



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВ**

**Направление подготовки**

**22.03.02 Metallurgy**

**Профиль подготовки**

**Metallurgy of non-ferrous metals**

**Уровень высшего образования**

**Applied Bachelor**

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgy  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Задания и методические рекомендации к выполнению контрольной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Методы контроля и анализа веществ».

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.02	Металлургия	04.12.2015	1427
Автор – разработчик	Федоровых Н.В.		
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук		
Заведующий кафедрой «Металлургия»	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доц.		
Продолжительность модуля/дисциплины:	108 часов (3 ЗЕ)		
Место проведения	Мобильная учебная аудитория (424), Лаборатория химических и физико-химических методов анализа (54/1)		
Цель модуля/дисциплины:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– расширение и углубление знаний о химических свойствах элементов и их соединений, входящих в состав сырья, промежуточных и конечных продуктов металлургического производства;</li> <li>– ознакомление с основными методами аналитического контроля материалов металлургического производства и их рациональному выбору на основе аналитических и метрологических характеристик в зависимости от цели контроля, технических требований, экономической целесообразности.</li> </ul>		

Контрольная работа является составной частью самостоятельной работы обучающихся. Контрольная работа по дисциплине «Методы контроля и анализа веществ» предусмотрены на 4 курсе в 7 семестре (заочная форма обучения).

Выполнение контрольных работ имеет целью закрепление обучающимися полученных на лекциях теоретических знаний и практического опыта, приобретенного на практических занятиях, предусматривает самостоятельное изучение программного учебного материала по учебникам и учебным пособиям, выполнение индивидуальной контрольной работы и подготовку к зачету.

Контрольная работа должна быть выполнена на одной стороне белой писчей бумаги формата А4 печатным или рукописным способом.

В состав контрольной работы входят теоретические задания, которые выполняются каждым студентом независимо от варианта и практические задания, выполняемые по вариантам. При выполнении контрольной работы необходимо указать номер варианта (номер варианта назначает преподаватель), номер задания и привести его полное условие.

При выполнении контрольной работы следует обратить внимание на следующий момент: ответы на вопросы должны быть четкими, конкретными и полностью соответствовать условию задачи. В конце работы обязательно следует привести список использованной литературы. Работа должна быть аккуратно оформлена, датирована, подписана студентом и представлена в университет на проверку не позднее, чем за две недели до начала сессии.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой контрольной работе проводится защита работы.

В период сессии студент получает проверенную работу и в случае положительной оценки допускается до ее защиты. Если работа имеет отрицательный отзыв, то студент не допускается к ее защите. Такая работа возвращается студенту, ее следует доработать с учетом всех замечаний, и после этого представить к защите.

Контрольная работа, выполненная студентом по другому варианту, на проверку не принимается.

## **Контрольная №1**

### **Теоретические задания**

*Задание № 1.* Кулонометрия. Использование кулонометрических анализаторов в аналитическом контроле металлургического производства.

Нарисовать принципиальную схему кулонометрического анализатора на углерод. Записать реакции, протекающие в ходе определения углерода. Привести формулу, лежащую в основе расчета массовой доли углерода в сплаве. Объяснить, как подбираются стандартные образцы для калибровки анализатора.

*Задание № 2.* Использование атомно-эмиссионного спектрального анализа в сервисной службе аналитического контроля металлургического производства.

Нарисовать оптическую схему квантометра и объяснить, как используются эти приборы для анализа сталей и сплавов.

*Задание № 3.* Методы локального анализа поверхности твердого тела

1. Электроннозондовый рентгеноспектральный микроанализ (РСПМА). Нарисовать принципиальную схему микрозонда и описать его возможности для анализа.

2. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС) и ожеэлектронная спектроскопия (ОЭС) для анализа поверхности. Охарактеризовать аппаратное оформление методов. Описать содержание получаемой информации.

### **Электрохимические методы анализа**

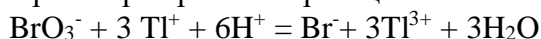
1. Навеску сплава массой 0,6578 г растворили и через полученный раствор в течение 20 минут пропускали ток силой 0,20 А, в результате чего на катоде выделилась медь. Определить массовую долю (% , масс.) меди в сплаве, если выход по току составлял 80 % .
2. Из анализируемого раствора, содержащего ионы металла  $M^{+3}$ , в результате электролиза при силе тока 1 А за 50 мин было выделено на катоде 0,2800 г металла. Определить, какой металл выделился на катоде.
3. Навеску сплава массой 2,1574 г растворили и после соответствующей обработки довели объем раствора до 100 мл. Определить массовую долю (% , масс.) серебра в сплаве, если при потенциометрическом титровании 25 мл приготовленного раствора раствором хлористого натрия с концентрацией  $c(\text{NaCl})=0,1250$  моль/л получили следующие результаты:

V (NaCl), мл	16,0	18,0	19,0	19,5	19,9	20,0	20,1	20,5	21
E, мВ	689	670	652	634	594	518	441	401	383

Указания к решению задачи.

Кривую потенциометрического титрования построить в координатах  $E - V$  и  $\Delta E/\Delta V - V$ .

4. Из навески сплава массой 2,0400 г таллий перевели в  $Tl^{+1}$  и оттитровали раствором  $KBrO_3$  с концентрацией  $c(1/6 KBrO_3) = 0,1000$  моль/л в хлороводородной среде. В процессе титрования в растворе протекает реакция



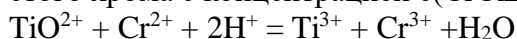
Вычислить массовую долю (% , масс.) таллия в сплаве по следующим результатам потенциометрического титрования:

V ( $KBrO_3$ ), мл	2,0	10,0	18,0	19,8	20,0	20,2	22,0
E, мВ	1251	1280	1309	1339	1407	1430	1451

Указания к решению задачи.

Кривую потенциометрического титрования построить в координатах  $E - V$  и  $\Delta E/\Delta V - V$ .

5. Из навески сплава массой 0,6000 г титан перевели в  $TiO_2^{+}$  и оттитровали раствором хлористого хрома с концентрацией  $c(\text{CrCl}_2) = 0,1000$  моль/л:



Вычислить массовую долю (% , масс.) таллия в сплаве по следующим результатам потенциометрического титрования:

V ( $CrCl_2$ ), мл	2,0	10,0	18,0	19,8	20,0	20,2	22,0
E, мВ	159	100	41	-18	-155	-292	-351

Указания к решению задачи.

Кривую потенциометрического титрования построить в координатах  $E - V$  и  $\Delta E/\Delta V - V$ .

6. Для определения содержания примеси свинца в металлическом алюминии навеску последнего массой 5,1340 г растворили, перенесли в мерную колбу на 50 мл и раствор довели до метки водой. При снятии полярограммы высота волны  $h$  оказалась равной 9 мм. При полярографировании стандартных растворов соли свинца получили следующие результаты:

$c(\text{Pb}) \cdot 10^6$ , г/мл	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$h$ , мм	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0

Построить калибровочный график в координатах  $h - c$  и определить массовую долю (% , масс.) свинца в металлическом алюминии.

7. Навеску стали, содержащей медь, массой 0,2000 г растворили в азотной кислоте и объем полученного раствора довели водой до 50 мл. При полярографировании 5 мл. раствора в 20 мл. фона высота волны  $h = 37$  мм. При полярографировании 25 мл эталонного раствора, содержа-

щего  $3 \cdot 10^{-5}$  г меди, высота волны  $h$  оказалась равной 30 мм. Определить массовую долю меди (% , масс.) в стали.

8. Для определения содержания свинца в цинковой руде методом добавок навеску руды массой 1,0000 г растворили и после соответствующей обработки объем раствора довели до 200 мл. Для снятия полярограммы взяли 20 мл. этого раствора. Высота волны  $h$  оказалась равной 25 мм. После прибавления в раствор 0,004 г свинца высота волны увеличилась до 35 мм. Определить массовую долю свинца (% , масс.) в анализируемой руде.

9. Навеску минерала массой 0,5650 г, содержащего титан, растворили и после соответствующей обработки разбавили водой до 200 мл. При полярографировании 10 мл раствора, содержащего  $Ti(IV)$ , высота волны  $h$  оказалась равной 55 мм. После прибавления 0,25 мл раствора  $TiCl_4$  с титром  $T(Ti) = 0,0000350$  г/мл высота волны  $h$  увеличилась до 63,5 мм. Определить массовую долю (% , масс.)  $TiO_2$  в минерале.

10. Определить концентрацию свинца (г/мл), если при амперометрическом титровании 10,0 мл анализируемого раствора рабочим раствором сульфата натрия с титром по свинцу, равным  $T(Na_2SO_4/Pb) = 0,00640$  г/мл, получили следующие данные:

V ( $Na_2SO_4$ ), мл	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Диффузионный ток , мкА	215	163	113	60	40	39

Указания к решению задачи.

Титр рабочего раствора по определяемому веществу показывает количество граммов определяемого вещества (свинца), эквивалентное в данной реакции 1 мл рабочего раствора (сульфата натрия).

11. Вычислить электродный потенциал медного электрода, опущенного в раствор его соли с концентрацией меди  $c(Cu^{2+}) = 0,1$  моль/л.

12. Вычислить концентрацию ионов меди в растворе  $CuSO_4$ , при условии, что электродный потенциал меди в нем равен нулю.

13. На кулонометрическое титрование церия (IV) в 0,1 М растворе  $Fe(III)$  электрогенерируемыми ионами  $Fe(II)$  при силе тока 30 мА потребовалось 100 с. Определите массу церия (IV) в анализируемом растворе.

14. Рассчитайте потенциал платинового электрода, опущенного в раствор  $FeSO_4$ , который на 99,9 % оттитрован раствором  $KMnO_4$

15. Для определения примеси железа в алюминии использовали метод кулонометрического титрования ионов  $Fe^{3+}$  электровосстанавливаемыми ионами  $Sn^{2+}$  при постоянной силе тока 4 мА. Точка эквивалентности фиксировалась потенциометрическим методом. Время электролиза составило 100 с. Навеска алюминия 1,0005 г. Вычислить массовую долю железа (% , масс.) в алюминии.

16. Концентрацию кадмия в растворе определяли полярографически методом добавок. Для анализируемого раствора объемом 15 мл высота полярографической  $h$  волны оказалась равной 25 мм. После добавления в анализируемый раствор 1 мл стандартного раствора хлорида кадмия с концентрацией 0,105 моль/л высота волны  $h$  увеличилась до 30 мм. Вычислить концентрацию кадмия в растворе в моль/л.

17. Для определения содержания меди в стали навеску стали массой 0,1985 г растворили в азотной кислоте, перенесли полученный раствор в мерную колбу вместимостью 50 мл и довели до метки водой. При полярографировании 5 мл полученного раствора в 20 мл фона высота полярографической волны равна 35 мм. При полярографировании 25 мл эталонного раствора, содержащего  $3 \cdot 10^{-5}$  г меди, высота волны оказалась равной 29 мм. Определить массовую долю меди (% , масс.) в стали.

18. Какое время необходимо для полного выделения кадмия из 20 мл раствора с концентрацией  $c(1/2\text{CdSO}_4) = 0,05$  моль/л, если сила тока равна 0,1 А. А выход по току равен 90% ?

### Титриметрические методы определения элементов

19. Определение марганца в черных металлах и сплавах производится персульфатно-серебряным методом. Навеску стали массой 1,0150 г растворили в смеси кислот; при этом марганец окислился до  $\text{Mn}^{2+}$ . Затем с помощью надсернокислового аммония в присутствии катализатора нитрата серебра  $\text{Mn}^{2+}$  окислили до  $\text{MnO}_4^-$ . После охлаждения полученный раствор оттитровали 20,5 мл раствора мышьяковистокислого натрия  $\text{NaAsO}_2$  до перехода малиновой окраски раствора в зеленую. Титр рабочего раствора по марганцу  $T(\text{NaAsO}_2/\text{Mn}) = 0,000168$  г/мл. Рассчитать массовую долю (% , масс.) марганца в стали и записать все реакции, протекающие в растворе при этом определении.

20. Навеска руды массой 0,2133 г, содержащей железо, растворена в соляной кислоте. Железо восстановлено до  $\text{Fe}^{2+}$  и затем оттитровано 17,2 мл раствора  $\text{KMnO}_4$  с концентрацией  $c(1/5 \text{KMnO}_4) = 0,1117$  моль/л. Вычислить массовую долю железа в руде (% , масс.) и записать все реакции, протекающие при этом определении.

21. Для определения концентрации рабочего раствора иода навеску стандартного образца сплава массой 2,0140 г, содержащего 0,06 масс. % серы, сожгли в токе кислорода. На титрование раствора, полученного после поглощения  $\text{SO}_2$ , израсходовали 7,4 мл раствора иода. Вычислить титр рабочего раствора иода по сере и записать реакции, протекающие при этом определении.

22. Для определения серы навеску сплава ферровольфрама массой 1,2130 г сожгли в токе кислорода. На титрование раствора после поглощения  $\text{SO}_2$  израсходовали 8,1 мл раствора иода с титром по сере  $T(\text{I}_2/\text{S}) = 0,00021$  г/мл. Рассчитать массовую долю серы (% , масс.) в сплаве и записать реакции, протекающие при определении.

23. Для определения концентрации рабочего раствора арсенита натрия  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$  взяли навеску стандартного образца стали массой 1,2860 г, содержащей 1,22 % масс. марганца. После соответствующей обработки на титрование полученной марганцевой кислоты  $\text{HMnO}_4$  было израсходовано 22,4 мл рабочего раствора. Рассчитать титр раствора арсенита по марганцу.

24. Какой объем перманганата калия  $\text{KMnO}_4$  достаточен для окисления железа в виде  $\text{Fe}^{2+}$  из навески руды массой 0,40 г, содержащей около 50 масс. % железа? Концентрация рабочего раствора  $c(1/5 \text{KMnO}_4) = 0,1$  моль/л.

25. Рассчитать массовую долю меди (%) в руде по следующим данным: из навески руды массой 0,5100 г медь после ряда операций была переведена в раствор в виде  $\text{Cu}^{2+}$ ; при добавлении к этому раствору иодида калия выделился иод, на титрование которого пошло 14,10 мл тиосульфата натрия, имеющего титр по меди  $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cu}) = 0,0065$  г/мл.

26. Какую навеску руды, содержащей примерно 70 масс. %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  надо взять для анализа, чтобы после соответствующей ее обработки на титрование шло 20 ... 30 мл раствора  $\text{KMnO}_4$  с концентрацией  $c(1/5 \text{KMnO}_4) = 0,1$  моль/л.

27. Для определения содержания хрома навеску феррохрома массой 0,2 г путем ряда операций перевели в раствор, окислили хром до дихромат-иона  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  надсернокислым аммонием  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  в присутствии катализатора азотнокислового серебра. Для восстановления дихромат-иона до  $\text{Cr}^{3+}$  использовали раствор двойной соли сернокислового железа (II) и аммония в присутствии индикатора (фенилантраниловой кислоты). На титрование пошло 30,5 мл рабочего раствора с титром по хрому  $T(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{FeSO}_4/\text{Cr} = 0,004013$  г/мл. Вычислить массовую долю хрома в образце и записать реакции, протекающие при титровании.

28. Для определения содержания свинца в руде взята навеска руды массой 5,000 г. После растворения ее в кислоте ион  $\text{Pb}^{2+}$  осажден в виде  $\text{PbCrO}_4$ , осадок отфильтрован, промыт и растворен в смеси  $\text{HCl}$  и  $\text{KI}$ . Выделенный при этой реакции иод оттитрован 42,0 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,5000$  моль/л. Записать уравнения реакций, проте-

кающих при определении, рассчитать эквивалентную массу свинца, используя закон эквивалентов, и титр тиосульфата по свинцу  $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Pb})$ . Вычислить массовую долю (% , масс.) свинца в руде.

29. При определении содержания серы в угле навеску воздушно-сухой пробы массой 0,2750 г сожгли в токе кислорода и выделившийся газ пропустили через раствор перекиси водорода. Образовавшуюся серную кислоту оттитровали 12,6 мл раствора едкого натра с концентрацией  $T(\text{NaOH/S}) = 0,0001446$  г/мл . Вычислить массовую долю серы (% , масс.) в воздушно-сухой пробе.

30. Определение кальция в приготовленном растворе мартеновского шлака проводили перманганатометрическим методом. Для этого растворили навеску образца массой 1,050 г и приготовленный для анализа раствор перенесли в мерную колбу вместимостью 250 мл. Аликвотную часть 5 мл разбавили водой и добавили 10 мл раствора щавелевой кислоты с концентрацией  $c(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,1016$  моль/л, избыток которой оттитровали 5,20 мл раствора перманганата калия с концентрацией  $c(1/5\text{KMnO}_4) = 0,1022$  моль/л. Вычислить массовую долю (% , масс.) кальция в анализируемом образце шлака.

31. К 10 мл раствора, содержащего кальций, добавили 10 мл раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , избыток которого оттитровали 4,25 мл раствора перманганата калия с концентрацией  $c(1/5\text{KMnO}_4) = 0,1040$  моль/л. На 1 мл раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  при титровании расходуется 1,02 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Определить массовую долю (% , масс.) кальция в анализируемом растворе.

32. Сколько миллиграммов иода содержится в анализируемом растворе, если на титрование его пошло 20 мл раствора тиосульфата с концентрацией  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1040$  моль/л.

33. Из навески руды массой 0,5100 г медь после ряда операций была переведена в раствор в виде  $\text{Cu}^{2+}$ . При добавлении к этому раствору иодида калия выделился иод, на титрование которого пошло 14,10 мл тиосульфата натрия, имеющего титр по меди  $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{Cu}) = 0,0065$  г/мл. Рассчитать массовую долю меди (% , масс.) в анализируемой руде.

34. Для определения содержания алюминия к анализируемому раствору добавили 25,0 мл 0,040 М раствора ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА было израсходовано 5,00 мл 0,035 М раствора  $\text{ZnSO}_4$ . Вычислить массу (г) алюминия в анализируемом растворе.

35. Определение кальция в приготовленном растворе шлака проводили перманганатометрическим методом. Для этого к анализируемому раствору добавили 10 мл раствора щавелевой кислоты с концентрацией  $c(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,1016$  моль/л, избыток которой оттитровали 5,20 мл раствора перманганата калия с концентрацией  $c(1/5\text{KMnO}_4) = 0,1022$  моль/л. Вычислить массовую долю (% , масс.) кальция в растворе.

36. При определении общей жесткости воды использовали комплексометрическое титрование. На титрование 100 мл пробы анализируемой воды израсходовано 5,20 мл 0,0200 М раствора ЭДТА. Вычислить жесткость воды по содержанию карбоната кальция (мг/л).

### **Гравиметрический метод определения элементов**

37. При определении серы в чугунае его обрабатывают кислотой и выделившийся сероводород улавливают раствором соли кадмия. Обработывая осадок раствором сульфата меди, переводят его в сульфид меди. При прокаливании получают оксид меди, который взвешивают. Вычислить аналитический множитель для этого определения.

38. Из навески стали массой 1,0000 г получили осадок  $\text{SiO}_2$  и  $\text{WO}_3$  общей массой 0,1021 г. После обработки осадка фтороводородной кислотой и отгонки кремния масса остатка стала равной 0,0712 г. Вычислить массовую долю (% , масс.) кремния и вольфрама в стали.

39. Из 2,7000 г сплава получили 0,2004 г  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и 0,0518 г  $\text{SiO}_2$ . Вычислить массовую долю (% , масс.) алюминия и кремния в сплаве.

40. Из навески алюминиевого сплава массой 5,0000 г получили 0,0560 г  $\text{SnO}_2$ . Вычислить массовую долю (% , масс.) олова в сплаве.

41. Из навески серного колчедана массой 0,1500 г при определении серы получили осадок  $\text{BaSO}_4$  массой 0,5155 г. Рассчитайте массовую долю (% , масс.) серы в колчедане и аналитический множитель (фактор пересчета) для этого определения.
42. Вычислить массовую долю (% , масс.)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  в магнитном железняке, если из навески руды массой 0,5000 г получили 0,3089 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Вычислить аналитический множитель (фактор пересчета) для этого определения.
43. Вычислить массовую долю (% , масс.) свинца в бронзе, если из навески образца массой 1,000 г получили 0,0430 г  $\text{PbSO}_4$  и аналитический множитель (фактор пересчета) для этого определения.
44. Для определения содержания кремния взята навеска чугуна массой 0,5000 г; полученная в результате определения масса  $\text{SiO}_2$  равна 0,0227 г. Вычислить массовую долю кремния (% , масс.) в чугуне.
45. Для определения содержания железа в руде его осаждают аммиаком в виде  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , который при прокаливании переходит в  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Какой объем раствора аммиака с концентрацией  $c(\text{NH}_3) = 1$  моль/л потребуется для осаждения железа из 0,2 г руды, содержащей 20 масс. %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?
46. Какую навеску сплава, содержащего около 65 масс. %  $\text{Pb}$ , требуется взять для анализа, если свинец определяют в виде  $\text{PbSO}_4$ , а масса осадка около 0,5 г?
47. В анализируемой пробе шлака массой 0,2 г содержится примерно 40 масс. %  $\text{CaO}$ . Для точного определения его содержания использован метод гомогенного осаждения кальция щавелевой кислотой, медленно генерирующейся в анализируемом растворе при введении в него этилоксалата:
- $$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$$
- Вычислить, сколько граммов этилоксалата  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{C}_2\text{O}_4$  нужно взять для определения содержания кальция по этой схеме с учетом 10 %-ного избытка осадителя.
48. При определении содержания магния в мартеновском основном шлаке навеску анализируемого образца массой 1,1090 г растворили и осадили магний в виде  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ . После прокалывания осадка масса гравиметрической формы  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  оказалась равной 0,2076 г. Вычислить массу (г) магния в анализируемом растворе и аналитический множитель (фактор пересчета) для этого определения.
49. Определить массовую долю фосфора в навеске сплава массой 3,5442 г, если масса прокаленного пирофосфата магния  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  равна 0,06402 г. Вычислить аналитический множитель (фактор пересчета) для этого определения.
50. Какую навеску сплава, содержащего около 0,40 % фосфора, требуется взять для определения фосфора гравиметрическим методом, чтобы масса гравиметрической формы  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  не превышала 0,1 г?
51. Вычислить, какой объем 0,1000 М хлорида бария потребуется затратить для осаждения серы в виде  $\text{BaSO}_4$  из навески  $\text{FeS}_2$  массой примерно 0,5 г?
52. Проба воздушно-сухого угля содержит примерно 5 масс. % влаги. Какую навеску угля следует взять для определения влажности методом высушивания, если изменение в массе осадка до и после высушивания должно быть примерно 0,1 г?
53. Проба донецкого угля содержит примерно 2 масс. % аналитической влаги и 2 масс. % серы (в пересчете на сухую пробу). Вычислить навеску воздушно-сухого угля, требуемую для определения в нем содержания серы при использовании в качестве весовой формы сульфата бария, учитывая, что при этом масса прокаленного осадка не должна превышать 0,4 г?
54. Сколько миллилитров 2 М раствора хлорида бария потребуется для осаждения сульфата, полученного при обработке 1,000 г твердого топлива, содержащего примерно 4 масс. % серы?



**1. Теоретические задания, которые выполняются каждым студентом независимо от варианта**

**2. Варианты практических заданий**

№ варианта	Номера заданий		
	1	2	3
1.	1	19	37
2.	2	20	38
3.	3	21	39
4.	4	22	40
5.	5	23	41
6.	6	24	42
7.	7	25	43
8.	8	26	44
9.	9	27	45
10.	10	28	46
11.	11	29	47
12.	12	30	48
13.	13	31	49
14.	14	32	50
15.	15	33	51
16.	16	34	52
17.	17	35	53
18.	18	36	54
19.	10	24	51
20.	15	19	40

**Критерии оценки:**

Контрольная работа оценивается **положительно** и допускается до защиты, если выполнено правильно не менее 30 % заданий и

– студент показывает глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения; ответ изложен грамотно и логично;

– студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ,

– если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные сужденияно содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

Контрольная работа оценивается **отрицательно** и не допускается до защиты, если выполнено правильно менее 30 % заданий и

– студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.