



## 56.Valsts Ķīmijas olimpiāde

Praktiskie darbi 9. klasei

26.03.2015.

### DARBA APRAKSTS

#### 1. Uzdevums - Kālija hlorīda šķīdības līknes iegūšana

Viena no svarīgākajām vielu īpašībām ir to šķīdība. Lielākā daļa ķīmisko reakciju notiek šķīdumos. Vielu šķīšanai ir svarīga nozīme dabā.

Šķīdība ir vielas masa gramos, kas noteiktā temperatūrā spēj izšķīst 100 gramos šķīdinātāja, veidojot piesātinātu šķīdumu. Vielu šķīdību parasti ietekmē temperatūra. Šķīdību ūdenī iespējams noteikt dažādi. Pats vienkāršākais paņēmiens ir ietvaicēt piesātinātu šķīdumu un noteikt iegūtās sausās vielas masu.

#### Laboratorijas iekārtas, trauki un materiāli

##### Katram skolēnam:

papīra lapa svēršanai,  
mēģeņu statīvs,  
mēģene ar šlifu,  
stikla nūjiņa,  
polietilēna mērpipete (3 mL),  
tīģeļi 5 gab.  
milimetru papīrs.

##### Katriem diviem skolēniem:

trauks ar destilētu ūdeni (1 L),  
mērpipete (10 mL),  
strūklene ar destilētu ūdeni,  
termometrs,  
mēģeņu turētājs,  
elektriskā plītiņa,  
mēģeņu sildītājs,  
ledus vanna.

##### Kopējai izmantošanai:

elektroniskie svāri,  
karotītes,  
marķieri.

##### Vielas

Kālija hlorīds.

##### Drošības noteikumi

Kālija hlorīds:

S22 – izvairīties no putekļu ieelpošanas;

S24/25 – nepieļaut nokļūšanu uz ādas un acīs.

## Darba gaita

1. Uz pārlocīta papīra nosver  $\sim 0,8$  g kālija hlorīda, to ieber mēģenē ar šlifu, pielej apmēram 2 mL destilēta ūdens. Mēģeni ievieto vai nu mēģeņu statīvā, vai sildītājā, vai dzesējošā maisījumā ar noteiktu temperatūru.
2. Maisi ar stikla nūjiņu apmēram 3 minūtes. Ja viss kālija hlorīds izšķīst, tad papildus pievieno  $\sim 0,5$  g vielas, turpini maisīt, līdz iegūsti piesātinātu šķīdumu, kurā kālija hlorīds vairs nešķīst.
3. *Mēģeni neizņemot no statīva, sildītāja vai dzesējošā maisījuma, šķīdumam ļauj nostāties un nosaki šķīduma temperatūru, tajā iegremdējot termometru. Termometra rādījumus pieraksti, kad tie vairs nemainās*
4. Uz tīģeļa ar marķieri uzraksti savu kodu un rezultātu tabulai atbilstošu numuru. Tīģeli nosver, pieraksti masu. Tajā ar polietilēna mērpipeti pārnes  $\sim 1,5$  mL atbilstošajā temperatūrā piesātinātā kālija hlorīda šķīduma (*bez kālija hlorīda nogulsnēm!*) un atkal nosver.
5. 1.-4.punktā norādīto atkārti vēl divas reizes, lai iegūtu piesātinātus šķīdumus pazeminātā, istabas un paaugstinātā temperatūrā. Ja paspēj, papildus veic vēl divas noteikšanas pazeminātā un paaugstinātā temperatūrā. Laboratorijas asistentam palūdz paaugstināt elektriskās plītiņas temperatūru!
6. Visus trīs tīģeļus novieto uz tās elektriskās plītiņas, kuru norādīs laboratorijas asistents. Viņam uzticēsi karsēšanu un sausa kālija hlorīda iegūšanu.  
*Tīģeļu karsēšanas laikā aizpildi atbilžu lapu un izpildi 2.uzdevumu.*
7. Visus tīģeļus ar kristālisko kālija hlorīdu pēc izkarsēšanas nosver, aizpildi atbilžu lapu.
8. Aprēķini kālija hlorīda šķīdību dotajās temperatūrās, aizpildi atbilžu lapu, uzzīmē kālija hlorīda šķīdības līkni, izmantojot doto milimetru papīru.

## 2. Uzdevums – Kādus jonus satur dotā viela?

Izmantojot dotos reaģentus, nosaki kādus jonus satur dotā kristāliskā viela.

### Laboratorijas iekārtas, trauki un materiāli

#### Katram skolēnam:

mēģene ar pētāmo vielu,  
 $\text{AgNO}_3$  šķīdums,  
3 M NaOH,  
pilienu plate,  
polietilēna pipete.

#### Katriem diviem skolēniem:

destilēts ūdens,  
universālindikators,  
pincete.

Veic noteikšanu un aizpildi atbilžu lapu!

SKOLĒNA KODS:



## Valsts 56. Ķīmijas olimpiāde

Praktiskie darbi 9. Klasei

26.03.2015.

### SKOLĒNA DARBA LAPA

#### 1. Uzdevums - Kālija hlorīda šķīdības līknes iegūšana (21 punkts)

Tukša tīģeļa masa (ar uzrakstu): ..... $m_t$

Šķīduma temperatūra: ..... $t$  °C

Tīģeļa masa ar pārnesto šķīdumu: ..... $m_{t+š_k}$

Tīģelī pārnestā šķīduma masa: ..... $m_{š_k}$

Tīģeļa masa ar kālija hlorīdu pēc karsēšanas: ..... $m_{t_k}$

Kālija hlorīda masa tīģelī: ..... $m_{KCl}$

Noteiktā kālija hlorīda šķīdība: ..... $s_{KCl}$ , g/100 g

Kālija hlorīda masas daļa šķīdumā %: ..... $w\%(KCl)$

Rezultātu tabula:

Nr.	$t$ , °C	$m_t$ , g	$m_{t+š_k}$ , g	$m_{š_k}$ , g	$m_{t_k}$ , g	$m_{KCl}$ , g	$m_{ūd}$ , g	$s_{KCl}$ , g/100 g	$w\%(KCl)$
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									

Parādi precīzus aprēķinus vienai tabulas rindai! Norādi tās numuru! Nr.....

Salīdzini kālija hlorīda šķīdību un masas daļu %!

.....  
.....

Pirms šķīdības līknes zīmēšanas:

Uzraksti pētāmo jautājumu (problēmu)!

Nosaki pētāmos lielumus!

Nosaki neatkarīgo lielumu!

Nosaki atkarīgo lielumu!

Uzraksti pieņēmumu jeb prognozi pētāmajam jautājumam!

.....

Izmantojot tabulas datus, uz milimetru papīra uzzīmē grafiku. Grafikā, pēc izvēles, norādi, apzīmējot ar **1**, punktu, kas atbilst piesātinātam šķīdumam un otru punktu (**2**), kas atbilst nepiesātinātam šķīdumam.

Uzraksti secinājumus!

.....  
.....  
.....

SKOLĒNA KODS:

**2. Uzdevums – Kādus jonus satur dotā viela? (9 punkti)**

1.tabula

Vielā	Novērojumi
Nosakāmā kristāliskā viela	
Nosakāmās vielas ūdens šķīdums	

2.tabula

Vielā	Nosakāmā viela <i>Novērojumi</i>	Nosakāmā viela <i>Kas var reaģēt?</i>
AgNO <sub>3</sub>		
NaOH		

Ko var noteikt, izmantojot universālo indikatoru?

Iespējamie ķīmisko reakciju vienādojumi :

Secinājumi.....

## Eksperimentālie uzdevumi

**1.uzdevums.** Astoņās numurētās mēģenēs doti šādu individuālu vielu šķīdumi: KCl, MgSO<sub>4</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, BaCl<sub>2</sub>, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Katrā mēģenē atrodas tikai vienas vielas šķīdums. Savstarpējās reakcijās par reaģentiem lietojot tikai dotos šķīdumus, nosakiet, kādas vielas šķīdums atrodas kurā mēģenē.

Uzrakstiet vielu identificēšanas gaitā norisošo reakciju vienādojumus.

**2.uzdevums.** Numurētā mērkolbā, kuras nominālietilpība ir 100,0 ml, atrodas borskābes H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> un hlorūdeņražskābes HCl maisījums. Lietojot Jūsu rīcībā nodotos reaģentus, trauku komplektu un darba gaitas aprakstu, nosakiet katras šķīdumā esošās skābes masu (g).

Noteikšanas princips. Šķīdumā esošo stipro HCl titrē ar noteiktas koncentrācijas NaOH šķīdumu indikatora metiloranža klātbūtnē. Ļoti vājā borskābe (pK<sub>A</sub>=9,2) šo titrēšanu neietekmē. Ja notitrētajam šķīdumam pēc tam pieliek kādu daudzvērtīgu spirtu vai ogļhidrātu, tie ar borskābi izveido ievērojami stiprāku vienvērtīgu (vienprotona) kompleksu skābi (pK<sub>A</sub>=5), kuru pietiekami precīzi jau var titrēt ar to pašu NaOH šķīdumu, par indikatoru lietojot fenolftaleīnu.

Reaģenti: 1) NaOH, titrēts šķīdums,  
2) invertcukura (glikozes un fruktozes maisījums) šķīdums, 50% (mas.),  
3) metiloranžs, 0,1% šķīdums,  
4) fenolftaleīns, 1% šķīdums.

### **Darba gaita**

Mērkolbā doto šķīdumu, kas satur HCl un H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, ar destilētu ūdeni atšķaida līdz atzīmei uz mērkolbas kakliņa un rūpīgi samaisa, ar aizbāzni noslēgto mērkolbu desmitkārt apvēršot ar kakliņu uz leju.

10,00 ml atšķaidītā šķīduma ar pipeti ielej koniskā kolbā, pieliek 1 pil. indikatora metiloranža šķīduma un no biretes titrē ar NaOH šķīdumu (tā koncentrācija norādīta trauka etiķetē), līdz titrējamais šķīdums iegūst tīri dzeltenu krāsu. Atzīmē izlietotā titranta tilpumu (V<sub>1</sub>), kas atbilst šķīdumā esošā HCl saturam.

Notitrētajam šķīdumam ar graduētu mēģeni (tā atrodas statīvā) pielej 5-8 ml invertcukura šķīduma un 5 pil. fenolftaleīna šķīduma. (Titrējamā šķīduma krāsa atkal kļūst sāta, jo rodas borskābes komplekss.) No tās pašas biretes ar NaOH šķīdumu turpina titrēt analizējamo šķīdumu, kura krāsa pakāpeniski kļūst dzeltena. Titrēšanu beidz, kad titrējamais šķīdums no jauna iegūst sārtu nokrāsu. Atzīmē kopēji patērēto NaOH šķīduma tilpumu (V<sub>2</sub>). V<sub>2</sub> - V<sub>1</sub> atbilst šķīdumā esošās borskābes daudzumam.

Tādā pat veidā atkārtoti titrē vēl divas reizes pa 10,00 ml atšķaidītā analizējamā šķīduma.

Pēc vidējām V<sub>1</sub> un V<sub>2</sub> - V<sub>1</sub> skaitliskajām vērtībām aprēķina mērkolbā doto HCl un H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> masu (g).

$$M_{HCl} = 36,46 \text{ g/mol}$$

$$M_{H_3BO_3} = 61,84 \text{ g/mol}$$

## ***Eksperimentālie uzdevumi***

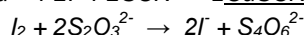
**1.uzdevums.** Desmit numurētās mēģenēs doti šādu individuālu vielu ūdens šķīdumi: NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, NaNO<sub>3</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KI. Katrā mēģenē atrodas tikai vienas vielas šķīdums. Savstarpējās reakcijās par reaģentiem lietojot tikai dotos šķīdumus, nosakiet kurā mēģenē atrodas katrs no šiem šķīdumiem.

Uzrakstiet vielu identificēšanas gaitā norisūšo reakciju vienādojumus.

**2.uzdevums.** Analizēšanai Jums dots viens no populārākiem vara sakausējumiem - parastais misiņš (Cu 55...65%, Zn), parastā bronza (Cu 85...95%, Sn), jaunsudrabs (Cu 50...65%, Ni, Zn) vai melhioris (Cu ~ 80%, Ni).

Pēc dotās darba metodikas kvantitatīvi nosakiet vara masas daļu (%) sakausējumā, noskaidrojiet alvas vai niķeļa klātbūtni sakausējumā un pēc iegūtajiem rezultātiem seciniet, kurš no minētajiem vara sakausējumiem Jums ir iedots.

*Noteikšanas princips.* Vara sakausējumu izšķīdina slāpekļskābē. Iegūtajā šķīdumā vara jonus kvantitatīvi nosaka titrimetriski – pieliek pārākumā KI+KSCN un vara joniem ekvivalentā daudzumā izdalījušos jodu notitrē ar nātrija tiosulfāta Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> šķīdumu. Noris šādas reakcijas:



Ja sakausējums satur alvu, tad, sakausējumu šķīdinot slāpekļskābē, rodas baltas nogulsnes - alvasskābe SnO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O. Savukārt, sāta plankuma rašanās uz diacetildioksīma papīra, ja uz tā uznes mikropilieniņu analizējamā šķīduma, norāda uz niķeļa jonu klātbūtni.

### Darba gaita

1. Dotajam vara sakausējuma iesvaram, kas atrodas numurētā mēģenē (iesvara masa norādīta etiķetē), pielejiet 2 mL slāpekļskābes (6 mol/L) un ievietojiet mēģeni glāzītē ar karstu ūdeni, kas atrodas velkmes skapī uz plītiņas. Sildiet, līdz ~~sakausējums~~ pilnīgi izšķīst. Ja šķīdumā veidojas baltas nogulsnes, tas norāda, ka sakausējums satur alvu. Iegūtajam šķīdumam (iespējamā alvasskābes klātbūtnē turpmāko darba gaitu netraucē) uzmanīgi pievienojiet 1-2 mikrolapstiņas sulfamīnskābi H<sub>2</sub>NSO<sub>3</sub>H, lai noārdītu slāpekļa oksīdus, kas radušies šķīdināšanas gaitā) un turpiniet sildīt vēl vismaz 5 min. Pēc tam pielejiet 3 mL piesātinātu NaF šķīdumu. Mēģenes saturu caur mazu piltuvīti rūpīgi pārlejiet 25,00 mL mērkolbiņā. Mēģeni trīs reizes izskalojiet ar destilētu ūdeni (pa 2...3 mL) un skalošanas ūdeni uztveriet tajā pašā mērkolbiņā. Šķīdumu mērkolbiņā ar destilētu ūdeni atšķaidiet līdz atzīmei uz mērkolbiņas kakliņa un rūpīgi samaisiet, ar aizbāzni noslēgto mērkolbiņu desmitkārt apvēršot ar kakliņu uz leju.

5,00 mL sagatavotā analizējamā šķīduma ar pipeti ielejiet koniskā kolbiņā, pielejiet 1 mL KI+KSCN šķīduma un izdalījušos jodu titrējiet ar Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> šķīdumu (tā koncentrācija norādīta etiķetē), līdz titrējamais šķīdums kolbiņā iegūst vāju dzeltenu vai brūngandzeltenu nokrāsu. Tad pielejiet vēl 1 mL cietes šķīduma un lēnām turpiniet titrēt, līdz izzūd radusies tumšzilā krāsa un kļūst saskatāma gaiši sārti violeta (dažkārt brūngana) nogulšņu krāsa, kura vairs nemainās, ja papildus pieliek 1-2 pil. titranta. Protokolā atzīmējiet izlietotā titranta tilpumu (mL).

Tādā pat veidā vēl 2 vai 3 reizes titrējiet pa 5,00 mL analizējamā šķīduma.

Vara masas daļu (%) sakausējumā aprēķiniet pēc katrā atsevišķā titrēšanā izmantotā titranta tilpuma (mL) vidējās skaitliskās vērtības.

$$M_{\text{Cu}} = 63,54 \text{ g/mol.}$$

2. Mikropilieniņu no mērkolbiņā atlikušā šķīduma ar pipeti uznesiet uz diacetildioksīma papīra. Sāta plankuma vai gredzena rašanās norāda, ka sakausējums satur niķeli un ir melhioris vai jaunsudrabs (tos diferencē pēc atšķirīgā vara satura, sk. iepriekš).

Eksperimentālā kārtā. Darba apraksts un protokols.

### 4-Nitrozo-*N,N*-dimetilānilīna sintēze

**Darba uzdevums:** Pēc dotā sintēzes apraksta veikt 4-nitrozo-*N,N*-dimetilānilīna sintēzi 2 stadijās.

Uzrakstīt reakciju vienādojumus.

Veikt nepieciešamos aprēķinus.

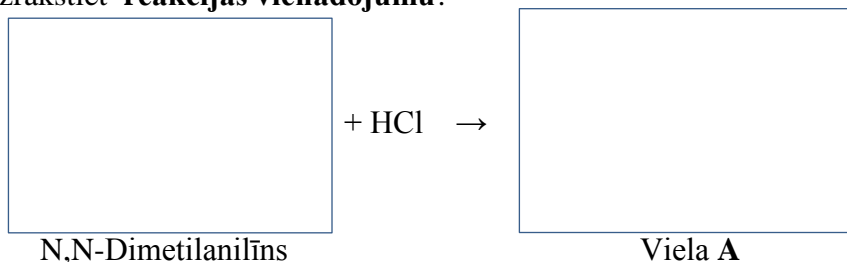
#### 1. Stadija

Koniskajā kolbā ar tilpumu 100 ml ielej 25 ml konc. sālsskābes un 25 ml destilēta ūdens.

Šķīdumam pievieno **0,02 mol** *N,N*-dimetilānilīna. Iepriekš aprēķina tā masu un **tilpumu** ( $\rho = 0,956 \text{ g/ml}$ ).

Tilpuma mērīšanai izmanto mērmēģeni.

Uzrakstiet **reakcijas vienādojumu!**



**Aprēķini.** *N,N*-dimetilānilīnam:

1)  $n = 0,02 \text{ mol}$

2)  $M =$

3)  $m =$

4)  $V =$

Pēc aprēķinātā tilpuma *N,N*-dimetilānilīna pievienošanas kolbu ieliek ledus-sāls maisījumā un šķīdumu atdzesē līdz  $0-5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Vārglāzītē nosver  $0,022 \text{ mol}$  **nātrija nitrīta**. Aprēķina:  $M(\text{NaNO}_2) =$  \_\_\_\_\_,  $m =$  \_\_\_\_\_.

Nātrija nitrītu izšķīdina 5 ml destilēta ūdens un iegūto šķīdumu pa pilienam, maisot, ar pipeti piepilina pie atdzesētā *N,N*-dimetilānilīna šķīduma. Pievienošana aizņem 5-10 min. Seko, lai maisījuma temperatūra nepaceltos virs  $5-7 \text{ }^\circ\text{C}$ .

*Maisīt var ar stikla nūjiņu, vai magnētisko maisītāju.*

Pēc visa  $\text{NaNO}_2$  šķīduma pievienošanas reakcijas maisījumam atļauj stāvēt 10-15 min. Pa šo laiku sagatavo filtru. Filtrēšanai izmanto Bihnera piltuvi un Bunzena kolbu, filtrē ūdens strūklu sūkņa vakuumā.

Iegūto suspensiju nofiltrē, nogulsnes uz filtra mazgā vispirms ar 10 ml ūdens, kuram pievienoti 2-3 pilieni sālsskābes, pēc tam ar 20 ml etanola. Filtrēšanas beigās jāiegūst birstoša, pulverveida viela.

Nogulsnes no filtra rūpīgi pārnes sausā, iepriekš nosvērtā Petri trauciņā un ļauj izzūt 10-15 min. Nosver.

**Novērojumi:**

---

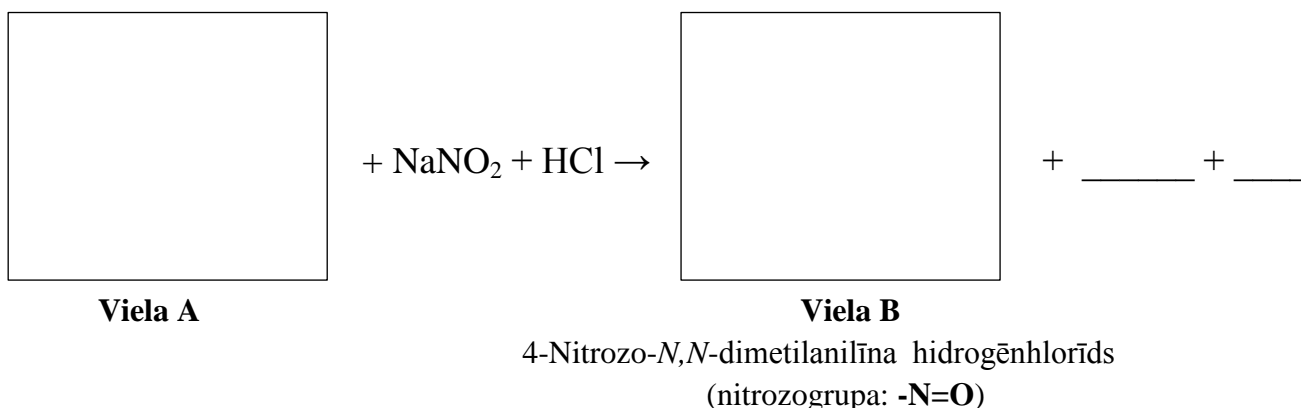
**Aprēķins:**

Vielas B masa:

Iznākums % no teorētiskā:



Uzrakstiet **reakcijas vienādojumu!** Aprēķiniet iegūtā produkta iznākumu!



## 2. Stadija

Iesver vārglāzītē **0,9 g** no iegūtās vielas B.

Pagatavo 20 ml piesātināta NaHCO<sub>3</sub> šķīdumu destilētā ūdenī. (Šķīdība 9 g / 100 ml). Šķīdumu ieteicams uzsildīt līdz 35-40 °C. Vielu B maisot, pa porcijām, ieber pagatavotajā dzeramās sodas šķīdumā. Maisīšanu turpina 8-10 min, līdz pilnīgi nomainās krāsa. Suspensiju atdzesē ledū un filtrē ar Bihnera piltuvi, kā iepriekš. Nogulsnes mazgā uz filtra ar 3 x 5 ml ūdens, noblīvē ar lāpstiņu.

Iegūst **vielu C**. To rūpīgi pārnes iepriekš nosvērtā Petri trauciņā vai vārglāzītē un žāvē šāvējamā skapī pie 50 °C apm. 20 min.

**Novērojumi:** \_\_\_\_\_

Uzrakstiet **reakcijas vienādojumu:** Viela B + NaHCO<sub>3</sub> → 4-Nitrozo-*N,N*-dimetilānilīns + \_\_\_ + \_\_\_ + \_\_\_\_\_

**Aprēķins:** Iegūtā produkta masa:

Iznākums % no teorētiskā:

## 4-Nitrozo-*N,N*-dimetilānilīna pārkristalizēšana

50 ml Koniskajā kolbā (sausā) iesver 0,2 g no 2.stadijā iegūtā produkta un ielej 20 ml heksāna - *terc*-butilmetilētera maisījumu (1:1), pievieno vārķermenī. Kolbu ievieto traukā ar karstu ūdeni un silda līdz vārīšanai. Ja kolbas apakšā paliek neizšķīduši eļļas pilieniņi, šķīdumu no tiem nolej citā kolbā vai vārglāzē. Iegūto dzidro šķīdumu atdzesē ledū līdz izveidojas kristāli. Filtrē caur kroku filtru. Kristāliņus pārnes iepriekš nosvērtā pudelītē, nosver.

Pārkristalizētā produkta masa: \_\_\_\_\_

Kristalizācijas iznākums, %: \_\_\_\_\_

**Novērojumi:** \_\_\_\_\_

**Secinājumi:**

\_\_\_\_\_