

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

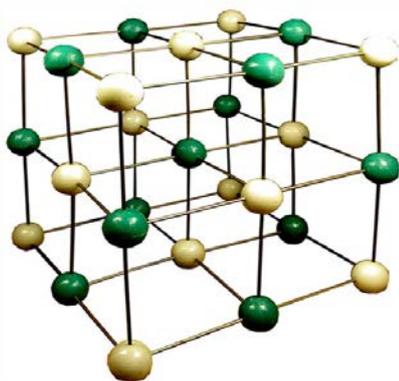
**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
НАУКИ И КАДРОВ**

**УО «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра химии**

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ  
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**



**Фамилия студента** \_\_\_\_\_

**Имя, отчество** \_\_\_\_\_

**Курс, группа** \_\_\_\_\_

**Гродно 2015**

УДК 546 (076.5)  
ББК 24.1 Я 73  
Р 13

Рецензент: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники ГГАУ Е.И. Дорошкевич..

**Апанович, З.В.**

**Рабочая тетрадь и методические указания по неорганической химии.**  
Р 13 Для студентов технологических специальностей / З.В. Апанович. –  
Гродно: ГГАУ, 2015. - 34стр.

Рабочая тетрадь и методические указания по курсу «Неорганическая химия» предназначены для студентов 1 курса инженерно-технологического факультета для работы на лабораторных и практических занятиях и для самостоятельной работы. По семействам химических элементов (s, p, d) следует написать уравнения получения и химических свойств простых и сложных веществ. С целью облегчения оформления лабораторных работ синтеза веществ представлены в виде таблиц, которые студенты должны самостоятельно заполнить.

Рекомендовано межфакультетской методической комиссией инженерно-технологического факультета от 10.10.2015 г. (протокол № 3 )

© УО «Гродненский государственный аграрный университет», 2015  
© Апанович З.В. 2015

## Содержание:

Стр.

<b>1. Химические свойства, способы получения элементов периодической системы Д.И.Менделеева.....</b>	<b>4-13</b>
а) s -элементы I группы.....	4
б) s -элементы II группы.....	5
в) p -элементы III группы.....	6
г) p -элементы IV группы.....	7
д) p -элементы V группы.....	8
е) p -элементы VI группа.....	9
ж) p -элементы VII группы.....	10
з) d - элементы I-группы.....	11
и) d - элементы II группы.....	11
к) d - элементы VI группы.....	12
л) d - элементы VII-группы.....	12
м) d - элементы VIII-группы.....	13
<b>2. Работа в химической лаборатории.....</b>	<b>14-20</b>
а) Общие правила.....	14
б) Техника безопасности.....	15
в) Пользование электроприборами и газом.....	16
г) Элементы техники лабораторных работ.....	16
<b>3.Синтезы неорганических веществ.....</b>	<b>21-33</b>
а) Синтез 1. Получение сульфата кальция.....	21
б) Синтез 2. Получение ортоборной кислоты.....	24
в) Синтез 3. Получение оксида меди (I).....	27
г) Синтез 4. Получение оксида хрома(III).....	31
<b>Список литературы.....</b>	<b>34</b>

# 1. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА.

**Задание:** Составить уравнения химических реакций, написать продукты реакции, дать им названия по международной номенклатуре, указать тип химической реакции, составить ионно-молекулярные уравнения (для реакций в растворах), для окислительно-восстановительных реакций составить уравнения электронного баланса, а для реакций в растворах - ионно - электронные уравнения (методом полуреакций).

## S -элементы 1 группы

1. $\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$	11. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} \rightarrow$
2. $\text{LiCl} \xrightarrow{\text{электролиз}} \rightarrow$	12. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
3. $\text{LiH} + \text{O}_2 \rightarrow$	13. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
4. $\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow$	14. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
5. $\text{Na} + \text{NH}_3 \rightarrow$	15. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$
6. $\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow$	16. $\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow$
7. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Na} \rightarrow$	17. $\text{NaOH} + \text{S} \rightarrow$
8. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t,p} \rightarrow$	18. $\text{NaOH} + \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow$
9. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$	19. $\text{NaOH} + \text{ZnSO}_4 \rightarrow$
10. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	20. $\text{NaF} + \text{AlF}_3 \rightarrow$

21. $\text{NaOH} + \text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	32. $\text{KH} + \text{AlH}_3 \rightarrow$
22. $\text{NaNO}_3 \rightarrow$	33. $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
23. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$	34. $\text{KO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
24. $\text{K} + \text{O}_2 \rightarrow$	35. $\text{KO}_3 \rightarrow$
25. $\text{K} + \text{O}_3 \rightarrow$	36. $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
26. $\text{KO}_2 + \text{K} \rightarrow$	37. $\text{KO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
27. $\text{KO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	38. $\text{Na} + \text{NH}_3 \rightarrow$
28. $\text{KHCO}_3 \xrightarrow{t} \rightarrow$	39. $\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
29. $\text{KOH} + \text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	40. $\text{KO}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$
30. $\text{KOH} + \text{Si} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	41. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
31. $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	42. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

S-элементы II группы

1. $\text{BeCl}_2 + \text{LiH} \rightarrow$	11. $\text{BeF}_2 + \text{NaF} \rightarrow$
2. $\text{BaSO}_4 + \text{C} \rightarrow$	12. $\text{CaH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
3. $\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow$	13. $\text{BaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
4. $\text{BaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	14. $\text{SrO} + \text{SiO}_2 \rightarrow$
5. $\text{Ba} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ к} \rightarrow$	15. $\text{BeO} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
6. $\text{MgO} + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$	16. $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
7. $\text{CaO} + \text{C} \rightarrow$	17. $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
8. $\text{BeCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	18. $\text{Ba(OH)}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow$
9. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$	19. $\text{CaC}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
10. $\text{Be(OH)}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$	20. $\text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t}$

21. $\text{Ba(NO}_3)_2 \xrightarrow{t}$	31. $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$
22. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	32. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
23. $\text{BeO} + \text{HF}_{\text{избыток}} \rightarrow$	33. $\text{BeH}_2 + \text{NaH}_2 \rightarrow$
24. $\text{MgCl}_2 \xrightarrow{\text{электролиз}}$	34. $\text{BeCl}_2 \xrightarrow{\text{электролиз}}$
25. $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	35. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
26. $\text{Be(OH)}_2 + \text{HCl} \rightarrow$	36. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Cl}_2\text{O} \rightarrow$
27. $\text{Ba(OH)}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$	37. $\text{Be}_2\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
28. $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	38. $\text{SrCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
29. $\text{CaS} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	39. $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
30. $\text{BaO} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	40. $\text{BaO}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

Р- элементы III группы

P-p p-  
p P P  
—

--p-p-  
p\_---

1. $B_2H_6 \xrightarrow{t}$	11. $B_2H_6 + O_2 \rightarrow$
2. $B_2H_6 + H_2O \rightarrow$	12. $B_2H_6 + HCl \rightarrow$
3. $H_3BO_3 + NaOH \text{ p} \rightarrow$	13. $H_3BO_3 + Na_2CO_3 \rightarrow$
4. $BCl_3 + AlCl_3 \rightarrow$	14. $B_2O_3 + Na_2O \rightarrow$
5. $H_3BO_3 + H_2O \rightarrow$	15. $Al + Fe_3O_4 \rightarrow$
6. $Na_2B_4O_7 + HCl + H_2O \rightarrow$	16. $Al_2(SO_4)_3 + KOH \rightarrow$
7. $Al_2O_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{t}$	17. $AlF_3 + NaF \rightarrow$
8. $Al(OH)_3 + CH_3COOH \rightarrow$	18. $Ga + NaOH + H_2O \rightarrow$
9. $Tl_2O + H_2O \rightarrow$	19. $AlH_3 + LiH \rightarrow$
10. $Al_2O_3 \xrightarrow{\text{электролиз, } t}$	20. $AlCl_3 + Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow$

21. $BCl_3 + H_2O \rightarrow$	31. $BCl_3 + NH_3 \rightarrow$
22. $B + H_2SO_4 \rightarrow$	32. $B_{\text{аморф}} + KOH + H_2O \rightarrow$
23. $H_3BO_3 + NaOH \xrightarrow{t}$	33. $Na_2B_4O_7 + H_2O \rightarrow$
24. $BF_3 + NaF \rightarrow$	34. $Mg_3B_2 + HCl \rightarrow$
25. $Al_2(SO_4)_3 + H_2O \rightarrow$	35. $Al_4C_3 + H_2O \rightarrow$
26. $Al + NaOH + H_2O \rightarrow$	36. $AlCl_3 + NaOH \text{ изб} \rightarrow$
27. $Al_2O_3 + HF \rightarrow$	37. $Al + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow$
28. $Al + HNO_3 \text{ (p)} \rightarrow$	38. $Al_2O_3 + NaOH \xrightarrow{t}$
29. $Al + C \rightarrow$	39. $Al + NH_3 \rightarrow$
30. $Al(Hg) + H_2O \rightarrow$	40. $Na_2B_4O_7 + Fe_2O_3 \xrightarrow{t}$

Элементы IV A группы

1. $C + H_2O \xrightarrow{t}$	11. $C + Fe \rightarrow$
2. $CO + Ni \rightarrow$	12. $C + NH_3 \rightarrow$
3. $NaHCO_3 \rightarrow$	13. $CO_2 + BaO_2 \rightarrow$
4. $CO + CuO \rightarrow$	14. $Si + KOH + H_2O \rightarrow$
5. $K_2CO_3 + H_2O \rightarrow$	15. $SiO_2 + HF \rightarrow$
6. $Mg_2Si + H_2SO_4 \rightarrow$	16. $SnCl_2 + NaOH$ изб $\rightarrow$
7. $SnO + KOH + H_2O \rightarrow$	17. $Sn + HNO_3$ p $\rightarrow$
8. $PbO_2 + KBr + H_2SO_4 \rightarrow$	18. $PbO_2 + NaOH + H_2O$
9. $Pb + HNO_3$ k $\rightarrow$	19. $Sn(OH)_2 \xrightarrow{t}$
10. $C + CO_2 \rightarrow$	20. $SnCl_2 + H_2O_2 + HCl \rightarrow$

21. $C + O_2 \rightarrow$	31. $CO + Mn \rightarrow$
22. $C + CaO \rightarrow$	32. $CO_2$ изб + $NaOH \rightarrow$
23. $(CuOH)_2CO_3 \xrightarrow{t}$	33. $Si + HF + HNO_3 \rightarrow$
24. $CO + Cr \rightarrow$	34. $Na_2SiO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow$
25. $CO_2 + Na_2O_2 \rightarrow$	35. $Sn(OH)_2 \xrightarrow{t}$
26. $SiH_4 + O_2 \rightarrow$	36. $Sn + HNO_3$ k $\rightarrow$
27. $SnCl_2 + H_2O \rightarrow$	37. $PbS + O_2 \rightarrow$
28. $PbO + Pb_2O_3 \rightarrow$	38. $PbO_2 + KBr + H_2SO_4 \rightarrow$
29. $Pb_3O_4 + KJ + H_2SO_4 \rightarrow$	39. $Pb(OH)_2 \xrightarrow{t}$
30. $C + SiO_2 \rightarrow$	40. $H_2C_2O_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$

р – элементы V группы

1. $\text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	11. $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$
2. $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow$	12. $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{HNO}_2 \rightarrow$
3. $\text{NH}_2\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow$	13. $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
4. $\text{HNO}_3 (\kappa) + \text{Cu}_2\text{S} \rightarrow$	14. $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow$
5. $\text{Au} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$	15. $\text{KNO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
6. $\text{NaNO}_3 \xrightarrow{t}$	16. $\text{AgNO}_3 \xrightarrow{t}$
7. $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$	17. $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
8. $\text{H}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{t}$	18. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \rightarrow$
9. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$	19. $\text{AlP} + \text{HCl} \rightarrow$
10. $\text{NaNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	20. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

21. $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{p,t}$	31. $\text{NH}_3 + \text{Na} \rightarrow$
22. $\text{NH}_3 + \text{CO} \xrightarrow{t,p}$	32. $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \xrightarrow{t,p}$
23. $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	33. $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
24. $\text{NH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow$	34. $\text{NH}_2\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow$
25. $\text{HNO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$	35. $\text{NaNO}_2 + \text{KJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
26. $\text{P} + \text{HNO}_3(\kappa) \rightarrow$	36. $\text{PH}_3 + \text{HJ} \rightarrow$
27. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t}$	37. $\text{P} + \text{HNO}_3 (\text{p}) \rightarrow$
28. $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$	38. $\text{H}_3\text{PO}_3 \xrightarrow{t}$
29. $\text{H}_3\text{PO}_2 \xrightarrow{t}$	39. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
30. $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$	40. $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

р-элементы VI-группы

1. $\text{SiS}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	11. $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
2. $\text{Na}_2\text{S}_3 + \text{HCl} \rightarrow$	12. $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{(pr)}$
3. $\text{Na}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{t}$	13. $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow$
4. $\text{BaO}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$	14. $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ к} \rightarrow$
5. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow$	15. $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
6. $\text{P} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ к} \rightarrow$	16. $\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
7. $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{электролиз}}$	17. $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
8. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	18. $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
9. $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	19. $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
10. $\text{S} + \text{NaOH} \rightarrow$	20. $\text{Na}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

21. $\text{S} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$	31. $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
22. $\text{SF}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	32. $\text{K} + \text{O}_3 \rightarrow$
23. $\text{O}_3 + \text{NO}_2 \rightarrow$	33. $\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{t}$
24. $\text{Na}_2\text{S} + \text{CS}_2 \rightarrow$	34. $\text{BaO} + \text{O}_2 \rightarrow$
25. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3 \rightarrow$	35. $\text{Na}_2\text{Se} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
26. $\text{S} + \text{HNO}_3 (\text{к}) \rightarrow$	36. $\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
27. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	37. $\text{SO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
28. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow$	38. $\text{SF}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
29. $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	39. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
30. $\text{KMnO}_4 \xrightarrow{t}$	40. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{AgCl} \rightarrow$

р - элементы VII группы.

1. $F_2 + Cl_2 \rightarrow$	11. $Fe + Cl_2 \rightarrow$
2. $NaCl \text{ кр} + H_2SO_4 \text{ конц} \rightarrow$	12. $NaCl + H_2O \xrightarrow{\text{электролиз}} \rightarrow$
3. $PCl_3 + H_2O \rightarrow$	13. $ClO_3 + NaOH \rightarrow$
4. $PbO_2 + HCl \rightarrow$	14. $HClO_4 + P_2O_5 \rightarrow$
5. $ClO_2 + H_2O \rightarrow$	15. $J_2O_7 + NaOH \rightarrow$
6. $KClO_3 \xrightarrow{t} \rightarrow$	16. $NaOH + Cl_2 \xrightarrow{\text{хол}} \rightarrow$
7. $FeSO_4 + HClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow$	17. $KMnO_4 + HCl \rightarrow$
8. $Ca(ClO)_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow$	18. $Br_2 + J_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow$
9. $KBr + KBrO_3 + H_2SO_4 \rightarrow$	19. $NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow$
10. $KJ + K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow$	20. $KJ + HgJ_2 \rightarrow$

21. $S + F_2 \rightarrow$	31. $HF + SiO_2 \rightarrow$
22. $BeF_2 + SiF_4 \rightarrow$	32. $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow$
23. $Cl_2 + H_2O \rightarrow$	33. $ClO_3 + H_2O \rightarrow$
24. $NaClO_2 + H_2O \rightarrow$	34. $KClO \xrightarrow{t} \rightarrow$
25. $KClO_4 \xrightarrow{t} \rightarrow$	35. $Ca(OH)_2 + Cl_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$
26. $HClO + NaOH \rightarrow$	36. $NaJ + Cl_2 \rightarrow$
27. $NaOH + F_2 \xrightarrow{\text{хол}} \rightarrow$	37. $HClO \xrightarrow{\text{свет}} \rightarrow$
28. $Cl_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow$	38. $Cl_2 + J_2 + KOH \rightarrow$
29. $NaBr + AgNO_3 \rightarrow$	39. $NaF + SiF_4 \rightarrow$
30. $Ca(ClO)_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow$	40. $NaClO + KJ + H_2SO_4 \rightarrow$

d - элементы 1 группы

1. $\text{CuCl} \rightarrow$	11. $\text{Au} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
2. $\text{CuF}_2 + \text{KF} \rightarrow$	12. $\text{Ag} + \text{O}_3 \rightarrow$
3. $\text{Au} + \text{Cl}_2 + \text{HCl} \rightarrow$	13. $\text{Ag}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
4. $\text{CuO} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	14. $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \text{к} \rightarrow$
5. $\text{AgNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$	15. $\text{AgNO}_3 \xrightarrow{t} \rightarrow$
6. $\text{Ag}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$	16. $\text{Au} + \text{I}_2 \rightarrow$
7. $\text{CuO} + \text{NH}_3 \rightarrow$	17. $\text{CuS} + \text{O}_2 \rightarrow$
8. $\text{Ag}(\text{CN})_2 \rightarrow$	18. $\text{AgI} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow$
9. $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{к} \rightarrow$	19. $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
10. $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \text{к} \rightarrow$	20. $\text{Ag} + \text{NaCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

d-элементы II группы

1. $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow$	11. $\text{ZnS} + \text{O}_2 \rightarrow$
2. $\text{Zn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	12. $\text{Cd} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{р} \rightarrow$
3. $\text{Hg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{избыток} \rightarrow$	13. $\text{Hg} \text{избыток} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{р} \rightarrow$
4. $\text{HgI}_2 + \text{KI} \rightarrow$	14. $\text{HgS} + \text{K}_2\text{S} \rightarrow$
5. $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{KOH} \rightarrow$	15. $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Hg} \rightarrow$
6. $\text{Hg}(\text{CN})_2 + \text{KCN} \rightarrow$	16. $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{KOH} \rightarrow$
7. $\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	17. $\text{Hg}(\text{CN})_2 \rightarrow$
8. $\text{HgCl}_2 + \text{Hg} \rightarrow$	18. $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
9. $\text{CdCO}_3 \xrightarrow{t} \rightarrow$	19. $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \text{р} \rightarrow$
10. $\text{ZnO} + \text{KOH} \xrightarrow{t} \rightarrow$	20. $\text{Hg} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow$

d-элементы VI группы

1. $\text{Cr} + \text{O}_2 \rightarrow$	11. $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{C} \rightarrow$
2. $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	12. $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
3. $\text{CrCl}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow$	13. $\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
4. $\text{Cr}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	14. $\text{CrO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
5. $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow$	15. $\text{CrCl}_2 + \text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow$
6. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KOH} \rightarrow$	16. $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{HClp} \rightarrow$
7. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl k} \rightarrow$	17. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
8. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	18. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
9. $\text{Cr}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$	19. $\text{Cr}(\text{CO})_6 \xrightarrow{t} \rightarrow$
10. $\text{CrO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	20. $\text{CrCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$

d-элементы VII группы

1. $\text{MnSO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$	11. $\text{MnO} + \text{HCl} \rightarrow$
2. $\text{Mn}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$	12. $\text{MnCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
3. $\text{MnF}_2 + \text{HF} \rightarrow$	13. $\text{Mn}(\text{CN})_2 + \text{KCN} \rightarrow$
4. $\text{MnSO}_4 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$	14. $\text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
5. $\text{MnO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$	15. $\text{MnO}_2 + \text{HCl k} \rightarrow$
6. $\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{O}_2 \rightarrow$	16. $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
7. $\text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	17. $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
8. $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	18. $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
9. $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	19. $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$
10. $\text{KMnO}_4 \xrightarrow{t} \rightarrow$	20. $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$

d-элементы VIII группы

1. $\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightarrow$	11. $\text{Fe}(\text{CN})_2 + \text{KCN} \rightarrow$
2. $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	12. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{Cl}_2 \rightarrow$
3. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	13. $\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
4. $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$	14. $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$
5. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{t} \rightarrow$	15. $\text{FeC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{t \text{ вакуум}} \rightarrow$
6. $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow$	16. $[\text{Ni}(\text{CO})_4] \xrightarrow{t} \rightarrow$
7. $\text{Co}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \rightarrow$	17. $\text{NaFeO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
8. $\text{FeCl}_3 + \text{KCNS} \rightarrow$	18. $\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow$
9. $\text{FeCl}_2 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$	19. $\text{Fe} + \text{HNO}_3\text{p} \rightarrow$
10. $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$	$\text{CoSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

## 2. РАБОТА В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

### Общие правила

Лаборатория кафедры химии является первой на пути приобретения практических навыков студентом-химиком, и поэтому именно здесь ему надлежит подробно ознакомиться с организацией химической лаборатории, правилами работы в ней, основными приемами выполнения лабораторных работ.

Поскольку выполнению лабораторной работы предшествует усвоение некоторого теоретического материала, следует помнить, что основное требование к студенту при подготовке к проведению лабораторной работы — осмысленное усвоение материала и понимание практической задачи, которую он должен решить. Второе требование — четкость, собранность, внимание и предельная аккуратность при выполнении лабораторной работы.

Химическая лаборатория оборудована специальными лабораторными столами, на которых размещены реактивы, необходимая посуда и приборы. В лаборатории есть вытяжной шкаф, в котором проводят работы с агрессивными и ядовитыми веществами.

За каждым студентом в лаборатории закрепляется рабочее место, которое должно содержаться в порядке и не загромождаться препаратами, не имеющими отношения к проведению работы. Каждый студент должен иметь для работы в лаборатории специальный халат.

В лаборатории необходимо соблюдать тишину, запрещается есть и заниматься посторонними делами.

Сухое вещество берут шпателями. Шпатели бывают различных форм и размеров (рис 1), их выбирают в зависимости от количества вещества, необходимого для проведения опыта.

Если случайно взятое количество жидкого или твердого реактива оказывается больше необходимого, то излишки надо вылить или выбросить в специально отведенное место, но не ссыпать или сливать обратно в склянку с реактивом.

Во время выполнения лабораторных работ в лаборатории присутствуют преподаватель, проводящий занятия, и лаборант, к которому следует обращаться по всем вопросам, касающимся оборудования.

За чистоту и порядок на каждом рабочем месте отвечает студент, а в лаборатории — дежурный студент. Дежурный студент принимает рабочие места у студентов, закончивших выполнение лабораторной работы, и сдает лабораторию лаборанту. Дежурный студент должен получить у лаборанта все необходимое для проведения лабораторной работы, а после окончания занятия сдать. Прежде чем приступить к выполнению той или иной работы, следует, освоив теоретический материал, изучить ее по описанию и приготовить приборы и реактивы.

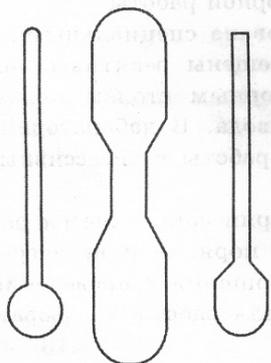


Рис.1. Шпатели

При пользовании сухими или жидкими (неагрессивными) реактивами надо руководствоваться следующими правилами.

Уносить склянку с реактивами с того места, где она находится, нельзя.

Запрещается оставлять склянки открытыми, поскольку при этом можно перепутать пробки и внести загрязнения в реактивы.

Склянку с жидким реактивом не следует держать за горлышко, ее обязательно надо поддерживать за дно во избежание надлома и падения. При пользовании жидкими реактивами склянку нужно держать надписью в ладонь, чтобы при стекании капель раствора по стенкам склянки реактив не повредил надпись.

Сухое вещество берут шпателями. Шпатели бывают различных форм и размеров (рис), их выбирают в зависимости от количества вещества, необходимого для проведения опыта.

Если случайно взятое количество жидкого или твердого реактива оказывается больше необходимого, то излишки надо вылить или выбросить в специально отведенное место, но не ссыпать или сливать обратно в склянку с реактивом.

Все работы с вредными веществами нужно проводить в вытяжном шкафу. Остатки неагрессивных реактивов и продукты их взаимодействия выливают после разбавления в раковину (жидкие) или выбрасывают в отведенные места (твердые). Остатки агрессивных реактивов выливают в специальные емкости, находящиеся в вытяжном шкафу с надписью "Слив концентрированных кислот и щелочей".

Приемы, с которыми знакомятся студенты в начале выполнения лабораторного практикума, на первый взгляд кажутся предельно простыми. Тем не менее все эти операции (пользование газовыми горелками, взвешивание, фильтрование, титрование, мытье посуды и т.д.) должны быть доведены до автоматизма. Только при соблюдении всех правил проведения этих операций возможно достижение успеха в выполнении практических задач, которые будут поставлены перед молодыми специалистами.

С не меньшей тщательностью следует относиться и к результатам своей работы. Их студент обязан записывать в специальную тетрадь — лабораторный журнал.

Записи надо вести так, чтобы они кратко и логично описывали основную идею работы, используемые приборы и реактивы, уравнения реакций и процессов, расчеты и результаты. Записи следует делать грамотно, лаконично, чтобы любой другой специалист, не знакомый с данной работой, по ним мог представить ход работы и ее результаты.

### **Техника безопасности**

Работая в лаборатории, студент должен соблюдать максимальную осторожность, помнить, что неаккуратность, невнимательность, недостаточное знакомство с приборами и свойствами веществ, с которыми ведется работа, могут повлечь за собой несчастный случай.

Опыты с ядовитыми, агрессивными и неприятно пахнущими веществами, как уже отмечалось, необходимо проводить в вытяжном шкафу.

В лаборатории ничего нельзя пробовать на вкус. Нюхать вещества следует, не вдыхая пары полной грудью, а направляя их к себе движением руки.

Работы с кислотами или щелочами нужно проводить так, чтобы реактивы не попадали на одежду, лицо и руки. Наливая раствор в пробирку, ее надо держать на некотором расстоянии от себя.

При нагревании жидкости в пробирке ее нужно держать отверстием в сторону от себя и от людей, находящихся рядом. Не следует приближать лицо к сосуду, в котором нагревается жидкость, так как при разбрызгивании в результате кипения она может попасть на лицо.

Нельзя выпаривать на рабочих столах вещества, образующие вредные газы, например кислоты, аммиачные растворы, жидкости, содержащие сероводород, хлор, бром, хлористоводородную кислоту и т.д.

Необходимо тотчас же убирать все пролитое, разбитое и просыпанное на столах или на полу в лаборатории. Нельзя набирать ртом при помощи пипетки ядовитые и едкие жидкости, в таких случаях для создания разрежения в пипетке нужно пользоваться резиновой грушей.

Запрещается производить какие-нибудь работы с легковоспламеняющимися веществами вблизи огня.

Если необходимо измельчить сухие щелочи, следует надевать предохранительные очки. Брать твердую щелочь разрешается только щипцами или пинцетом.

При приготовлении растворов серной кислоты ее нужно лить в воду, а не наоборот, поскольку вследствие сильного местного разогревания возможно разбрызгивание концентрированной кислоты. При этом надо пользоваться фарфоровой или толстостенной стеклянной посудой.

В целях противопожарной безопасности химическая лаборатория снабжена огнетушителем, ящиком с песком, листовым асбестом. Имеются также байковые одеяла, которые могут использоваться для гашения небольших очагов пламени или горячей одежды на человеке.

В каждой химической лаборатории должна быть аптечка. Надо уметь пользоваться ее содержимым, когда это необходимо.

При попадании на кожу концентрированной кислоты обожженное место следует промыть большим количеством воды или 2%-ным раствором гидрокарбоната натрия, после чего наложить повязку из ваты, смоченной спиртовым раствором таннина или 3%-ным раствором перманганата калия.

При попадании на кожу концентрированной щелочи обожженное место нужно промыть большим количеством воды либо 2%-ным раствором борной или уксусной кислоты, затем наложить повязку из спиртового раствора таннина или 8%-ного раствора перманганата калия.

При попадании брызг кислоты или щелочи на слизистую глаз нужно немедленно промыть их большим количеством воды и закапать в поврежденный глаз 1-2 капли касторового масла.

В случае теплового ожога обожженное место надо смочить раствором перманганата калия и наложить повязку с мазью от ожогов. При порезах стеклом рану нужно продезинфицировать раствором перманганата калия или спиртом, смазать йодом и перевязать бинтом. При попадании отравляющих газов (хлора, брома, сероводорода, оксида углерода, природного газа) в дыхательные

пути пострадавшего необходимо вывести на свежий воздух, а в более тяжелых случаях немедленно обратиться к врачу

### Пользование электроприборами и газом

Когда для проведения лабораторной работы необходимо нагревание, используют электроприборы или газовые горелки.

Чтобы включить электронагревательный прибор соединительный шнур сначала нужно присоединить к прибору, а затем включить в электросеть. При выключении вначале выключают прибор, а потом отключают его из сети.

Природный газ действует на человека удушающе и в смеси с воздухом взрывоопасен, поэтому при работе с ним надо соблюдать следующие правила. Прежде чем воспользоваться газовой горелкой, нужно убрать все не относящиеся к работе предметы, особенно вещества, способные воспламениться. Чтобы разжечь газовую горелку, надо открыть кран на стояке, если до этого газовой горелкой не пользовались. Затем следует зажечь спичку, поднести ее к горелке и только после этого открыть кран горелки. Для выключения горелки, если при этом в лаборатории никто не пользуется газом, сначала закрывают кран на стояке а потом на горелке.

Действующие газовые и электронагревательные приборы нельзя оставлять без присмотра.

### Элементы техники лабораторных работ

Нагревание - прием, который очень часто используют в лабораторном практикуме. Его производят с помощью различных нагревательных приборов - газовые горелки, спиртовки, электроплитки, электрические печи.

Нагревательный прибор выбирают в зависимости от того, до какой температуры надо нагреть вещество и как долго при этой температуре его выдерживать. Если необходимо длительное нагревание при высокой температуре (прокаливание, сплавление и т.д.), используют печи различных конструкций. Для кратковременного нагревания до высокой температуры применяют газовые горелки.

В лабораториях чаще всего используют **горелку Бунзена** (рис.2). Она представляет собой металлическую полую трубку с двумя отверстиями, расположенными друг против друга. При помощи вращающейся муфты, надевающейся на трубку, регулируется подача воздуха, в смеси с которым сгорает природный газ. Газ в горелку подается через боковой отвод подставки, на которую навинчивается трубка. Горелка соединена с газопроводом резиновым шлангом с краном. В лабораторной практике используют также **горелку Теклю** (рис.3). Эта горелка отличается от горелки Бунзена тем, что приток воздуха регулируется вращающимся диском, расположенным под расширенным основанием трубки. Поворачивая диск, изменяют ширину щели. Приток газа регулируют специальным винтом.

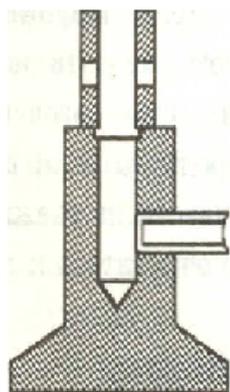


Рис. 2. Горелка Бунзена

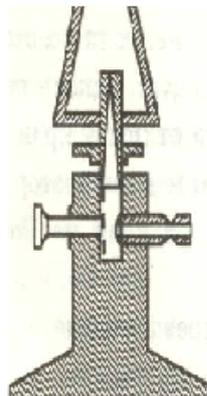
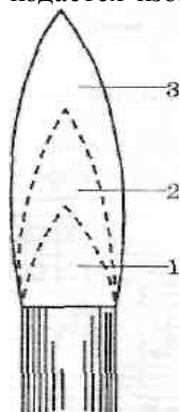


Рис. 3. Горелка Теклю

При пользовании газовыми горелками необходимо соблюдать правила работы с газом. Нужно знать также, до какой температуры можно нагреть вещество или раствор в различных областях пламени.

Нормальным пламя считается тогда, когда оно почти прозрачно и метан горит спокойно, газ и воздух смешаны в правильном соотношении. При недостаточном количестве воздуха пламя становится коптящим, светящимся. В этом случае происходит неполное сгорание газа. Если в горелку подается избыток воздуха, по сравнению с необходимым для нормального горения количеством, то газ сгорает внутри горелки, при этом возникает свистящий звук, пламя или исчезает, или деформируется. Горелка разогревается сильнее обычного, что может привести к воспламенению резинового шланга и пожару.



При работе с газовыми горелками надо следить за тем, чтобы пламя было нормальным.

Если рассмотреть пламя горелки в нормальном состоянии, то можно различить три различные по температуре конические области (рис.4).

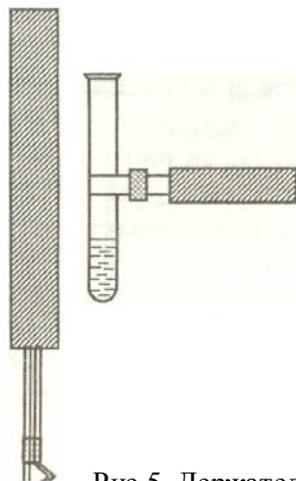
Внутренняя, область 1 наиболее холодная. Температура 300-350 °С. Эта область представляет собой смесь несгоревшего светильного газа и воздуха, окраска этой части пламени голубоватая. Область 2 — избыток светильного газа и недостаток воздуха

(кислорода), она носит название восстановительной. Пламя в ней бесцветное. Температура этой области пламени 500-550 °С. Наиболее высокая температура пламени в наружной области 3, где происходит полное сгорание светильного газа. В этой смеси присутствует некоторый избыток кислорода и пламя здесь самое горячее, температура его горелки достигает 1500 °С.

Рис.4. Пламя газовой горелки

Чтобы определить, до какой температуры можно нагреть вещество в различных областях пламени горелки, можно воспользоваться набором солей с известными температурами плавления. Внося пробирки с этими солями в различные области пламени, легко визуально убедиться в том, что плавление их будет происходить в разных областях пламени.

Вещества, их смеси, растворы и расплавы нагревают в тонкостенной жаростойкой стеклянной или фарфоровой посуде. Для этого используют пробирки, химические стаканы или колбы с клеймом «ТУ», фарфоровые чашки, фарфоровые лодочки и тигли. Если необходимо нагреть сухое вещество или раствор в пробирке на газовой горелке или спиртовке, то используют приспособление, называемое держателем.



Нагревая растворы в пробирках, пламя вначале направляют на верхнюю границу жидкости и постепенно перемещают его ко дну, при этом пробирку с жидкостью периодически встряхивают.

Растворы в колбах, химических стаканах, фарфоровых чашках или фарфоровых тиглях нагревают на газовых горелках или электрических плитках.

Если нагревание производят на электрических плитках, под посуду подкладывают асбестированную металлическую сетку. Когда нагревание производят на газовых горелках, используют штативы с укрепленными на них металлическими кольцами, асбестированные металлические сетки или фарфоровые треугольники. Для перемещения фарфоровых чашек, тиглей и т.д. применяют тигельные щипцы.

Если необходимо длительное нагревание растворов, например выпаривание, используют водяные и песчаные бани.

Для высушивания твердых веществ (доведение до постоянной массы, высушивание после фильтрования и т. п.) используют сушильные шкафы. При этом вещества помещают в фарфоровую чашку, чашку Петри или фарфоровый тигель (рис.6). Максимальная температура, которую можно поддерживать в сушильном шкафу - 200 °С.

В случае необходимости прокаливания твердых веществ при температурах выше 200 °С или сплавления их используют электрические печи - муфельные, тигельные, трубчатые (рис.7). Вещества для прокаливания помещают в фарфоровые тигли или лодочки. Переносят тигли или фарфоровые лодочки с помощью тигельных щипцов.

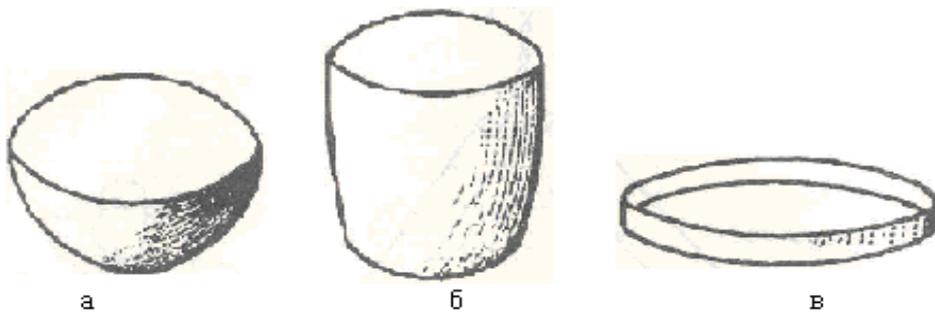


Рис.6. Фарфоровая чашка(а); фарфоровый тигель(б), чашка Петри(в).

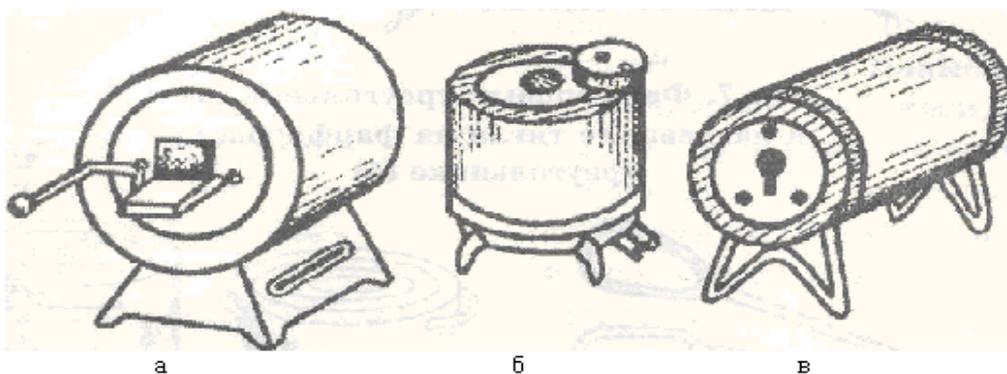


Рис.7. Электрические печи: а – муфельная; б – тигельная; в – трубчатая .

Для охлаждения про каленных или сплавленных веществ в атмосфере сухого воздуха (если вещества гигроскопичны) используют эксикаторы. **Эксикатор** - это сосуд (рис.8) из толстостенного стекла с притертой крышкой. Для более плотного прилегания крышки к нижней части эксикатора ее края смазывают вазелином. Внутри эксикатора находится фарфоровая перегородка с крупными отверстиями.

Под перегородку насыпают осушитель - вещество, хорошо поглощающее влагу (хлорид кальция, оксид фосфора (V) и др.). На перегородку ставят охлаждаемое вещество в фарфоровых чашках или тиглях. Чтобы поместить вещество в эксикатор, быстро открывают крышку и опускают туда тигель или чашку с веществом, прихватив их щипцами. Эксикатор быстро закрывают, надвигая крышку на его края скользящим движением. Открывать эксикатор нужно так же, сдвигая крышку скользящим движением. Поместив тигель или чашку с веществом в эксикатор для охлаждения, в течение нескольких секунд надо придерживать крышку руками, чтобы она не приподнялась под давлением расширяющегося воздуха.

Эксикаторы можно использовать также для медленного высушивания вещества или для хранения гигроскопичных веществ. В этом случае применяют стеклянные сосуды с крышками, называемые бюксами (рис.9). Их помещают в эксикатор, заполнив используемыми веществами.



Рис.8. Эксикатор

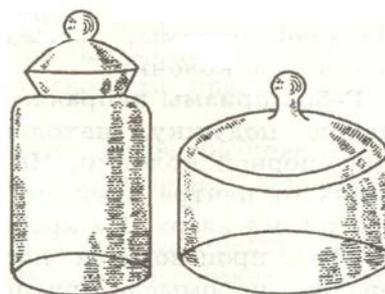


Рис.9. Бюксы

**Фильтрование** - прием, позволяющий отделить раствор от осадка. Эту операцию можно проводить, используя воронку и бумажный фильтр, прибор, состоящий из колбы Бунзена, воронки Бюхнера и водоструйного насоса, а также центрифугированием.

Когда фильтрование производят с помощью воронки, для приготовления фильтра берут лист фильтровальной бумаги, придают ему квадратную форму с таким расчетом, чтобы сторона квадрата была в два раза больше диаметра воронки. Квадрат нужно сложить вчетверо, обрезать полукругом, чтобы края фильтра были на 5 мм ниже краев воронки, и, отодвигая один край от трех остальных, придать ему форму конуса. Полученный фильтр нужно вставить в воронку и, чтобы края его плотно прилегали к поверхности воронки, смочить дистиллированной водой. Воронку опускают в кольцо, укрепленное на штативе, и небольшими порциями по стеклянной палочке фильтруемый раствор сливают в воронку. Чтобы раствор не разбрызгивался в процессе фильтрования, носик стакана, в котором находится раствор, должен касаться стеклянной палочки (рис.10). Второй способ фильтрования заключается в следующем. Собирают прибор, изображенный на рис.11. Для этого берут колбу Бунзена **1**, воронку Бюхнера **2**, водоструйный насос **3** и резиновую пробку **4**.

**Колба Бунзена** - это коническая плоскодонная колба с рис.11. Прибор для фильтрования боковым отростком, изготовленная из толстостенного стекла. Колбы Бунзена бывают различной емкости. Воронка Бюхнера изготовлена из фарфора, верхняя часть ее имеет цилиндрическую форму и отделена от нижней, конической, перегородкой со множеством мелких отверстий. Воронки Бюхнера также бывают разных размеров. Чтобы собрать прибор для фильтрования, надо подобрать воронку, по размерам соответствующую колбе Бунзена. Воронка вставляется в колбу на резиновой пробке. Принцип действия этого прибора основан на том, что в результате подсоединения колбы Бунзена к водоструйному насосу через боковой отросток **5** в ней создается некоторое разрежение воздуха и жидкость, находящаяся в воронке Бюхнера, за счет разности давлений вне колбы и внутри ее, стекает внутрь. Таким образом происходит разделение осадка и фильтрата. Бумажный фильтр для воронки Бюхнера вырезают в виде круга так, чтобы диаметр фильтра соответствовал диаметру воронки. Для более плотного прилегания фильтра к горизонтальной поверхности воронки перед фильтрованием после включения водоструйного насоса фильтр смачивают несколькими каплями дистиллированной воды.

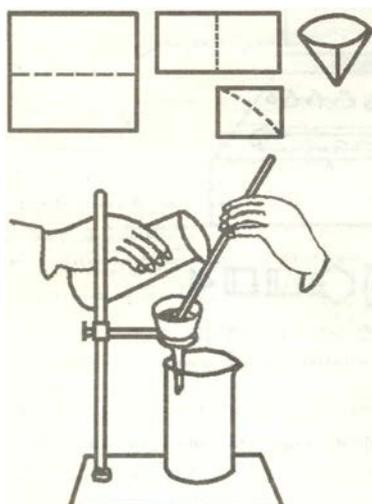


Рис.10.Изготовление фильтра и фильтрование

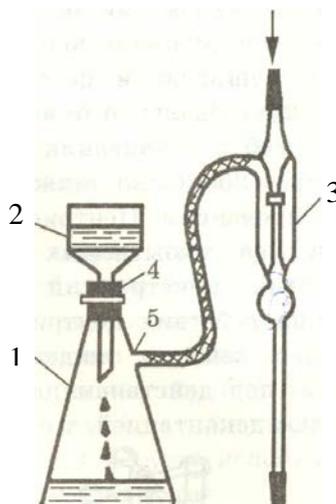


Рис.11. Прибор для фильтрования

Раствор в воронку Бюхнера сливают небольшими порциями по стеклянной палочке.

Когда фильтрование закончено, водоструйный насос отключают только после того, как воронка с фильтром вынута из колбы. В противном случае колба заполнится водой, а это нежелательно, если нужно использовать фильтрат.

Высушивают вещество на фильтре по-разному: между листами фильтровальной бумаги, на воздухе или в сушильном шкафу. Способ высушивания зависит от свойств отфильтрованного вещества. Возможно также отделение фильтрата от осадка центрифугированием. Центрифугирование производится при помощи механизмов, называемых центрифугами. Они бывают различных конструкций и выпускаются промышленностью. Принцип действия центрифуги заключается в разделении неоднородных веществ, жидкости (фильтрата) и твердого вещества (осадка) под действием центробежных сил. Фильтрат от осадка отделяют **декантацией**, т.е. сливанием фильтрата.

### 3. СИНТЕЗЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ.

#### Синтез 1. Получение сульфата кальция.

**Посуда, приборы и реактивы:** химические стаканы, прибор для фильтрования, фильтры, мерный цилиндр, нитрат кальция  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  либо хлорид кальция  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Сульфат кальция получают по реакции взаимодействия растворимой соли кальция с серной кислотой. Запишите уравнение реакции, по которой будет осуществляться синтез, и по заданию преподавателя рассчитайте количества необходимых реактивов для его проведения. Синтезируют 5-7 г сульфата кальция. Если для получения  $\text{CaSO}_4$  будет использоваться кристаллогидрат какой-то растворимой кальциевой соли, необходимо учесть это обстоятельство при расчетах. Рассчитанное количество соли взвесьте и растворите в 50 мл воды.

Рассчитанный объем 2н серной кислоты, необходимый для осаждения  $\text{CaSO}_4$ , отмерьте мерным цилиндром. Используемый для синтеза раствор кальциевой соли нагрейте выше  $80^\circ\text{C}$  (используйте термометр) и медленно, при непрерывном перемешивании раствора добавьте раствор серной кислоты. В процессе осаждения необходимо контролировать температуру, так как ниже  $66^\circ\text{C}$  в растворе будет происходить осаждение не безводной соли, а  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Реакционную смесь нужно выдержать при  $80^\circ\text{C}$  в течение 10-15 мин. После этого дайте раствору отстояться и проведите пробу на полноту осаждения ионов кальция. Для этого каплю прозрачного раствора над осадком сульфата кальция (используйте пипетку) осторожно перенесите на часовое стекло и добавьте одну-две капли раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Если осаждение проведено полностью, то проба будет прозрачной; если полнота осаждения не достигнута, раствор помутнеет. В этом случае в реакционную смесь добавьте еще немного 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Нагрейте 100 мл дистиллированной воды для промывания осадка. Полученный осадок отфильтруйте на воронке Бюхнера, промойте на фильтре 100 мл горячей воды, которую подкислите несколькими каплями 2н  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и высушите в сушильном шкафу при температуре  $100-120^\circ\text{C}$ . Почему рекомендуется промывать горячей водой? Высушенный осадок охладите, взвесьте, данные запишите в лабораторный журнал, затем повторите высушивание и взвешивание. Высушивание и взвешивание нужно проводить до тех пор, пока результаты двух последних взвешиваний не совпадут. По результатам последнего взвешивания проведите расчет практического выхода сульфата кальция в процентах от теоретического. Из водного раствора выше  $66^\circ$  кристаллизуется безводная соль (ангидрит)  $\text{CaSO}_4$  ниже  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , гипс. При нагревании  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  до  $100-125^\circ\text{C}$  переходит в  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , выше  $200^\circ\text{C}$  гипс полностью теряет воду.

#### Контрольные вопросы и задачи

1. Растворы каких солей можно использовать для получения сульфата кальция? Обоснуйте выбор реагентов, используемых в данном синтезе.
2. Почему реакция осаждения проходит практически до конца?
3. Как приготовить 2н раствор серной кислоты, если его нет в лаборатории?
4. Для чего перед синтезом нагревают раствор кальциевой соли?
5. Можно ли для определения полноты осаждения соли использовать раствор какого-нибудь другого вещества?
6. Проведите расчет, подтверждающий возможность осаждения  $\text{CaSO}_4$  из растворов, используемых в синтезе.
7. Возможны ли потери  $\text{CaSO}_4$  в процессе промывания осадка? Ответ подтвердите расчетом.
8. Для чего подкисляют воду, используемую для промывания осадка?
9. Какие соединения кальция относят к гипсовым материалам?
10. На какой реакции основано применение гипса в качестве вяжущего материала?

Гродненский государственный аграрный университет.  
Практикум по неорганической химии.  
Отчет студента \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Лабораторная работа: \_\_\_\_\_

Количество получаемого вещества: \_\_\_\_\_

<b>Описание вещества (цвет, агрегатное состояние, отношение к воде и воздуху)</b>	<b>Замечания по ТБ</b>
<b>Схема прибора</b>	<b>Используемая посуда</b>
<b>Уравнения реакций и расчеты</b>	
<b>Ионно-молекулярные уравнения реакции</b>	
<b>Наблюдаемый эффект реакции. Вывод о свойствах.</b>	

Виза преподавателя о допуске к работе: \_\_\_\_\_

Выход продукта: \_\_\_\_\_ грамм; \_\_\_\_\_ процентов;

Перечень операций в данном синтезе:

<b>Методика синтеза</b>
<b>Другие способы получения вещества</b>
<b>Защита работы</b>

Дата: \_\_\_\_\_

## Синтез 2. Получение ортоборной кислоты

### Посуда, приборы и реактивы:

химический термостойкий стакан, мерный цилиндр емкостью 100 мл, кристаллизатор, стеклянные палочки, прибор для фильтрования, бумага, тетраборат натрия, раствор соляной кислоты, снег или лед, универсальная индикаторная бумага.

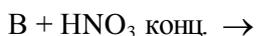
Борную кислоту получают реакцией взаимодействия тетрабората натрия с соляной кислотой. Обычно используется кристаллогидрат тетрабората натрия. Выпишите из литературы сведения о кислотах бора. Получите задание, какое количество борной кислоты  $\text{H}_3\text{BO}_3$  следует синтезировать (3-5 г). Запишите уравнение реакции между тетраборатом натрия и соляной кислотой, рассчитайте массы веществ, необходимых для реакции. Если в работе используется  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , пересчитайте массу безводного тетрабората на кристаллогидрат.

В работе используют соляную кислоту плотностью 1,1 г/мл. Поэтому массу хлороводорода, рассчитанную по уравнению реакции, следует пересчитать на массу раствора соляной кислоты, а потом вычислить объем раствора, необходимый для реакции. Воспользуйтесь данными табл.3. Рассчитанное количество кристаллогидрата поместите в стакан с 20-25 мл дистиллированной воды и нагрейте, не доводя до кипения до полного растворения буры. Цилиндром отмерьте объем соляной кислоты, необходимый для реакции, с 10% -ным избытком. Медленно прилейте кислоту к горячему раствору буры, хорошо перемешивая стеклянной палочкой. Каплю раствора поместите на универсальную индикаторную бумагу, определите pH среды.

Если среда получилась слабо кислой, то прилейте еще 2-5 мл соляной кислоты. Запишите pH раствора по окончании реакции. Стакан с реакционной смесью охладите в кристаллизаторе (стеклянный или металлический сосуд со снегом или льдом). Выпавшие кристаллы борной кислоты отфильтруйте на воронке Бюхнера, промойте небольшим количеством дистиллированной воды (-10 мл), а затем высушите между листами фильтровальной бумаги. Для этого фильтр с борной кислотой выньте из воронки, сложите вдвое и поместите между двумя листами фильтровальной бумаги. Несколько раз поменяйте бумагу. Кристаллы на фильтре оставьте для досушивания на воздухе в течение 30 мин. Почему нельзя сушить в сушильном шкафу? Затем полученные кристаллы перенесите на предварительно взвешенные часовое стекло или лист бумаги и взвесьте. Рассчитайте выход продукта в процентах от теоретического.

### Контрольные вопросы и задачи

1. Перечислите все известные кислоты бора. Как диссоциирует ортоборная кислота в водных растворах?
2. Опишите качественную реакцию на борную кислоту.
3. Чем объясняется невозможность существования ортоборатов в водных растворах?
4. Приведите уравнения реакций, в результате которых происходит образование ортоборной кислоты.
5. Чем объясняется необходимость нагревания в процессе приготовления раствора буры?
6. Для чего в данной работе контролируется величина pH?
7. Для чего нужно охлаждать реакционную смесь при синтезе борной кислоты?
8. Что называется процессом кристаллизации? К каким (эндо- или экзотермическим) относится этот процесс?
9. Почему полученную ортоборную кислоту нельзя сушить при нагревании? Запишите процессы, происходящие при нагревании  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .
10. Может ли ортоборная кислота образовывать кислые соли?
11. Закончить уравнения реакций:



Гродненский государственный аграрный университет.  
Практикум по неорганической химии.  
Отчет студента \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Лабораторная работа: \_\_\_\_\_

Количество получаемого вещества: \_\_\_\_\_

<b>Описание вещества (цвет, агрегатное состояние, отношение к воде и воздуху)</b>	<b>Замечания по ТБ</b>
<b>Схема прибора</b>	<b>Используемая посуда</b>
<b>Уравнение реакций и расчеты</b>	
<b>Ионно-молекулярные уравнения реакции</b>	
<b>Наблюдаемый эффект реакции. Вывод о свойствах.</b>	

Виза преподавателя о допуске к работе: \_\_\_\_\_

Выход продукта: \_\_\_\_\_ грамм; \_\_\_\_\_ процентов;

Перечень операций в данном синтезе:

<b>Методика синтеза</b>
<b>Другие способы получения вещества</b>
<b>Защита работы</b>

Дата: \_\_\_\_\_



### Контрольные вопросы и задачи.

1. Перечислите наиболее распространенные способы получения оксидов.
2. К какому типу реакций относится процесс, используемый для синтеза  $\text{Cu}_2\text{O}$ ?
3. Какая электронная конфигурация соответствует меди в степени окисления + 1?
4. Можно ли получить гидроксид, соответствующий  $\text{Cu}_2\text{O}$ ?
5. Какие соединения называются купратами?
6. Возможен ли переход  $\text{Cu}_2\text{O}$  при стандартных условиях в  $\text{CuO}$  под действием кислорода воздуха? Ответ подтвердите расчетом.
7. Какую функцию в процессе получения  $\text{Cu}_2\text{O}$  выполняет глюкоза?
8. Для чего в реакционную смесь вводят гидроксид натрия?
9. Как объясняется тот факт, что для соединений  $\text{Cu}$  (I) характерно диспропорционирование?
10. Можно ли получить  $\text{Cu}_2\text{O}$  нагреванием  $\text{CuO}$  выше  $800^\circ\text{C}$ ? Ответ подтвердите расчетом.
11. Можно ли получить  $\text{Cu}_2\text{O}$  непосредственным взаимодействием меди с кислородом?  
Проведите термодинамический анализ возможности процесса.

Гродненский государственный аграрный университет.  
Практикум по неорганической химии.  
Отчет студента \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Лабораторная работа: \_\_\_\_\_

Количество получаемого вещества: \_\_\_\_\_

<b>Описание вещества (цвет, агрегатное состояние, отношение к воде и воздуху)</b>	<b>Замечания по ТБ</b>
<b>Схема прибора</b>	<b>Используемая посуда</b>
<b>Уравнение реакций и расчеты</b>	
<b>Ионно-молекулярные уравнения реакции</b>	
<b>Наблюдаемый эффект реакции. Вывод о свойствах.</b>	

Виза преподавателя о допуске к работе: \_\_\_\_\_

Выход продукта: \_\_\_\_\_ грамм; \_\_\_\_\_ процентов;

Перечень операций в данном синтезе:

<b>Методика синтеза</b>
<b>Другие способы получения вещества</b>
<b>Защита работы</b>

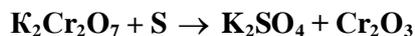
Дата: \_\_\_\_\_

## Синтез 4. Получение оксида хрома(III)

### Посуда, приборы и реактивы:

фарфоровая ступка, фарфоровый тигель, фарфоровый треугольник, прибор для фильтрования, дихромат калия, сера.

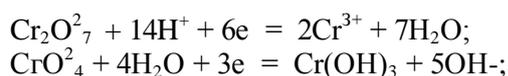
На листе бумаги смешайте 3-5 г измельченного в ступке дихромата калия и порошкообразную серу, взятую в трехкратном избытке по отношению к количеству, найденному по уравнению реакции:



Смесь поместите в ступку, еще раз тщательно перемешайте и разотрите. Перенесите смесь в фарфоровый тигель, поставьте его на фарфоровый треугольник и осторожно нагрейте на газовой горелке в вытяжном шкафу. Когда загорится сера и появится голубое пламя, нагревание тигля прекратите, восстановление дихромата пойдет самопроизвольно. Затем содержимое тигля охладите, разотрите в ступке с 30 мл воды. При этом соединения калия перейдут в раствор, а оксид хрома останется в виде взвеси твердой фазы болотно-зеленого цвета. Полученный оксид хрома отфильтруйте на воронке Бюхнера и на фильтре промойте два раза небольшими порциями дистиллированной воды. После этого осадок высушите. Затем определите выход продукта в процентах от теоретического, исходя из количества дихромата калия. Проведите термодинамический анализ возможности процесса восстановления дихромата серой, укажите интервал температур, в котором он выгоден. Испытайте отношение полученного оксида к кислотам ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ) и раствору щелочи. Запишите свои наблюдения.

### Контрольные вопросы и задачи

1. Какими способами можно получить оксиды хрома? Запишите уравнения реакций.
2. Запишите уравнения реакций, характеризующих амфотерные свойства оксида хрома (III). В чем причина малой реакционной способности прокаленного  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ?
3. Как изменится устойчивость, кислотно-основные свойства в ряду оксидов и гидроксидов хрома:  $\text{CrO} - \text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{CrO}_3$ .  $\text{Cr}(\text{OH})_2 - \text{Cr}(\text{OH})_3 - \text{H}_2\text{CrO}_4 - \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ?
4. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов электродных равновесий:



сопоставьте окислительные свойства  $\text{Cr} (+6)$  в кислой и щелочной средах. В какой среде термодинамически выгоднее проводить процесс окисления  $\text{Cr}^{3+}$ .

5. При каких температурах следует сушить оксид  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , каково его отношение к кислороду воздуха?
6. К какому типу процессов - экзо- или эндотермическим относится реакция, используемая в данной работе? Почему необходимо нагревать смесь  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  с серой в процессе получения  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в настоящей работе?
7. Для чего нужно измельчать исходные продукты?
8. Почему для проведения реакции используется фарфоровый тигель, а не стеклянный стакан?
9. Почему нагревание необходимо проводить в вытяжном шкафу?
10. Для чего промывают полученный оксид хрома (III) водой?
11. Почему для реакции, используемой в работе, необходим избыток серы?

Гродненский государственный аграрный университет.  
Практикум по неорганической химии.  
Отчет студента \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Лабораторная работа: \_\_\_\_\_

Количество получаемого вещества: \_\_\_\_\_

<b>Описание вещества (цвет, агрегатное состояние, отношение к воде и воздуху)</b>	<b>Замечания по ТБ</b>
<b>Схема прибора</b>	<b>Используемая посуда</b>
<b>Уравнение реакций и расчеты</b>	
<b>Ионно-молекулярные уравнения реакции</b>	
<b>Наблюдаемый эффект реакции. Вывод о свойствах.</b>	

Виза преподавателя о допуске к работе: \_\_\_\_\_

Выход продукта: \_\_\_\_\_ грамм; \_\_\_\_\_ процентов;

Перечень операций в данном синтезе:

<b>Методика синтеза</b>
<b>Другие способы получения вещества</b>
<b>Защита работы</b>

Дата: \_\_\_\_\_

## Список литературы:

### Основная

1. Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева. Химические свойства неорганических веществ. М.: «Колос», 2006.
2. Глинка Н.Л. Общая химия.-Л.:Химия, 1990.И.Г. Новиков, И.М. Жарский. Общая и экспериментальная химия. Мн., «Современная школа», 2007.
3. И.М.Жарский, А.Л. Кузьменко, С.Е.Орехова. Теоретические основы химии. Сборник задач., Мн., 2004.
4. И.М.Жарский, А.Л. Кузьменко, С.Е.Орехова. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии. Под редакцией Г.И. Новикова. Мн., изд-во «Дизайн ПРО», 1998.
5. Н.С. Ахметов. Общая и неорганическая химия. М.: «Высшая школа», 1998.
6. М.Х. Карапетьянц, С.И.Дракин. Общая и неорганическая химия. М.: «Химия», 1992.
7. Общая химия в формулах, определениях, схемах./Под ред. В.Ф.Тикавого.- Мн.: изд-во БГУ, 1987.
8. Д.А.Князев, С.Н. Смарыгин. Неорганическая химия. -М.: ВШ, 1990.
9. Н.В.Коровин. Курс общей химии. -М.: ВШ, 1990.
10. Задачи и упражнения по общей химии./Под ред. Проф. Н.В. Коровина. -М.: ВШ, 2003.
11. Л.М. Романцева. и др. Сборник задач и упражнений по общей химии.-М.: ВШ, 1980.
12. Л.М.Витинг, Л.А. Резницкий. Задачи и упражнения по общей химии.-М.: МГУ, 1995.

### Дополнительная.

1. Я.А. Угай. Общая химия. -М.: ВШ, 1984.
2. Я.А. Угай. Неорганическая химия.-М.: ВШ, 1989.
3. Г.П. Хомченко., И.К.Цитович. Неорганическая химия. -М.: ВШ, 1978.
4. Н.Л. Глинка. Общая химия.-Л.:Химия, 1990.
5. Н.Л. Глинка. Задачи и упражнения по общей химии. -Л.:Химия, 1988.
6. Б.В. Некрасов. Основы общей химии. -М.: Химия, 1973.
7. Петров М.М., Михилев Л.А., Кукушкин Ю.Н. Неорганическая химия. – Л.: Химия, 1981.

Учебное издание

**Апанович** Зинаида Васильевна

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Методические указания

Ст. корректор Ж.И. Бородина  
Компьютерная верстка: А.В. Сычевник

Подписано в печать  
Формат 60 x 84/16. Бумага офсетная. Гарнитура. Таймс.  
Печать. Riso . Усл. печ.л. 8.25. Уч. Изд.л. 9,14  
Тираж 250 экз. Заказ №

Учреждение образования  
«Гродненский государственный аграрный университет»  
Л.И. № 02330/0133326 от 29. 06. 2004.

Отпечатано на технике издательско-полиграфического отдела  
Учреждения образования «Гродненский государственный  
аграрный университет»  
230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28

