

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский государственный университет им.
А.М. Горького»

ИОНЦ «Экология и природопользование»

Химический факультет

Кафедра аналитической химии

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО КУРСУ
**«ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ОБЪЕКТОВ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ»**

ЕКАТЕРИНБУРГ 2008

Типы спектров, их характеристики.

1. Поясните следующие термины: стационарное состояние, энергетические уровни, основное (нормальное) состояние, возбужденное состояние, поглощение, испускание, фотон, длина волны, частота, волновое число, спектральная линия, интенсивность спектральной линии, заселенность энергетических уровней, спектр поглощения, спектр испускания.
2. Объясните происхождение спектров испускания (эмиссионных) и спектров поглощения (абсорбционных) атомов и молекул с позиции квантовой теории.
3. Какими величинами характеризуются линии и полосы, наблюдаемые в спектрах испускания и поглощения?
4. Какие энергетические уровни и переходы изучают в: а) атомной спектроскопии; б) в молекулярной спектроскопии?
5. Для каких систем характерно появление: а) линейчатых; б) полосатых спектров?
6. Какие из указанных частиц K, Na, CO, Ar, N₂, CaOH, MnO₄⁻, CH₄ имеют в электронных спектрах линии, а какие – полосы?
7. Какой интервал длин волн отвечает оптическому диапазону?
8. Какой области спектра соответствует излучение с длиной волны: а) 703 нм; б) 11.5 см; в) 3.62 мкм; г) 9.25 Å? Каким энергетическим переходам оно отвечает? Какие методы анализа основаны на этих переходах?
9. Спектр газообразного цезия прост и напоминает спектр газообразного лития, а спектр газообразного железа чрезвычайно сложен. Дайте качественное объяснение этого различия.
10. Какие электронные переходы называют резонансными? Почему при определении элементов пламенно-эмиссионным методом используют резонансные линии, соответствующие переходам с первого возбужденного уровня?
11. Сформулируйте правила отбора электронных переходов в атомах. Укажите разрешенные переходы для термов: 2S , 2P , 2D .

12. По каким принципам можно классифицировать спектроскопические методы?

13. Что такое электромагнитный спектр? Как он изображается графически?

14. Укажите причины уширения спектров поглощения и флуоресценции молекул?

15. Почему любая спектральная линия имеет конечную ширину? Укажите по крайней мере три причины, обуславливающие уширение спектральных линий.

16. На чем основано применение спектров в качественном и количественном анализе?

17. Какие частицы имеют в спектрах широкие полосы поглощения?

- a. Атомы
- b. Молекулы
- c. Ионы

18. Какой характер имеют молекулярные спектры поглощения веществ в конденсированном состоянии?

- a. Сплошной спектр
- b. Спектр с широкой полосой
- c. Линейчатый спектр
- d. Спектр с тонкой структурой на основной полосе

19. Какие изменения в спектре поглощения вещества наиболее вероятны при переходе его из конденсированного состояния в газообразное?

- a. Наблюдается гипсохромный сдвиг
- b. Увеличивается ширина полосы поглощения
- c. Наблюдается батохромный сдвиг
- d. Проявится тонкая структура на основной полосе

20. Что представляет собой спектр возбуждения и что он характеризует?

а. Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты или длины волны возбуждающего света; эффективность поглощения флуоресцирующими молекулами возбуждающего излучения.

б. Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты или длины волны излучения; спектральное излучение флуоресцирующих частиц.

с. Графическая зависимость интенсивности возбуждающего света от его частоты или длины волны; активное возбуждение флуоресцирующих частиц.

21. Какой вид спектров преимущественно используют в атомно-абсорбционной спектрометрии?

- а. Сплошные
- б. Полосатые
- с. Линейчатые

22. Перечислите особенности спектров флуоресценции.

Спектральные приборы

1. Перечислите основные характеристики спектральных приборов. В чем смысл их применения для описания эксплуатационных характеристик таких приборов?

2. Нарисуйте блок-схемы абсорбционных, эмиссионных и люминесцентных спектрометров.

3. Чем отличаются одноканальные спектрометры от многоканальных? Приведите примеры таких приборов.

4. В каких спектрографических методах и почему выгодно применять Фурье-спектрометры?

5. Укажите два способа «развертки» спектра по частоте.

6. Перечислите основные требования, которым должен удовлетворять «идеальный» источник электромагнитного излучения.

7. Укажите типичные источники излучения, в которых излучателем служит нагретое тело.

8. Укажите специфические особенности лампы с полым катодом, как источника излучения. В каких методах анализа используются лампы с полым катодом?

9. В каких методах анализа используется пламя?

10. Почему надо монохроматизировать электромагнитное излучение при получении спектров?

11. Перечислите основные способы монохроматизации.

12. Какие спектральные приборы называют монохроматорами и полихроматорами. Укажите три основные характеристики монохроматора.

13. От каких параметров зависит разрешение спектрального прибора? Сформулируйте критерий Рэлея разрешения двух спектральных линий.

14. Оцените порядок величины разрешающей силы монохроматора, способного к разрешению спектральных линий, расположенных друг от друга на расстоянии 1 нм в области 400 нм.

15. Что характеризуют линейная дисперсия и обратная линейная дисперсия прибора?

16. Сформулируйте роль светосилы монохроматора в спектральном анализе. Какие параметры прибора определяют его светосилу?

17. Перечислите типы светофильтров.

18. Имеется набор следующих светофильтров:

Светофильтр	Область сплошного пропускания, нм	Интервал длин волн с максимум пропускания, нм	Область сплошного поглощения, нм
1	<440	440-500	>500
2	<550	500-560	>560
3	<580	580-640	>640
4	-	580-670	<580 и >670
5	>590	540-590	<540
6	>560	480-560	<480

7	>490	430-490	<430
---	------	---------	------

На основании этих данных: а) определите цвет светофильтров 1 и 4; б) выберите светофильтр (или комбинацию светофильтров) для анализа синего раствора; в) выберите светофильтр (или комбинацию светофильтров) для анализа раствора с сильным поглощением при 520 нм; г) определите цвет раствора, для которого подходит комбинация светофильтров 3 и 4?

Какие устройства могут служить приемниками излучения (детекторами)?

19. В чем преимущества электротермического способа атомизации по сравнению с пламенным в атомно-абсорбционном анализе?

20. Что нельзя использовать в качестве монохроматора в спектрофотометрах?

- а. Светофильтры
- б. Призма и щель
- с. Дифракционные решетки

21. Какую функцию выполняет диспергирующий элемент в спектрофотометре?

- а. Обеспечивает равномерную освещенность входной щели прибора
- б. Выделяет из непрерывного спектра излучения узкий интервал частот
- с. Формирует параллельный пучек лучей
- д. Фокусирует изображение входной щели в фокальной плоскости

22. В какой области спектра целесообразно использовать приборы с кварцевой оптикой?

- а. УФ область
- б. Видимая область
- с. Ближняя ИК область
- д. Дальняя ИК область

23. Укажите правильное понятие разрешающей силы прибора.

а. Величина спектрального интервала, приходящегося на линейный интервал в фокальной плоскости объектива монохроматора

- b. Минимальное расстояние между двумя спектральными полосами
- c. Величина светового потока на 1 мм диаметр коллиматора
- d. Число длин волн на 1мм входной щели монохроматора

24. Какие способы атомизации используются в серийных атомно-абсорбционных приборах?

- a. Дуга постоянного и переменного тока
- b. Пламя и графитовая кювета
- c. Дуга переменного тока и графитовая кювета
- d. Пламя и искра

25. Какие источники света используются в атомно-абсорбционном анализе?

- a. Дающие сплошной спектр
- b. Дающие полосатый спектр
- c. Дающие линейчатый спектр

26. Какие источники света дают возможность получить линейчатый спектр в методе атомной абсорбции?

- a. Лампа дейтериевая и лампа накаливания
- b. Лампа с полым катодом и высокочастотная безэлектродная лампа
- c. Лампа накаливания и лампа с полым катодом
- d. Свет солнца и высокочастотная безэлектродная лампа

27. Какие спектральные приборы используются в эмиссионной спектрометрии пламени?

- a. Спектрофотометры и квантометры
- b. Спектрофотометры и спектрографы
- c. Фотометры и спектрофотометры
- d. Фотометры и квантометры
- e. Фотометры и спектрографы

28. Чем отличается фотометр от спектрофотометра?

a. Имеет малую разрешающую способность, спектральная линия или полоса выделяется призмным монохроматором

b Имеет большую разрешающую способность, спектральная линия или полоса выделяется светофильтром

c Имеет малую разрешающую способность, спектральная линия или полоса выделяется дифракционной решеткой

d Имеет малую разрешающую способность, спектральная линия или полоса выделяется светофильтром

29. Какие преимущества имеют спектрофотометры по сравнению с фотометрами?

a Возможность определения большого числа элементов в более широком интервале концентраций с более высокой точностью

b Возможность определения большого числа элементов с более низким пределом обнаружения и высокой селективностью

c Экспрессность, более высокая точность, устранены взаимные влияния элементов

30. Какие приемники излучения используются в серийных пламенных фотометрах?

a Фотоэлемент, фотопластинка

b Фотоэлектронный умножитель, фотопластинка

c Набор селективных по спектральной чувствительности фотоэлементов

d Фотоэлемент в сочетании с фотоэлектронным умножителем

31. Объясните роль индуктора в получении индуктивно связанной плазмы.

32. Почему горелка для получения ИСП выполняется в виде трехтрубчатого плазмотрона?

33. Каким требованиям должен удовлетворять источник излучения в атомно-флуоресцентном методе? Можно ли использовать источники непрерывного спектра?

34. Какие источники излучения используются в атомно-абсорбционном методе анализа?

35. Какой тип горелки – прямоточная или щелевая с предварительным смешиванием – используют в качестве атоизатора в атомно-абсорбционном методе?

Молекулярная абсорбционная спектроскопия

1. Сформулируйте основные законы светопоглощения, используемые для спектрофотометрических соединений.

2. Назовите оптимальные объекты спектрофотометрического определения. Какими значениями коэффициентов поглощения характеризуются такие вещества?

3. Перечислите основные причины погрешностей в спектрофотометрии.

4. Укажите, какое из нижеперечисленных выражений характеризует связь между коэффициентом пропускания (T , %) и оптической плотностью (A):

1) $A = 2 - \ln T$; 2) $A = 2 - \lg T$; 3) $A = -\lg T$; 4) $A = 2 \cdot \lg T$

5. Какой фактор не влияет на молярный коэффициент поглощения?

- a) температура
- b) длина волны проходящего света
- c) концентрация раствора
- d) природа вещества

6. Укажите физический смысл молярного коэффициента поглощения:

- a) спектральная плотность внешнего поля излучения;
- b) величина, определяющая скорость излучения в диэлектрике;
- c) убыль интенсивности излучения на единицу длины пути;
- d) вероятность перехода из основного в возбужденное состояние.

7. Назовите критерий разрешения двух спектральных линий:

- a) положение максимумов отличается на 1 нм;
- b) положение максимумов отличается на 10 нм;
- c) глубина провала между ними составляет 20% высоты максимумов;
- d) глубина провала между ними составляет 10% высоты максимумов.

8. Какой фактор не вызывает уширения спектральных линий?

- a) увеличение температуры;
- b) уменьшение давления;
- c) увеличение массы частиц в результате изотопного обмена;
- d) изменение агрегатного состояния (переход из газообразного в жидкое в результате конденсации).

9. Что является основной характеристикой величины поглощения среды (раствора) при данной длине волны?

- a) интенсивность падающего излучения;
- b) молярный коэффициент поглощения;
- c) коэффициент пропускания;
- d) оптическая плотность;
- e) интенсивность прошедшего излучения.

10. Что используют в качестве раствора сравнения в дифференциальном спектрофотометрическом методе в случае соблюдения основного закона светопоглощения?

- a) чистый растворитель;
- b) раствор реагента;
- c) раствор поглощающего соединения любой концентрации.

11. Какую величину используют для сравнительной оценки чувствительности фотометрических реакций?

12. Что такое раствор сравнения в фотометрическом анализе? Каков его состав и назначение?

13. Каковы оптимальные интервалы измерения величин пропускания и оптической плотности? Чем они определяются?

14. В каком случае тангенс угла наклона градуировочного графика в методе спектрофотометрии будет наибольшим?

- a) при малом значении ϵ и монохроматическом излучении;
- b) при работе с источниками возбуждения со сплошным излучением;
- c) при возбуждении монохроматическим излучением и большим значении ϵ .

Атомно-абсорбционная спектроскопия

1. На чем основан метод атомной абсорбции?

- a) на измерении интенсивности излучения света возбужденными атомами;
- b) на измерении интенсивности излучения света ионизированными атомами;
- c) на измерении поглощения резонансного излучения атомами определяемого элемента;
- d) на измерении переизлучения световой энергии, поглощенной свободными атомами.

2. С абсорбцией какого вида излучения имеют дело в атомно-абсорбционном анализе?

- a) резонансного;
- b) не резонансного;
- c) излучения возбужденных атомов;
- d) излучения ионизированных атомов.

3. Какие способы атомизации используются в серийных атомно-абсорбционных приборах?

- a) дуга постоянного и переменного тока;
- b) пламя и графитовая кювета;
- c) дуга переменного тока и графитовая кювета;
- d) пламя и искра.

4. Какое пламя и диапазон температур используются в аналитической атомной абсорбции?

- a) метан – воздух 1500-2000°C;
- b) паяльная горелка 1200-1500°C;
- c) ацетилен – воздух 2300-2500°C ;
- d) циан – кислород 3500-4000°C.

5. Что такое селективное поглощение?

- a) поглощение, обусловленное молекулами вещества в пламени;

b) поглощение, обусловленное твердыми частицами определяемого компонента в пламени;

c) поглощение излучения в результате рассеяния света частицами в пламени;

d) поглощение, обусловленное атомами определяемого компонента;

e) поглощение, обусловленное присутствием мешающих компонентов.

6. От каких факторов зависит чувствительность атомно-абсорбционного метода?

7. Что такое внутренний стандарт? Для чего его используют?

8. В каких случаях в методе атомной абсорбции нарушается линейный характер зависимости оптической плотности от концентрации?

9. Каковы основные источники погрешностей в атомно-абсорбционном методе? Укажите способы борьбы с ними.

10. Чем обусловлены более низкие пределы обнаружения, достигаемые в методе атомно-абсорбционной спектроскопии при использовании электротермических атомизаторов?

11. Пригодна ли дуга постоянного тока или высоковольтная искра в качестве непламенной атомизирующей системы в атомно-абсорбционной спектрометрии? Ответ мотивируйте.

12. Сколько процентов атомов определяемого элемента формируют аналитический сигнал в абсорбционной спектрометрии пламени;

1) ~ 1%; 2) ~ 30%; 3) ~ 50%; 4) ~ 99%.

13. Объясните, почему одновременное определение нескольких элементов атомно-абсорбционным методом намного сложнее, чем атомно-эмиссионным?

14. Перечислите причины отклонений от закона Бугера-Ламберта-Бера в атомно-абсорбционном методе.

Атомно-эмиссионная спектроскопия

1. На чем основан метод пламенной фотометрии пламени:

a) На измерении интенсивности света, излучаемого возбужденными атомами (или молекулами) при введении вещества в пламя.

b) На измерении вещества резонансного излучения атомами определяемого элемента.

c) На измерении переизлучения световой энергии, поглощенной свободными атомами.

d) На измерении свечения атомов, ионов, молекул или других более сложных центров, возникающего в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного в основное состояние.

2. Почему спектральная линия имеет конечную ширину?

a) Вследствие естественного уширения.

b) Вследствие доплеровского уширения.

c) Вследствие лорентцевского уширения.

d) Вследствие того, что уровень энергии, соответствующий переходу атома из одного энергетического состояния в другое, не бесконечно узкий.

e) Вследствие доплеровского и лорентцевского уширений.

f) Все ответы правильные.

3. Какая характеристика линии лежит в основе количественного спектрального анализа?

a) Положение линии в спектре.

b) Полуширина линии.

c) Интенсивность.

d) Потенциал возбуждения.

e) Потенциал ионизации.

4. Как изменится величина аналитического сигнала при введении ПАВ?

a) Не изменится.

b) Уменьшится.

c) Увеличится.

d) Увеличится, если при этом не изменится вязкость раствора.

е) Уменьшится, если это вещество легколетучее

5. Какая газовая смесь позволяет получить наиболее высокую температуру пламени?

- а) Ацетилен – воздух.
- б) Ацетилен – кислород.
- с) Светильный газ – воздух.
- д) Водород – кислород.

6. Что представляет спектр самого пламени;

- а) Спектр молекул.
- б) Спектр атомов.
- с) Спектры молекул и атомов.

7. Какая из приведенных схем правильно отражает наиболее важные процессы в пламени при пламенно-фотометрических определениях?

а) Аэрозоль → испарение растворителя → образование твердого вещества → плавление → испарение твердых частиц → поглощение → переизлучение.

б) Аэрозоль → испарение растворителя → диссоциация твердых частиц → возбуждение → ионизация → излучение.

с) Аэрозоль → испарение растворителя → образование твердых частиц → плавление → испарение твердых частиц → диссоциация → возбуждение → излучение.

д) Аэрозоль → испарение растворителя → образование твердых частиц → диссоциация → образование свободных атомов → поглощение.

8. Какой из приведенных факторов не влияет на линейную зависимость I от C ?

- а) Самопоглощение.
- б) Ионизация.
- с) Время распыления раствора.
- д) Образование труднолетучих (труднодиссоциирующих) соединений.
- е) Нестабильная работа компрессора, подающего распыляющий газ.

9. Какой из приведенных факторов не влияет на степень атомизации элемента?

- a) Дисперсность аэрозоля.
- b) Вязкость раствора.
- c) Поверхностное натяжение раствора.
- d) Время диспергирования раствора.
- e) Образование в пламени труднодиссоциируемых соединений, в состав которых входит определяемый элемент.
- f) Ионизация.
- g) Температура пламени.

10. Как влияет температура распыляемого раствора на интенсивность излучения элементов в методе эмиссионной спектрометрии пламени?

- a) При увеличении температуры интенсивность излучения увеличивается.
- b) При увеличении температуры интенсивность излучения уменьшается.
- c) При уменьшении температуры интенсивность излучения увеличивается.

11. Объясните, почему в атомно-эмиссионном спектральном анализе интенсивность аналитической линии измеряют относительно некоторой линии сравнения?

12. Перечислите основные требования, предъявляемые к образцам сравнения?

13. Почему для построения градуировочного графика в количественном анализе требуется не менее трех образцов сравнения?

14. Перечислите смеси газов, используемые в фотометрии пламени.

15. Какие из элементов периодической системы могут быть определены методом эмиссионной фотометрии пламени с наибольшей чувствительностью? Укажите пределы обнаружения этих элементов данным методом.

16. Перечислите основные ограничения метода фотометрии пламени.
17. Сформулируйте практические задачи анализа, для решения которых наиболее эффективно применение дуги постоянного тока.
18. Сравните пределы обнаружения некоторых элементов в водных растворах при определении различными атомно-эмиссионными методами.

Люминесцентный анализ

1. Что такое люминесценция?
 - a) Свечение атомов, ионов, молекул или других более сложных комплексов, возникающее в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное.
 - b) Избирательное поглощение однородной нерассеивающей системой электромагнитных излучений различных участков спектра.
 - c) Излучение атомов, молекул, возникающее в результате электронных переходов между энергетическими уровнями возбужденных атомов или ионов.
2. Является ли люминесценция равновесным процессом?
 - a) Не является.
 - b) Является.
 - c) Является при комнатной температуре (25°C).
3. К какой из приведенных классификаций относятся термины: фотолюминесценция, рентгенолюминесценция, хемилюминесценция, катодолюминесценция?
 - a) По механизму свечения.
 - b) По источнику возбуждения.
 - c) По спектральному составу и длительности свечения.
4. Что такое спектр флуоресценции?
 - a) Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты (длины волны) излучения.
 - b) Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты (длины волны) возбуждающего света.

с) Графическая зависимость интенсивности возбуждающего света от частоты (длины волны) излучения.

5. Что представляет собой спектр возбуждения и что он характеризует?

а) Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты или длины волны возбуждающего света; эффективность поглощения флуоресцирующими молекулами возбуждающего излучения.

б) Графическая зависимость интенсивности флуоресценции от частоты или длины волны излучения; спектральное излучение флуоресцирующих частиц.

с) Графическая зависимость интенсивности возбуждающего света от его частоты или длины волны; активное возбуждение флуоресцирующих частиц.

6. Какая из характеристик люминесценции зависит от длины волны возбуждающего света?

а) Спектр люминесценции.

б) Выход (квантовый, энергетический) люминесценции.

с) Величина стоксовского смещения.

7. Какая из приведенных формулировок выражает закон Стокса-Люммеля?

а) Спектр излучения в целом и его максимум смещены относительно спектра поглощения и его максимума в сторону больших длин волн.

б) Выход флуоресценции зависит от длины волны возбуждающего света, концентрации флуоресцирующего вещества, посторонних примесей, температуры.

с) Нормированные спектры поглощения и излучения зеркально симметричны относительно прямой, проходящей перпендикулярно к оси частот через точку пересечения обоих спектров.

д) Спектр люминесценции всегда имеет большую длину волны, чем возбуждающий свет.

8. Зависит ли интенсивность люминесценции от температуры?

- a) Не зависит.
- b) Зависит.
- c) Зависит только молекулярная люминесценция.
- d) Зависит только фосфоресценция.

9. Как меняется интенсивность люминесценции большинства веществ с понижением температуры?

- a) Уменьшается.
- b) Уменьшается только фотолюминесценция.
- c) Увеличивается.
- d) Увеличивается только у кристаллофосфоров.
- e) Сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

10. Какой выход флуоресценции больше?

- a) Энергетический.
- b) Квантовый.
- c) Квантовый или энергетический в зависимости от свойств люминесцирующей частицы.

11. Объясните, почему градуировочный график при флуориметрических определениях линеен только в ограниченной области концентраций?

12. Почему люминесцентный метод анализа является более чувствительным, чем спектрофотометрический в УФ- и видимой областях? Чем объясняется более высокая селективность люминесцентного метода анализа по сравнению со спектрофотометрическим в УФ- и видимой областях?

13. Как добиться повышения чувствительности флуориметрических определений?

14. Что понимают под термином тушение люминесценции? Какие виды тушения существуют?

15. Чем объяснить, что диапазон линейности градуировочного графика в методе фосфориметрии значительно шире, чем в методе флуориметрии?

16. На чем основывается количественный люминесцентный анализ и какова его чувствительность по сравнению с абсорбционной спектрофотометрией?