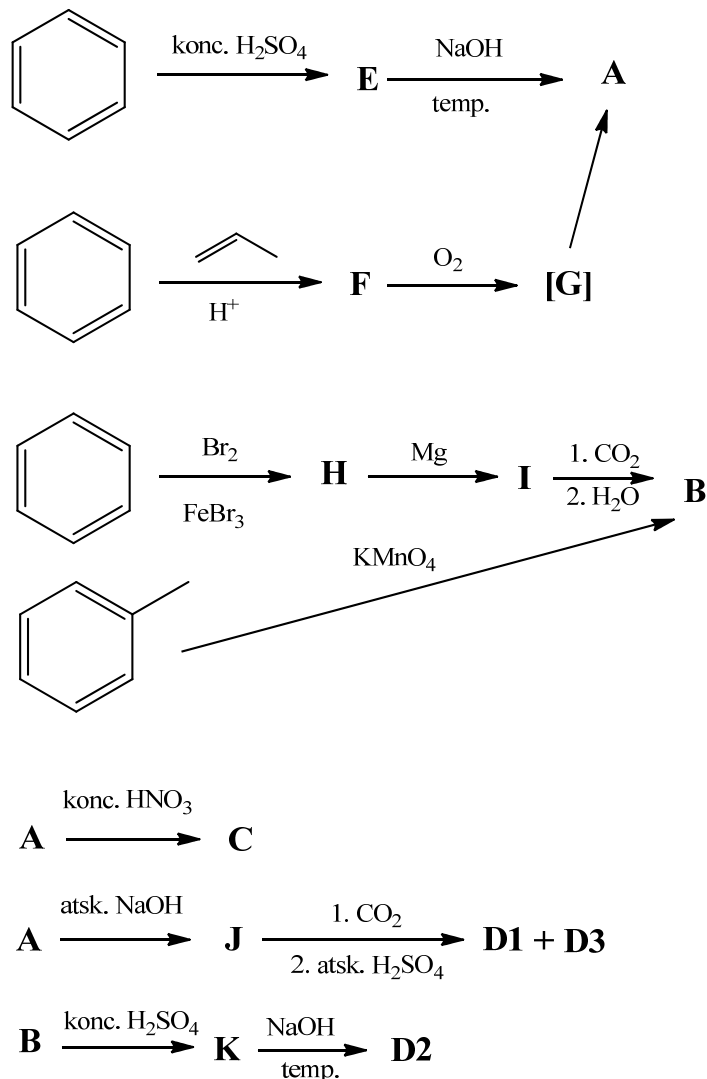
6. Identificē savienojumu klasi **X**! Uzraksti vispārīgu reakcijas vienādojumu!
7. Kādu izomēru iegūst reakcijā? Izskaidro, kādēļ iegūst tieši šo izomēru!

<b>5. uzdevums</b>	14 punkti	Skābju uzdevums
--------------------	-----------	-----------------

Ir dotas sešas organiskas skābes A, B, C, D1, D2 un D3. Visas skābes satur benzola gredzenu. Zināms, ka skābes D1, D2 un D3 ir izomēri. Tabulā dots skābes konstantes negatīvais logaritms pK<sub>a</sub> katrai no skābēm (jo šis skaitlis ir mazāks, jo skābe ir stiprāka).

Skābe	A	B	C	D1	D2	D3
pK <sub>a</sub>	9,95	4,21	0,38	2,97	4,08	4,58

Attēlā dota katras skābes iegūšanas shēma:



Zināms, ka reakcija  $A \rightarrow C$  notiek reaģentu molārā attiecībā 3:1 un ka D1 ir kāda ļoti populāra medikamenta sintēzes pamatizejviela. Reakcijā, kurā iegūst D1 un D3 maisījumu, teorētiski var rasties arī D2, taču tas rodas niecīgā daudzumā. Šī reakcija sākumā notiek ar  $\text{CO}_2$ , kur rodas šo skābju sāļi, kurus neitralizē ar sērskābi līdz vāji skābai reakcijai. G ir nestabils starpprodukts.

1. Uzraksti skābju A, B, C, D1, D2 un D3 struktūrformulas un nosaukumus!
2. Uzraksti skābju A, B, C un D1 triviālos nosaukumus (visi tie satur vārda daļu „skābe”)!
3. Uzraksti savienojumu E – K struktūrformulas un nosaukumus!
4. Paskaidro, kādēļ J reakcijā ar  $\text{CO}_2$  nerodas D2, bet rodas D1 un D3!
5. Savienojumi, kas satur to pašu funkcionālo grupu ko A, bet nesatur benzola gredzenu, parasti netiek uzskatīti par skābēm. Izskaidro šo savienojumu atšķirīgo skābumu!
6. Izskaidro atšķirības A un C skābumā!
7. Izskaidro atšķirības B, D2 un D3 skābumā!
8. Kādēļ D1 skābums tik ļoti atšķiras no D2 un D3 skābuma?

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

Polietilēntereftalāts (bieži apzīmēts kā PET vai PETE) ir termoplastisks polimērs, kas pieder pie poliesteru saimes. To plaši izmanto dažādu dzērienu un ēdienu iepakojuma izgatavošanā. Polietilēntereftalāts tiek izgatavots no etilēnglikola (etān-1,2-diola) un tereftalskābes (benzol-1,4-dikarbonskābes). Etilēnglikolu rūpniecībā iegūst no ogļūdeņraža **A**, to katalītiski oksidējot ar skābekli un iegūstot ciklisku reaģētspējīgu savienojumu **B**. **B** reakcijā ar ūdeni skābā, bāziskā vai neitrālā vidē paaugstinātā temperatūrā rodas etilēnglikols. Laboratorijā **B** var iegūt, oksidējot **A** ar kādu specifisku reaģentu klasi **C** – karbonskābju atvasinājumiem. Vēsturiska **B** iegūšanas metode ir **A** reakcija ar hlorapskābi, iegūstot pievienošanās produktu **D**, kas sārma kā katalizatora klātienē veic iekšmolekulāru atšķelšanas reakciju, dodot **B**.

Tereftalskābi visbiežāk iegūst vienpakāpes sintēzē no kāda divaizvietota aromātiska ogļūdeņraža **E**.

1. *Uzraksti savienojumu **A**, **B**, **D** un **E** struktūrformulas un nosaukumus!*
2. *Kas ir savienojumu klase **C**? Dod kādu šīs klases savienojuma piemēru!*
3. *Uzraksti mehānismu reakcijām  $\mathbf{D} \rightarrow \mathbf{B}$  un  $\mathbf{B} \rightarrow$  etilēnglikols (bāziskā vidē).*

Polietilēntereftalātu iegūst esterificēšanas reakcijā. Šai gadījumā pieņemiet, ka izejvielas tiek ņemtas molārās attiecībā 1:1. Pēc reakcijas visas gaistošās vielas aizvada augstā vakuumā. Pāri palikušos produktus šķīdina nātrija hidroksīda šķīdumā. Nešķīstošo daļu filtrē, mazgā un žāvē, iegūstot polietilēntereftalātu.

4. *Uzraksti polietilēntereftalāta iegūšanas reakcijas vienādojumu!*
5. *Vai šī reakcija pieder pie polimerizācijas vai polikondensācijas reakcijām? Pamato!*
6. *Aprēķini etilēnglikola un tereftalskābes masas attiecības, kādas jāņem, lai tos lietotu polietilēntereftalāta iegūšanas reakcijā!*

Polietilēntereftalāta sintēzei ņēma 10 kg tereftalskābes un reakcijas atlikumu šķīdināja 10 L 40% nātrija hidroksīda šķīduma ( $\rho = 1,43 \text{ g/mL}$ ). Pēc filtrēšanas no šķīduma ņem 10 mL (pieņemot, ka tā ir tieši 1/1000 daļa no kopējā šķīduma) šķīduma un titrē ar 1,00 M sālsskābes šķīdumu, līdz viss nātrija hidroksīds ir izreaģējis. Titrēšanai patērē 128,0 mL.

7. *Aprēķini reakcijas iznākumu!*

<b>7. uzdevums</b>	9 punkti	<i>Enzīmu ķīmija</i>
--------------------	----------	----------------------

Zināms, ka cilvēka organismā pastāv sarežģītas enzīmu sistēmas, kas palīdz veikt vai padara iespējamu dažādu vielu biotransformāciju. Enzīmus klasificē 6 lielās klasēs, no kurām pirmā ir oksidoreduktāzes. Etanols no organisma netiek izvadīts tieši, jo notiek etanola biotransformācija. Tā notiek divos soļos. No sākuma etanols tiek oksidēts par savienojumu **A**, šo reakciju padara iespējamu enzīms alkoholdehidrogenāze (ADH). Tālāk savienojums **A** tiek oksidēts par savienojumu **B**, šo reakciju savukārt padara iespējamu enzīms **X**. Savienojums **B** tiek izvadīts no organisma.

1. *Kas ir savienojumi **A** un **B**? Shematiski attēlo abas minētās reakcijas, kas notiek organismā etanola biotransformācijas laikā.*

2. *Piedāvā vismaz vienu variantu, kā varētu saukt enzīmu X, ja zināms, ka arī X tāpat kā ADH pieder pie oksidoreduktāzēm.*

Ir informācija par gadījumiem, ka dažkārt vairākas stundas pēc alkohola lietošanas cilvēki kļūst akli vai iestājas nāve. Šajos gadījumos toksikologi skaidro, ka etanola vietā lietots metanols.

3. *Kāpēc nāve neiestājas uzreiz? Kādas vielas patiesībā vainojamas redzes zaudēšanā un/vai cilvēka nāvē?*

Vielas **B** ūdens šķīdumam reaģējot ar stehiometrisku daudzumu metāliska nātrija, rodas vielas **C** šķīdums ūdenī un vienkārša viela **D**. Vielas **C** ūdens šķīdumam  $\text{pH} > 7$ .

4. *Kas ir vielas C un D? Uzraksti reakcijas vienādojumu!*  
5. *Kāpēc vielas C ūdens šķīduma vide ir bāziska? Izskaidro to ar reakcijas vienādojumu!*

Eksistē viela **E**, kuras molmasa ir par 54 g/mol lielāka kā vielas **C** molmasa. Vēl zināms, ka, ja visi vienkāršās vielas **D** atomi vielā **C** ir aizstāti ar elementa **F** atomiem, tad viela **C** ir viela **E**.

6. *Kas ir viela E un elements F? Izskaidro, kāpēc vielas E ūdens šķīduma pH ir praktiski 7?*

<b>8. uzdevums*</b>	9 punkti	<i>Fermi enerģija</i>
---------------------	----------	-----------------------

Fermi enerģijas koncepcija ir balstīta uz Pauli principa.

1. *Kas ir Pauli princips?*

Pauli princips attiecināms ne tikai uz elektroniem atomā, bet uz jebkurām daļiņām ar pusveselu spinu, kuras atrodas vienā sistēmā, kur tas var brīvi pārvietoties. Šādā sistēmā izveidojas enerģētiskie līmeņi, katrā no kuriem var atrasties ne vairāk kā divas daļiņas ar pretējiem spiniem. Šādas daļiņas pakļaujas Fermi-Diraka sadalījumam, tāpēc tas tiek sauktas par fermioniem.

2. *Fermionu īpašības visbiežāk tiek apskatītas elektronu piemērā. Tomēr ir arī daudz citu fermionu. Nosauc vēl vismaz divus fermionus!*

Apskatīsim ideālas elektroneitrālas elektronu gāzes modeli, kurai samērā precīzi atbilst metāla brīvie elektroni.

3 dimensiju gadījumā (kubs ar skaldni  $L$ ) elektrona kustības enerģiju katras ass virzienā raksturo atsevišķs kvantu skaitlis un tā kopēja enerģija atbilstošā līmenī ir:

$$E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2} (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)$$

Katrai kvantu skaitļu kopai atbilst vektors, kas ir saistīts ar daļiņu impulsu. Līdz ar to elektronu enerģiju var pierakstīt arī šādā veidā:

$$E_{\vec{n}} = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2} |\vec{n}|^2$$

Ja elektronu sistēmai ir minimālā iespējama enerģija (0 K temperatūrā), visu elektronu impulsu vektori aizpilda lodveida telpas daļu (precīzāk,  $1/8$  lodes, jo kvantu skaitļi nav negatīvi). Šīs lodes rādiuss atbilst maksimālai impulsa vērtībai. Līdz ar to maksimālā elektronu enerģija 0 K temperatūrā ir:

$$E_f = \frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{3\pi^2 N}{V} \right)^{2/3}, \text{ kur}$$

$\hbar$  – reducētā Planka konstante  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ ,

$m$  – daļiņas masa,

$N$  – daļiņu skaits

$V$  – tilpums.

Elektronam lielums  $\frac{\hbar^2}{2m}$  ir  $6,109 \cdot 10^{-39} \text{ J}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Šis lielums tiek saukts par Fermi enerģiju. Tā raksturo enerģiju, kura jāpiešķir elektronam, lai to pievienotu šādai sistēmai 0 K temperatūrā. Tabulā dotas dažu metālu Fermi enerģiju un blīvumu vērtības.

	$E_F$ , eV	$\rho$ , g/cm <sup>3</sup>		$E_F$ , eV	$\rho$ , g/cm <sup>3</sup>		$E_F$ , eV	$\rho$ , g/cm <sup>3</sup>
Li	4,74	0,534	Be	14,30	1,85	In	8,63	7,31
K	2,12	0,89	Ca	<b>4,69</b>	<b>1,54</b>	Tl	8,15	11,8
Cs	1,59	1,93	Fe	<b>11,10</b>	<b>7,87</b>	Sn	10,20	7,265
<b>Cu</b>	<b>7,00</b>	<b>8,96</b>	Cd	7,47	8,69	<b>Bi</b>	<b>9,90</b>	<b>9,79</b>
Ag	5,49	10,5	Hg	7,13	13,534	Sb	10,90	6,68
Au	5,53	19,3	Ga	10,40	5,91			

Ir zināms, ka  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

3. Aprēķini elektronu koncentrāciju (**daudzumu tilpuma vienībā**) varā! Salīdzini iegūto lielumu ar atomu koncentrāciju metālā!
4. Salīdzini elektronu un atomu koncentrācijas arī Ca, Fe un Bi! Kāda ir šīs attiecības sakarība ar metālu ķīmiskām īpašībām?
5. Aprēķini Na ( $\rho=0,971 \text{ g/cm}^3$ ) un Al ( $\rho=2,70 \text{ g/cm}^3$ ) Fermi enerģijas vērtības!

Augstākās temperatūrās šis lielums, ko sauc par ķīmisko potenciālu, atšķiras no Fermi enerģijas elektronu uzbudinājumu dēļ:

$$\mu = E_F \left[ 1 - \frac{\pi^2}{12} \left( \frac{kT}{E_F} \right)^2 - \frac{\pi^4}{80} \left( \frac{kT}{E_F} \right)^4 + \dots \right]$$

6. Vai šis ķīmiskais potenciāls atbilst elektroķīmiskajam potenciālām (metāla elektroda standartpotenciālām)? Ja nē, vai šie lielumi vispār ir saistīti un kādi vēl faktori nosaka elektroda potenciālu?