

Специалност: Химия (задочно обучение)  
Образователна степен: Бакалавър  
Учебен план: II курс; III семестър

**Аналитична химия I част**  
хорариум: 30 ч лекции, 50 ч упражнения,  
**11 ECTS кредита**

# КОМПЕТЕНЦИИ:

Успешно завършилите обучението по тази дисциплина:

## **1. ЩЕ ЗНАЯТ:**

- Как да осъществяват въздействие върху равновесни системи до постигане на желаното крайно състояние
- Да изчисляват състоянието на системата за четири основни типа химически реакции
- Да изчисляват константи в реални равновесни системи
- Принципите на предварителния качествен полумикроанализ

## **2. ЩЕ МОГАТ:**

- Да приготвят разтвори с необходимите концентрации, изразени в моларност, нормалност или процентно съдържание.
- Да прилагат методите на качествения анализ за проучване на състава на изследван обект
- Да изчисляват, състоянието на равновесни системи и представят концентрациите на присъстващите химични форми

**I. Увод в аналитичната химия** - предмет, задачи и средства. Аналитичен процес  
Класификация на методите. Качествен и количествен анализ. Начини за  
изразяване на концентрацията в разтвори и смеси.

**II. Теоретични основи на аналитичната химия**

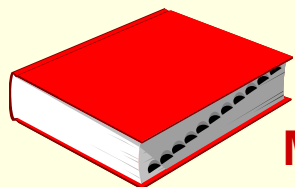
- 1. ХИМИЧНО РАВНОВЕСИЕ** - принципи. Закон за действие на масите. Идеални и реални системи. Активност и йонна сила на разтвора. Равновесни константи - термодинамични концентрационни, условни.
- 2. КИСЕЛИННО-ОСНОВНИ РАВНОВЕСИЯ**. Протолитна теория - протолитни константи. Сила на киселини и основи - протолитни константи. Протонна активност във водни разтвори - изчисляване на рН. Графично представяне на протолитни равновесия - логаритмични диаграми. Буферни разтвори
- 3. КОМПЛЕКСООБРАЗУВАТЕЛНИ ПРОЦЕСИ**. Стабилност на комплексите - стабилитетни константи при чисти условия. Степенно комплексообразуване. Условия, влияещи върху стабилността на комплексите. Условни стабилитетни константи,  $\alpha$  - коефициенти.
- 4. ПРОЦЕСИ НА УТАЯВАНЕ И РАЗТВАРЯНЕ**. Количествено характеризиране на хетерогенни равновесни процеси произведение на разтворимост. Условия за разтваряне и утаяване. Разтворимост на веществата. Графично представяне на равновесието утайка-разтвор. Влияние на странични вещества върху разтворимостта на утайките.

5. **ОКИСЛИТЕЛНО-РЕДУКЦИОННИ ПРОЦЕСИ.** Електрод и електрохимични клетки. Сила на окислителни и редуктори. Стандартни и реални редокс потенциали. Концентрационен потенциал. Мембранен потенциал - биологично значение
6. **ОКИСЛИТЕЛНО - РЕДУКЦИОННИ ПРОЦЕСИ.** Електрод, възникване на електроден потенциал, видове електродни потенциали. Обратими и необратими системи. Уравнение на Нернст. Фактори, влияещи върху електродните потенциали. Определяне посоката на окислително-редукционните процеси. Графично представяне на равновесието. Равновесна константа.
7. **МЕТОДИ ЗА РАЗДЕЛЯНЕ, КОНЦЕНТРИРАНЕ И МАСКИРАНЕ.** Дестилация, утаяване, екстракция, хроматография. Методи за разделяне на многокомпонентни системи. Маскиране на пречещи компоненти
8. **КАЧЕСТВЕН АНАЛИЗ.** Задачи и средства на качествения анализ. Предварителен и системен качествен анализ. Чувствителност, селективност и специфичност на реакциите. Системен качествен анализ.

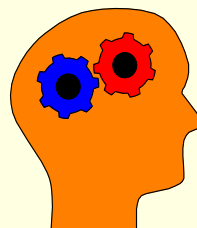
# Литература

1. **Свитък с лекции – разпечатано копие или файл в pdf формат**
2. П. Бончев, Увод в аналитичната химия, НИ София, 1985
3. Р. Борисова, Основи на химичния анализ, Водолей, 2009
4. О. Будевски, Основи на аналитичната химия, НИ София, 1985
5. С. Александров, Аналитична Химия, Университетско издателство “Св. Климент Охридски”, 1991
6. R. Kellner, J.M. Mermet, M. Otto, H.M. Widmer, Analytical Chemistry – An International Undergraduate Textbook, based on DAC Curriculum, Willey VCH, 1998
7. Modern Analytical Chemistry, David Harvey, McGraw Hill, 2000
8. Хр.Малакова, Помагало по аналитична химия I и II част, Изд.ПУ, 2002

## Означения



**Материал, който ще изучавате самостоятелно**



**Материал, който ще Ви помогне да разберете количествени или логически връзки, но няма да се изисква за изпита**

## II. Упражнения

- Решаване на изчислителни задачи
- Експериментална част - индивидуални аналитични задачи
- **Упражнението е изпълнено, ако полученият РЕЗУЛТАТ ОТ АНАЛИЗ Е ВЕРЕН, в рамките на пределно допустимите отклонения**
- **Присъствието на упражнението е задължително условие за да получите заверка на семестъра!**

## III. Самостоятелна подготовка

Студентите трябва да овладеят теоретичния материал и да се справят с решаването на изчислителни задачи по темите, включени в програмата.

- Изпитът ще бъде ТЕСТ (активен и пасивен) - 40 въпроса
- След приключване на тестовия изпит, всеки студент ще трябва да реши 1 изчислителна задача

# Какво ще разгледаме в тази лекция?

---

## 1. Предмет, задачи и средства на аналитичната химия

- какво изучава аналитичната химия
- някои основни понятия
- области на приложение
- Аналитичен процес

## 2. Класификация на методите на аналитичната химия

- Според характера на основното взаимодействие
- Според характера на получаваната информация
- Според вида на изследваните вещества
- Според количеството на изследваната проба
- Според съдържанието на анализа.

## 3. Качествен и количествен анализ.

## 4. Начини за изразяване на концентрацията на вещества в разтвори и смеси

**“НАУКА, КОЯТО РАЗВИВА И ПРИЛАГА **МЕТОДИ, ИНСТРУМЕНТИ И СТРАТЕГИИ** ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА **ИНФОРМАЦИЯ** ЗА СЪСТАВА И ПРИРОДАТА НА ВЕЩЕСТВОТО В ПРОСТРАНСТВОТО И ВРЕМЕТО”**

**DAC - Division of Analytical Chemistry**

**Federation of European Chemical Societies - chairman of DAC-FECS -  
Prof. Miguel Valcarcel (University of CORDOBA)**

Обезпечаване достоверността на аналитичната  
информация

**Quality Assurance (QA);**

**Quality Control (QC); Good Laboratory Practice (GLP);**



## 1.1. Какво изучава АНАЛИТИЧНАТА ХИМИЯ?

**“ANALYTICAL CHEMISTRY IS NOT  
SPECTROMETERS,  
POLAROGRAPHY,  
COMPUTERS & DATA BASES  
MODERN LABS....**

**IT IS  
EXPERIMENTATION,  
OBSERVATION,  
DEVELOPING FACTS,  
AND DRAWING CONCLUSIONS.”**

*in Analytical Chemistry (66) 2004*

### **АНАЛИТИЧНА МЕТОДОЛОГИЯ**

- ✓ ИДЕНТИФИКАЦИЯ
- ✓ ИЗПИТВАНЕ  
И ЕСКПЕРИМЕНТИРАНЕ
- ✓ ИЗБОР ТЕХНИКИ и  
МЕТОДИ
- ✓ АНАЛИЗ
- ✓ ИЗМЕРВАНЕ
- ✓ ВАЛИДИРАНЕ
- ✓ СЪЗДАВАНЕ НА  
ПРОТОКОЛИ
- ✓ ДОКУМЕНТАЦИЯ ■■■

**РЕШАВАНЕ  
НА ПРОБЛЕМ**



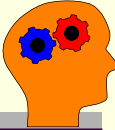


### 1.3. Анализи, общество и индустрия

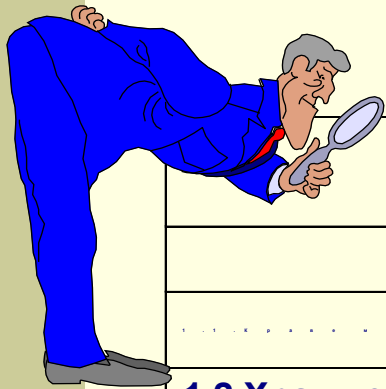
---

От каква аналитична информация се нуждае обществото?

- Общ химически състав на обекта
- Съдържание само на отделни компоненти
- Разпределение на анализа по форми на присъствие
- Състав и устойчивост на покрития (повърхностен слой)
- Оценка за произход на обекта
- Оценка за ниво и принос на замърсители
- Промяна на състава на обекта във времето (от години до ns)



# От каква аналитична информация се нуждае обществото?

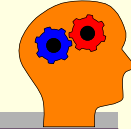


## Пределно допустими съдържания на Pb и Cd в храни

Храна	.....	.....	.....
.....		.....	
.....	<b>0.02</b>	<b>2.1. Месо</b> .....	<b>0.05</b>
<b>1.2.Храни за кърмачета</b>	<b>0.02</b>	<b>2.2.Черен дроб</b>	<b>0.5</b>
<b>1.3.Месо</b> .....	<b>0.1</b>	<b>2.3. Месо от риба</b>	<b>0.05</b>
<b>1.4.Месо от риба</b>	<b>0.2</b>	<b>2.4. Ра</b> .....	<b>0.5</b>
<b>1.5.Ракообразни</b>	<b>0.5</b>	<b>2.5.Зърнени храни</b> .....	<b>0.1</b>
<b>1.6.Зърнени</b> .....	<b>0.2</b>	<b>2.6.Житни зърна и ориз</b>	<b>0.2</b>
<b>1.7.Зеленчуци</b>	<b>0.1</b>	<b>2.7.Плодове и зеленчуци</b>	<b>0.05</b>
<b>1.8.Плодове</b>	<b>0.1</b>	<b>2.8.Свежи билки и гъби</b>	<b>0.2</b>
<b>1.9.Сокове и нектари</b>	<b>0.05</b>	<b>2.9.Картофи</b> .....	<b>0.1</b>
<b>1.10.Вино</b> .....	<b>0.2</b>		

**ДВ Наредба № 31 от 29. 07. 2004**

**Стандарти: БДС, ISO, EN**

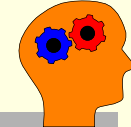


**Табл. 14. Резултати от FI-ICP-MS анализ на алкохолни концентрати**

водка "Руен"					ракия "Пловдивска гроздова"		гр. на определян е FI-ICP- MS (κ=6) (mg.l <sup>-1</sup> )	ПДК* норми (mg.l <sup>-1</sup> )
метод	FI-ICP-MS		ETAAS		FI-ICP-MS			
Елем.	съдърж. (mg.l <sup>-1</sup> )	RSD%	съдърж. (mg.l <sup>-1</sup> )	RSD%	съдърж. (mg.l <sup>-1</sup> )	RSD%	(mg.l <sup>-1</sup> )	
<sup>27</sup> Al	0.057	9.4	0.061	8.9	0.053	11.7	0.051	-
<sup>53</sup> Cr	<0.05	-	-	-	0.095	10.4	0.050	-
<sup>55</sup> Mn	<0.012	-	< 0.01	-	< 0.012	-	0.012	-
<sup>63</sup> Cu	0.012	8.7	0.011	10.1	0.647	4.3	0.004	30
<sup>64</sup> Zn	0.045	9.5	-	-	<0.028	-	0.028	-
<sup>75</sup> As	< 0.009	-	-	-	<0.009	-	0.009	0.2
<sup>88</sup> Sr	0.008	9.5	-	-	<0.005	-	0.005	-
<sup>114</sup> Cd	<0.007	-	< 0.005	-	<0.007	-	0.007	0.05
<sup>138</sup> Ba	< 0.003	-	-	-	<0.003	-	0.003	-
<sup>208</sup> Pb	<0.005	-	< 0.005	-	<0.005	-	0.006	0.3
<sup>238</sup> U	<0.009	-	-	-	<0.009	-	0.009	-

Забележка: \*Стойностите за пределно допустими норми за съдържание на тежки и токсични елементи в алкохолни напитки са взети от Държавен вестник, бр. 39, стр. 477 (1994).

# Оценка за ниво и принос на замърсители - ПРИМЕР



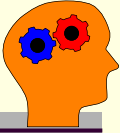
Съдържания на **уран във води, растения и почви** от районите на с. Балей и Пловдив през май 1999 г. след конфликта в Косово

проба	U- общо съдържание		проба	U - общо съдържание	
	mg.l <sup>-1</sup>	RSD%		mg.kg <sup>-1</sup>	RSD%
вода р. Дунав	0.001	4.2	лук с. Балей	0.067	5.1
пит. вода с. Балей	0.003	3.1	лист маруля с.Балей	0.270	6.2
вода р. Тимок	0.0013	2.2	дворна почва с. Балей 1	1.3	7.8
*ИХМ ПС с. Брестовица	0.007	3.4	полска почва с. Балей	< 0.01	-
*ИХМ ПС с. Белозем	0.019	2.7	дворна почва с. Балей 2	1.37	3.2
*ИХМ ПС с. Любен	0.014	2.2	ливадна почва	1.00	2.9
питейна вода Пловдив	0.014	2.7	БДС -2823/83	0.6	

Общо съдържание на U във водни проби от застрашените западни територии на България е **съпоставимо** с тези от Пловдивския район

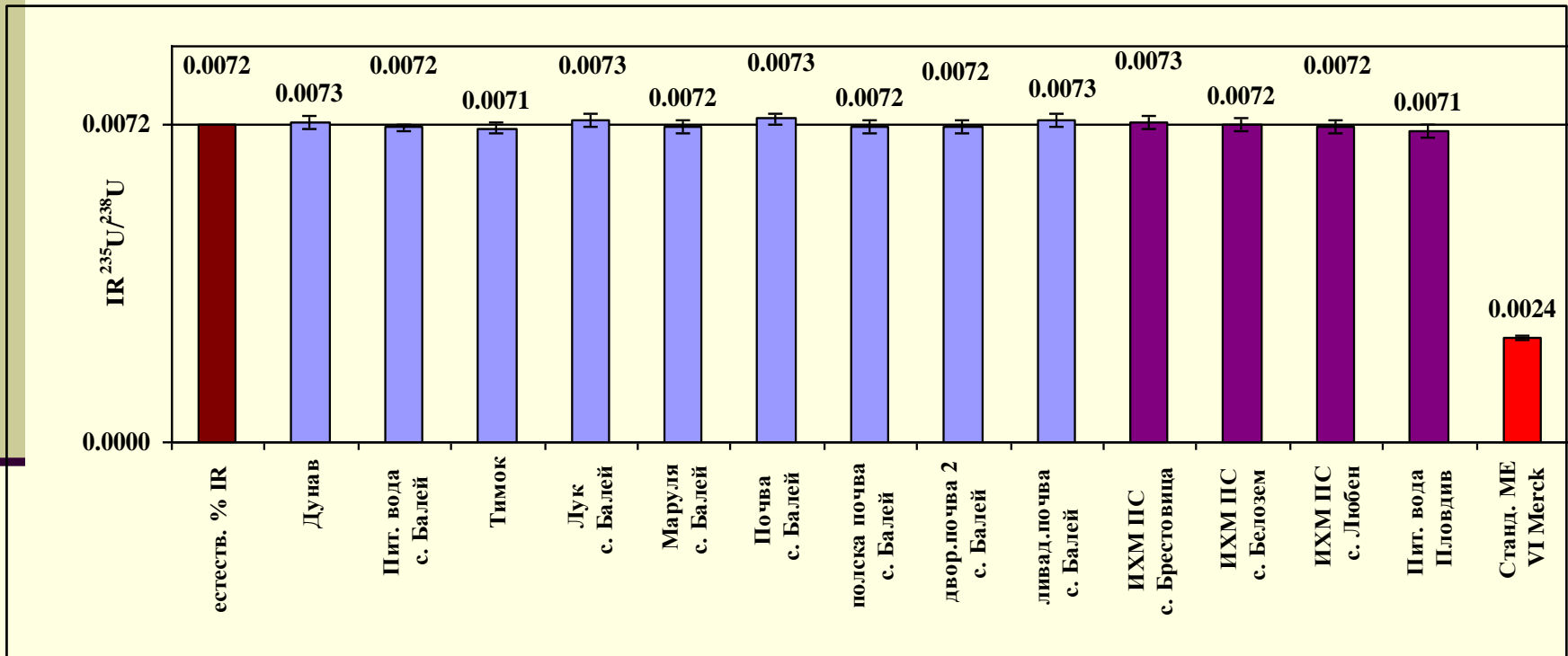
Естественото % разпространение на изотопите на уран в природата е:  $^{238}\text{U}=99.28\%$ , а  $^{235}\text{U}=0.715\%$ . **Изотопното отношение е  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}=0.0072$**

При обеднен уран, съдържанието на силно радиоактивния  $^{235}\text{U}$  е намалено и **изотопното отношение е  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}\sim 0.002-0.003$**



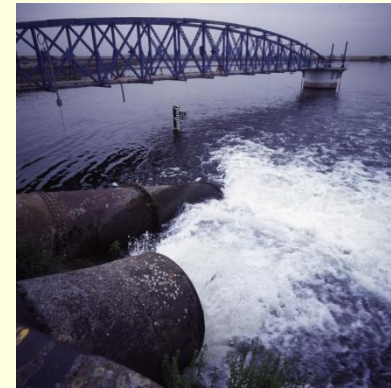
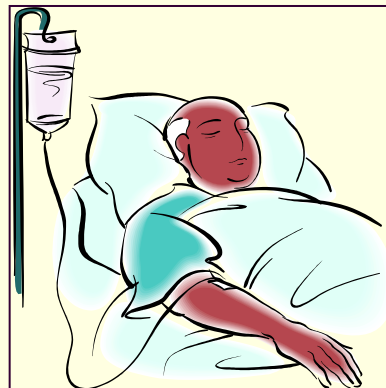
Определяне на  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  в проби след военния конфликт в Косово 1999 г. (ASDI-ICP-MS метод)

Изотопно отношение на  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  в проби от районите на с. Балей – Видинско и Пловдив през Май 1999 г.



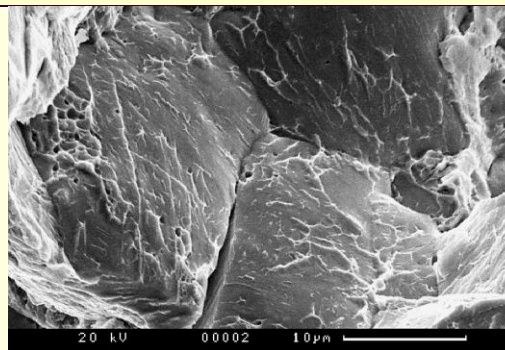
**Средните стойности на измерените отношения  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  са статистически неразличими**

### 1.3. Области на приложение



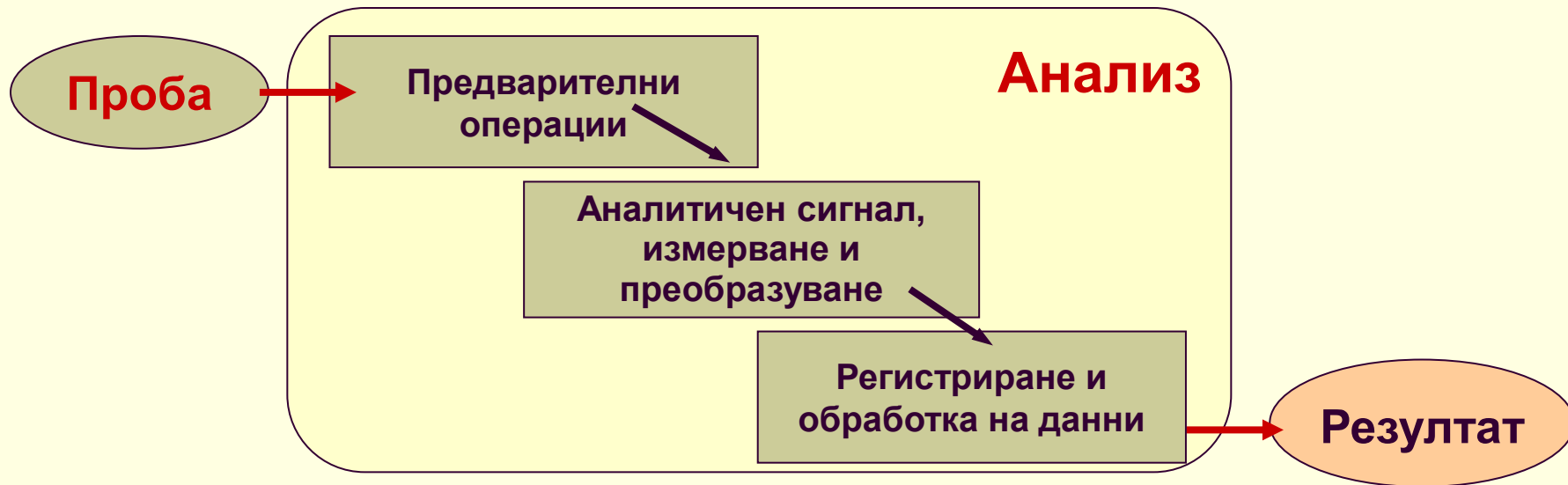
Аналитичната химия е интер-дисциплинарна наука защото, тя предоставя **ИНФОРМАЦИЯ** за **СЪСТАВА И СТРОЕЖА** на обекти, не само при химичните изследвания, но и **БИОЛОГИЧНИ, ГЕОЛОЖКИ, МЕДИЦИНСКИ, КРИМИНАЛНИ, СЕЛСКОСТОПАНСКИ, ТЕХНОЛОГИЧНИ И ПРОМИШЛЕНИ** проучвания.

Затова основната задача на аналитичните методи е да произведат **ДОСТОВЕРНА И АДЕКВАТНА ИНФОРМАЦИЯ.**





## 1.4. Аналитичен процес (analytical process)

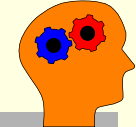


## Тотален аналитичен процес (Total analytical process)



# 1. 5.Тотален Аналитичен процес





### Step by step

1. Проблем  
идентификация

2. Хипотеза за  
произхода на  
проблема и начина  
за изследването му.

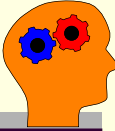
А) Лоша успеваемост на учениците?

Б) Защо умира рибата в  
пристанището?

В) Защо са увеличени респираторните заболявания на  
децата в Стара Загора?

Г) Как мога да определя концентрациите на ароматни  
въглеводороди в почвата и водата?

## 4.2. Етапи на тоталния аналитичен процес



### Step by step

1. Проблем  
идентификация

2. Хипотеза за  
произхода на  
проблема и начина  
за изследването му

**А) Лоша успеваемост на учениците?**

Pb в почвата на училищния  
двор?

Събиране на проби и анализ на  
Pb в почва

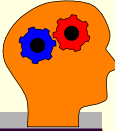
**Б) Защо умира рибата  
в реката?**

Недостиг на кислород  
поради дисбаланс на  
речната флора и фауна?

Събиране на водни проби  
и анализ на O<sub>2</sub> и N

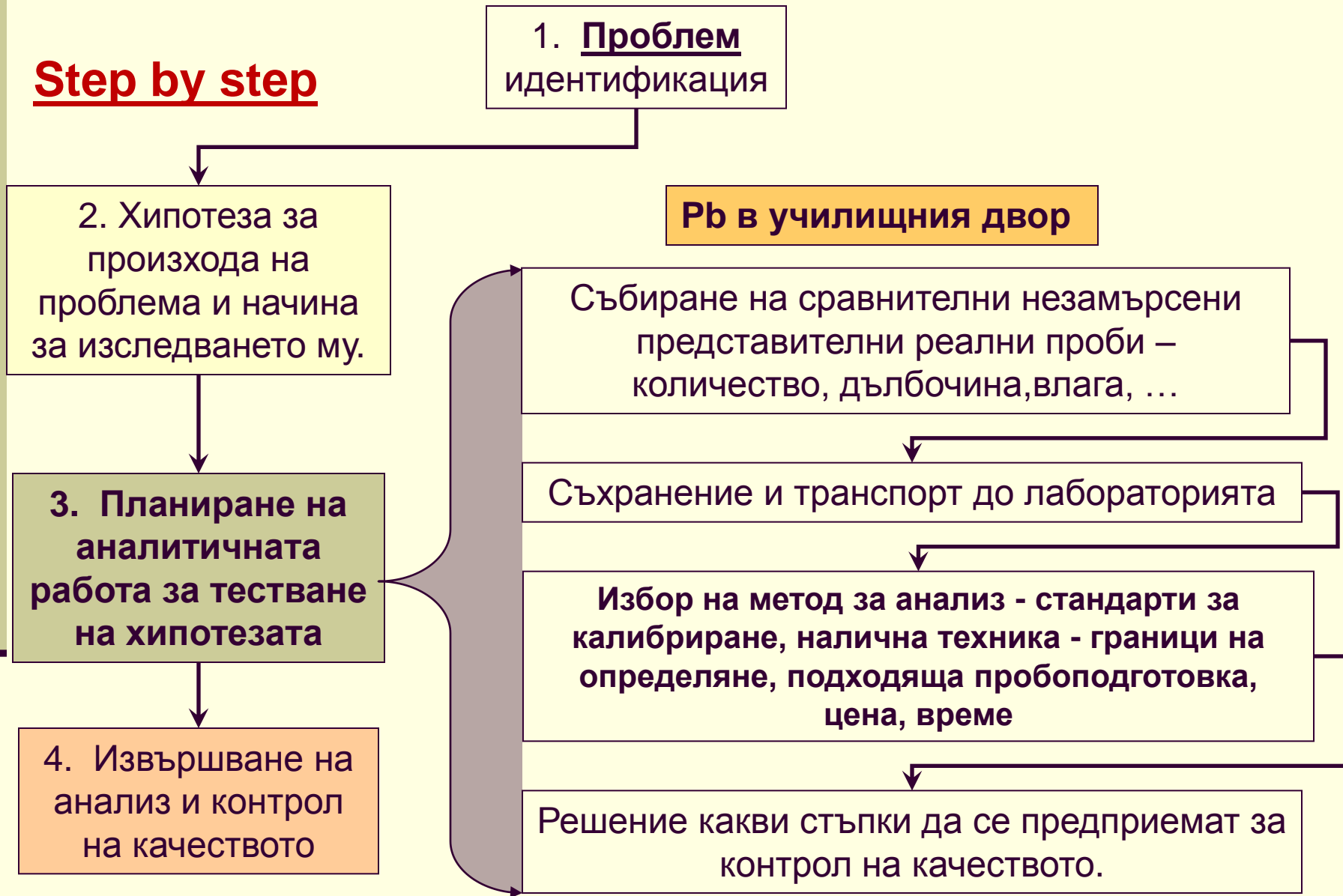
**В) Защо са увеличени респираторните заболявания на деца?**

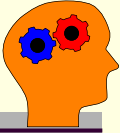
Събиране на въздушни проби и  
анализ на HCl, Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S



## 4.2. Етапи на тоталния аналитичен процес

### Step by step





## 4.2. Етапи на тоталния аналитичен процес

### Step by step

РЪ в училищния двор

4. Извършване на анализ и контрол на качеството

Какви са очакваните концентрации [ $(x \pm y)$  единици]

Как да преценим дали са верни?

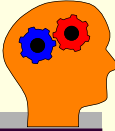
- ✓ Използване на стандартизиран метод
- ✓ Създаване на нов метод и доказване на неговата точност - **валидиране**

Прилагане и поддържане на система от правила за вътрешно-лабораторен контрол и управление на качеството, спазване на принципите на и добра лабораторна практика и поддържане на изрядна документация:

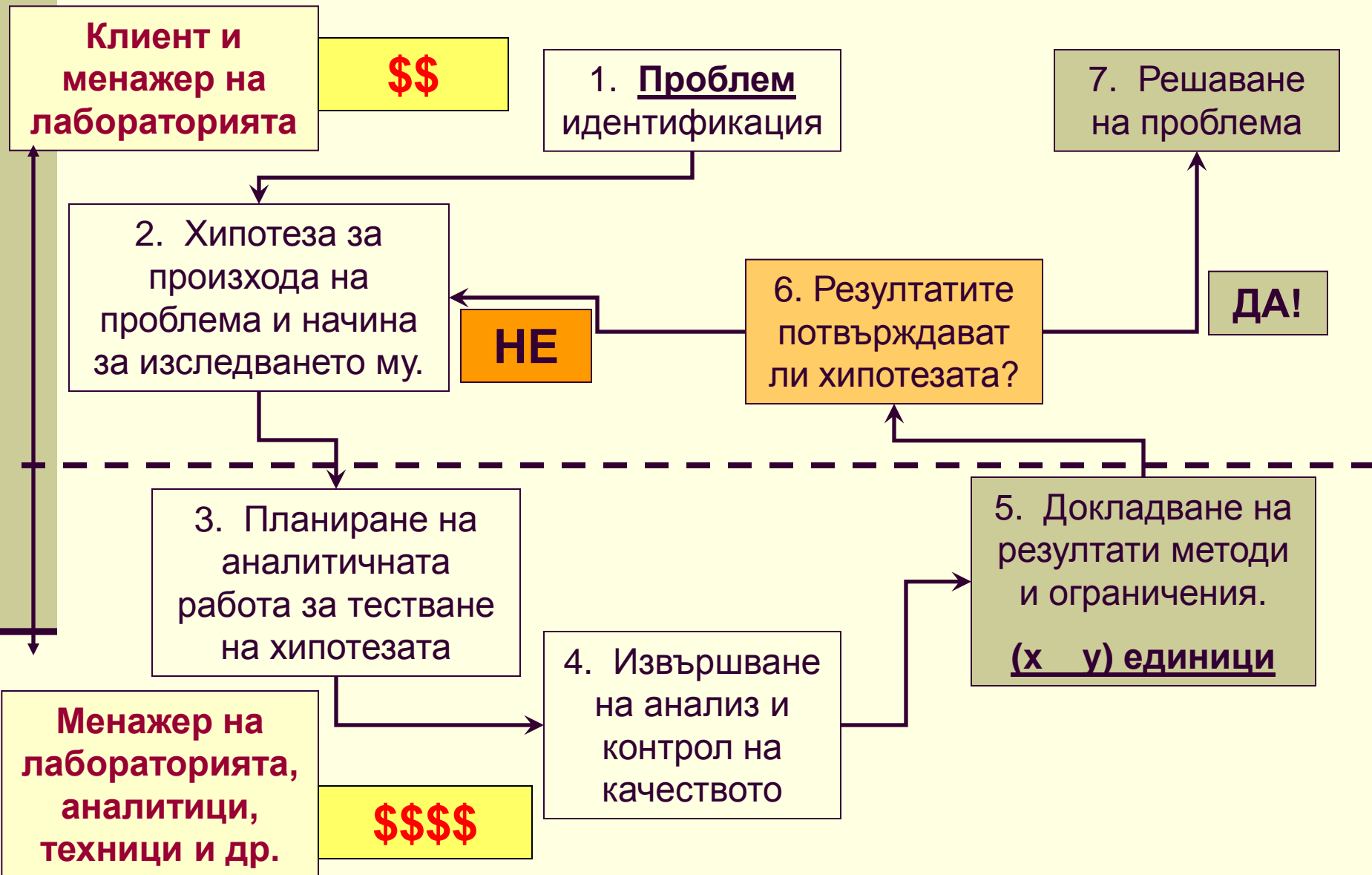
**ISO 9001** Quality Management Systems – Requirements

**ISO 17025** – General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

**ISO** – International Standards Organization  
<http://www.iso.org>

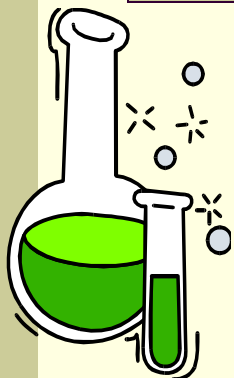


## 4.2. Етапи на тоталния аналитичен процес



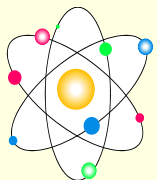
## 2. Класификация на методите в АХ

### 2.1. Според характера на основното взаимодействие



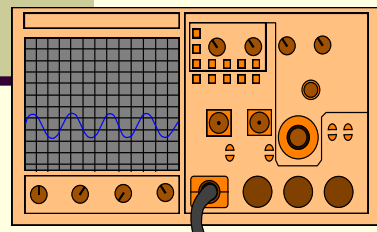
- **КЛАСИЧЕСКА АНАЛИТИЧНА ХИМИЯ** - изучава и прилага методи, основаващи се на химичните свойства на веществата ("мокра химия" - *analytical reaction chemistry*).

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ:**  
**ВЕЩЕСТВО ↔ ВЕЩЕСТВО**



- **ФИЗИЧНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ** - изучават и прилагат подходи, основани на измерване на физични и физикохимични свойства на веществата с подходяща апаратура (**инструментални методи**).

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ:**  
**ВЕЩЕСТВО ↔ ЕНЕРГИЯ**





## 2.2. Според вида на изследваните вещества

- **Елементен:** Fe, Ca, Mg, Si, Al, Mn, Cu
- **Молекулен:** CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- **Функционален:** CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- **Форми на присъствие (speciation):** As<sup>3+</sup>, As<sup>5+</sup>, орвано-As с-я

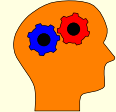
### А) Пример за елементен анализ:

В козметични продукти се контролира съдържанието на токсични елементи

	Детска пудра My Teddy	Паста за зъби Bright	Паста за зъби Fluorodent
концентр. еле- Мент	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Mn	10.2 ± 0,7	< 0,5	4.8 ± 0,02
Cu	0.73 ± 0,05	0.59 ± 0,04	< 0,5

### Б) Пример за функционален анализ :

В плодове и зеленчуци се следи нивото на NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. При анализ на **СОК** от **МОРКОВИ** са определени следните съдържания: концентрацията на NO<sub>2</sub><sup>-</sup> е 0,042 0,001 mg/dm<sup>3</sup>, а концентрацията на NO<sub>3</sub><sup>-</sup> е 0,310 0,018 mg/dm<sup>3</sup>



## 2.2. ...ПРИМЕРИ

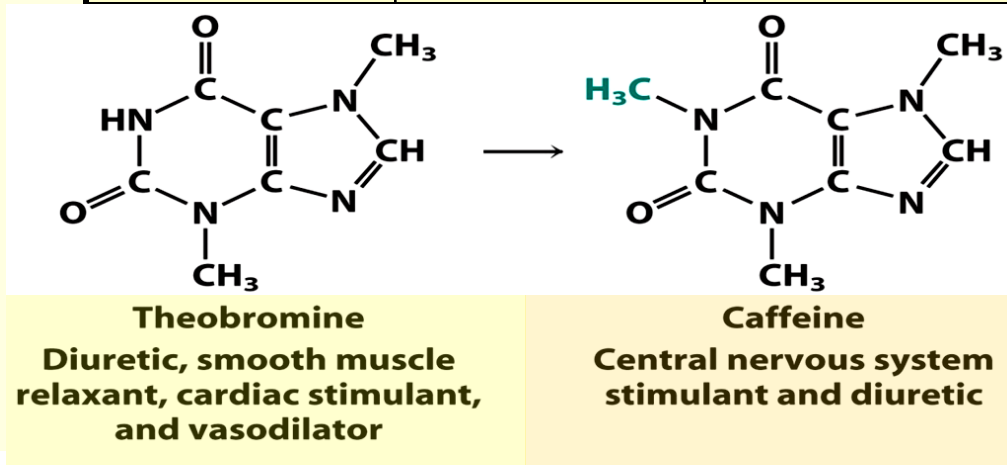
### В) Пример за молекулен анализ:

При геоложки изследвания за определяне вида на минерала се анализира количествения състав на основните компоненти

Компонент - формула	Съдържани е %	Минерал
$\text{CaCO}_3$	69 1,1	калцит
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	8,7 0,7	доломит
$\text{SiO}_2$	15,3 0,9	кварц

### Г) Пример анализ на форми на присъствие (speciation):

В шоколадови изделия се наблюдава съдържанието на кофеин и теобромин



**TABLE 0-1**

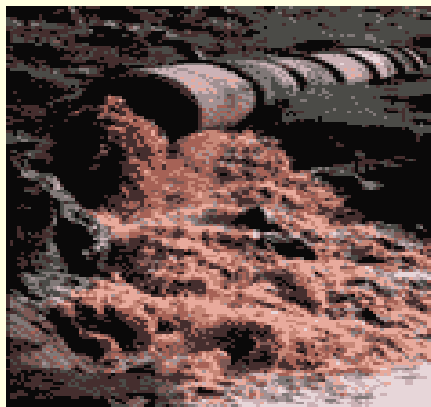
Analyses of dark and white chocolate

Analyte	<i>Grams of analyte per 100 grams of chocolate</i>	
	Dark chocolate	White chocolate
Theobromine	$0.392 \pm 0.002$	$0.010 \pm 0.007$
Caffeine	$0.050 \pm 0.003$	$0.0009 \pm 0.0014$

Uncertainties are the *standard deviation* of three replicate injections of each extract.

## 2.3 Според количеството на изследваната проба

➤ **Макро-** > 1g



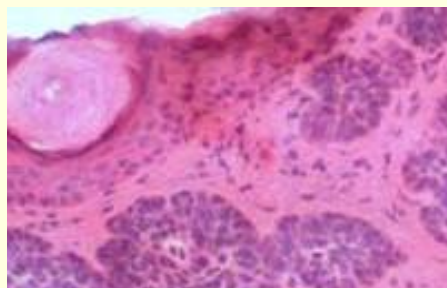
Отпадъци, почви и геоложки материали, промишлени продукти, храни, метали и сплави

➤ **Полумикро** - 0,1- 1g



Въздушен прах, повърхностни покрития, биологични проби, археологични находки

➤ **Микро** - < 0,01g



Клинични проби, произведения на изкуството, криминални експертизи

**Проблем:** Пробата е малка и нехомогенна

Туморна тъкан

## 2.4. Според съдържанието на анализа

➤ Основни  $> 1\%$   
компоненти



Какъв е минералният състав на лунната повърхност?

➤ Съпътстващи  $10^{-2} - 1\%$   
компоненти



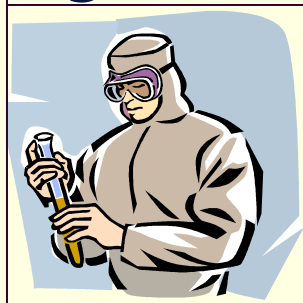
Какви концентрации имат съпътстващите компоненти в лекарствата?

➤ Следи  $10^{-4} - 10^{-2}\%$   
микро-компоненти



Колко вредни газове се отделят от превозните средства?

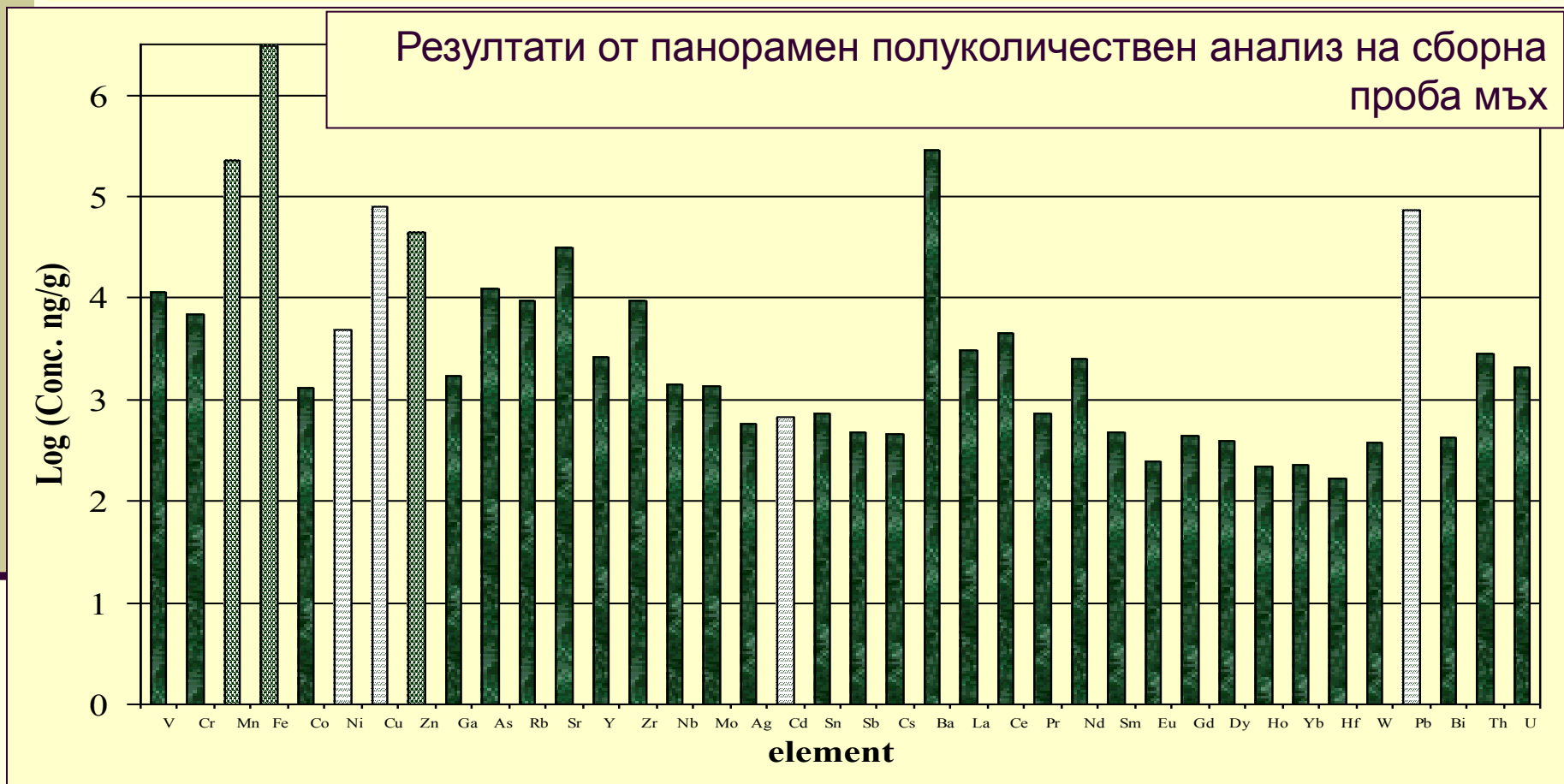
➤ Ултраследи  $< 10^{-4}\%$



Колко е радиоактивното замърсяване след аварията в Чернобил?

## 2.5. Според обхвата на анализа

- **Панорамен полуколичествен анализ** – определяне съдържанието на голяма група аналити за предварително охарактеризиране на пробата: съдържание на матрични компоненти или производ



Използва се при скринингови, екологични изследвания, криминални експертизи и като предварително проучване на обекти с неизвестен състав

## 2.5. Според обхвата на анализа

- **ПЪЛЕН АНАЛИЗ** –  
определяне количеството на  
всички компоненти, от  
състава на обекта



Практическо приложение има при  
определяне състава на сплави

Скъп и рядко се прилага за  
сложни по състав проби

**Пример: Бижутерска 14 каратова златна сплав съдържа**  
**Au 58,5 0,85%; Ag 9,5 0,4 %; Cu 20.4 0,7 %; Zn 8,5 0,32 %**

- **ЧАСТИЧЕН АНАЛИЗ**  
– определяне  
количеството на отделни  
компоненти от обекта



**Пример:**

- Съдържание на желязо в руда 452 29 g/t
- рН на кръв е 7,42 0,08
- Съдържание на As във води 47,2 0,6 ppb

### 3. Качествен и количествен анализ

(класификация според получаваната информация)

#### ➤ КАЧЕСТВЕН АНАЛИЗ

**КАКВО** има в изследвания обект?

Дава информация за състава на обекта (идентификация)

Използва свойства, които зависят само от химическа природа на веществата, наречени **ИНТЕНЗИВНИ**.

#### ➤ КОЛИЧЕСТВЕН АНАЛИЗ

**КОЛКО** е съдържанието на изследваните вещества в обекта?

Дава информация за количествените съотношения на отделните вещества, влизащи в състава на обекта

Използва свойства на веществата, които зависят от тяхното количество, наречени **ЕКСТЕНЗИВНИ**.

**Пример:**

- ✓ Присъствието на хлорофил в листа на растенията се доказва качествено по зеления цвят на този комплекс на Mg
- ✓ Колкото по-високо е съдържанието на хлорофил, толкова по-наситен е зеленият цвят на листата

Какво трябва да знаете за провеждане на качествен е количествен анализ?

## Качественият анализ предхожда количествения!

➤ За провеждане на качествен анализ трябва да се познават:

✓ свойствата на веществата - аналитични реакции

➤ За провеждане на количествен анализ трябва да се познават:

✓ свойствата на веществата

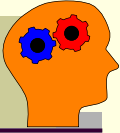
✓ стехиометрията на взаимодействието

✓ степента на протичане на реакцията ( химично равновесие)

✓ начините за изразяване на **КОНЦЕНТРАЦИЯТА**



# Какво е КОНЦЕНТРАЦИЯ?



<http://www.chemicool.com/definition/concentration.html>

The amount of **substance** in a specified **space**.

<http://www.answers.com/topic/concentration>

*Chemistry:* The **amount** of a specified **substance** in a unit **amount** of **another substance**.

<http://www.biology-online.org/dictionary/concentration>

*Chemistry:* The **ratio** of the **mass** or **volume** of a **solute** to the **mass** or **volume** of the **solution** or **solvent**.

[http://maxpages.com/jpchemical/Basic\\_Chemistry\\_CONCENTRATION](http://maxpages.com/jpchemical/Basic_Chemistry_CONCENTRATION)

The concentration of a chemical substance expresses the **amount** of a **substance** present in a **mixture**.

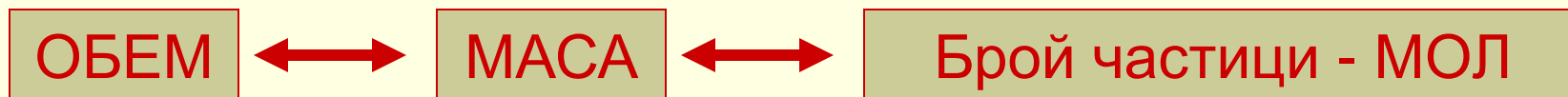
<http://www.answers.com/library/Encyclopedia-cid-2093731875>

Concentration, in chemistry, measure of the **relative proportions** of **two or more quantities** in a **mixture**.

**Концентрацията изразява количествени отношения между компоненти в сложни обекти или смеси!**

## 4. Начини за изразяване на концентрацията

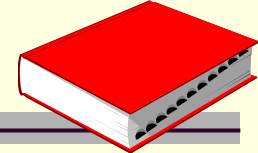
С кои величини може да се изрази КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВО?



### 4.1. Основни дефиниции за количество вещество

- **Мол (mol)** количество вещество, което съдържа толкова на брой частици, колкото има в 0.012 kg  $^{12}\text{C}$ .  
Този брой частици равен на числото на Авогадро ( $N_A=6,022 \cdot 10^{23}$ )
- **Еквивалент ( Eq )** количество вещество, което по действието си в дадена химическа реакция отговаря на един mol **ВОДОРОД**.
- **Моларна маса (  $M_m$  )** изразява масата в грамове на един мол от дадено вещество. Моларната маса е равна на числената стойност на относителната молекулна маса, изразена в грамове.  
*Затова тя често се нарича грамол*

## 4.2. Връзки между основните величини за изразяване на количество вещество

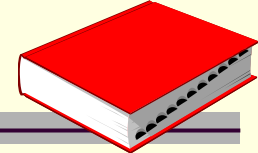


означения

	МАСА	МОЛ	ОБЕМ
МАСА	.	$M_m$	$d(\rho)$
МОЛ	$n = \frac{m}{M_m}$	.	$V_m$
ОБЕМ	$d = \frac{m}{V}$	$n = \frac{V}{V_m}$	.

формули

### 4.3. Означения и мерни единици за количество вещество



	срещани означения	система SI			
	$\equiv$			g; mg; $\mu$ g; ng; pg; fg	t
<b>МОЛ</b>	$\equiv$			mmol; $\mu$ mol	
<b>ЕКВИВАЛЕНТ</b>	$\equiv$				
	$\equiv$	$m^3$	$m^3$	$dm^3$ ; $cm^3$ ; $mm^3$	$l = dm^3$ ; $ml = cm^3$ ; $\mu l = mm^3$
<b>МОЛАРНА</b>	$\underline{M}_m$ ; M	kg/mol	кг/мол		
	$\underline{E}_m$ ; Eq; E			kg/eq; g/eq; mg/eq	
<b>МОЛАРЕН</b>	$\underline{V}_m$	$m^3/mol$	$m^3/мол$	$dm^3/mol$ ; $cm^3/mol$	l/mol
<b>ПЛЪТНОСТ</b>	$\rho$	$kg/dm^3$	кг/дм <sup>3</sup>	$g/cm^3$ ;	g/ml;
<b>ОТН</b>	$A_m$	amu	аму		

Забележка :

3



#### 4.4. Безразмерни единици за концентрация (основани на маса)

$$W\% = \frac{m_{\text{АНАЛИТ}}}{m_{\text{ПРОБА}}} \cdot 100$$

процент **g/100g**

$$^{\circ}/_{00} = \frac{m_{\text{АНАЛИТ}}}{m_{\text{ПРОБА}}} \cdot 10000$$

промил **g/kg**

$$PPM = \frac{m_{\text{АНАЛИТ}}}{m_{\text{ПРОБА}}} \cdot 10^6$$

ppm (part per million) **g/тон**

$$PPB = \frac{m_{\text{АНАЛИТ}}}{m_{\text{ПРОБА}}} \cdot 10^9$$

ppb (part per billion) **mg/тон**

$$PPT = \frac{m_{\text{АНАЛИТ}}}{m_{\text{ПРОБА}}} \cdot 10^{12}$$

ppt (part per trillion) **μg/тон**

$$PPQ = \frac{m_{\text{АНАЛИТ}}}{m_{\text{ПРОБА}}} \cdot 10^{15}$$

ppq (part per quadrillion) **ng/тон**

## 4.5. Изразяване на концентрация чрез броя частици



$$M = \frac{m_{\text{вещество}}}{M_m \cdot V(l)}$$

Моларна концентрация mol/l  
(моларност на разтвора)

$$N = \frac{m_{\text{вещество}}}{Eq_m \cdot V(l)}$$

Нормална концентрация eq/l  
(нормалност на разтвора)

$$Eq_m = \frac{M_m}{n}$$

1. Еквивалентната маса отчита най-простият акт на взаимодействие между веществата.
2. Еквивалентната маса на едно вещество е равна или кратна на моларната му маса **и зависи от стехиометрията на реакцията**, в която то участва.
3. Делителят “n” отчита броя обменени единични частици при реакцията:
  - **протони (H<sup>+</sup>)** при киселинно-основни реакции
  - **електрони** при окислително редуционни реакции

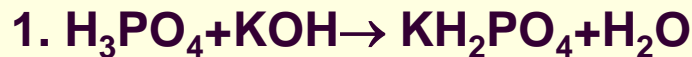
# ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЕКВИВАЛЕНТА МАСА (примери)



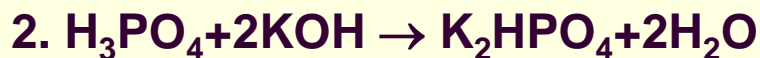
I. Определете еквивалентната маса на фосфорна киселина, за следните три взаимодействия с КОН, ако знаете, че моларната ѝ маса е 98g/mol

$$Eq = \frac{M_m}{n}$$

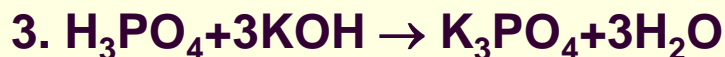
n=?



$Eq_1 = 98 \text{ g/eq}$

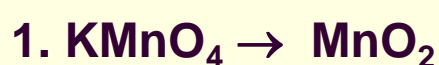


$Eq_2 = 98/2 = 49 \text{ g/eq}$



$Eq_3 = 98/3 = 32,67 \text{ g/eq}$

II. Определете еквивалентната маса на  $KMnO_4$  при следните схеми на редукция, ако моларната му маса е 158 g/mol



$Eq_1 = 158/3 = 52,67 \text{ g/eq}$



$Eq_2 = 158/5 = 31.6 \text{ g/eq}$



$Eq_3 = 158/7 = 22.57 \text{ g/eq}$

За реакции, протичащи при еквимолни отношения на веществата се използват **МОЛАРНИ** концентрации

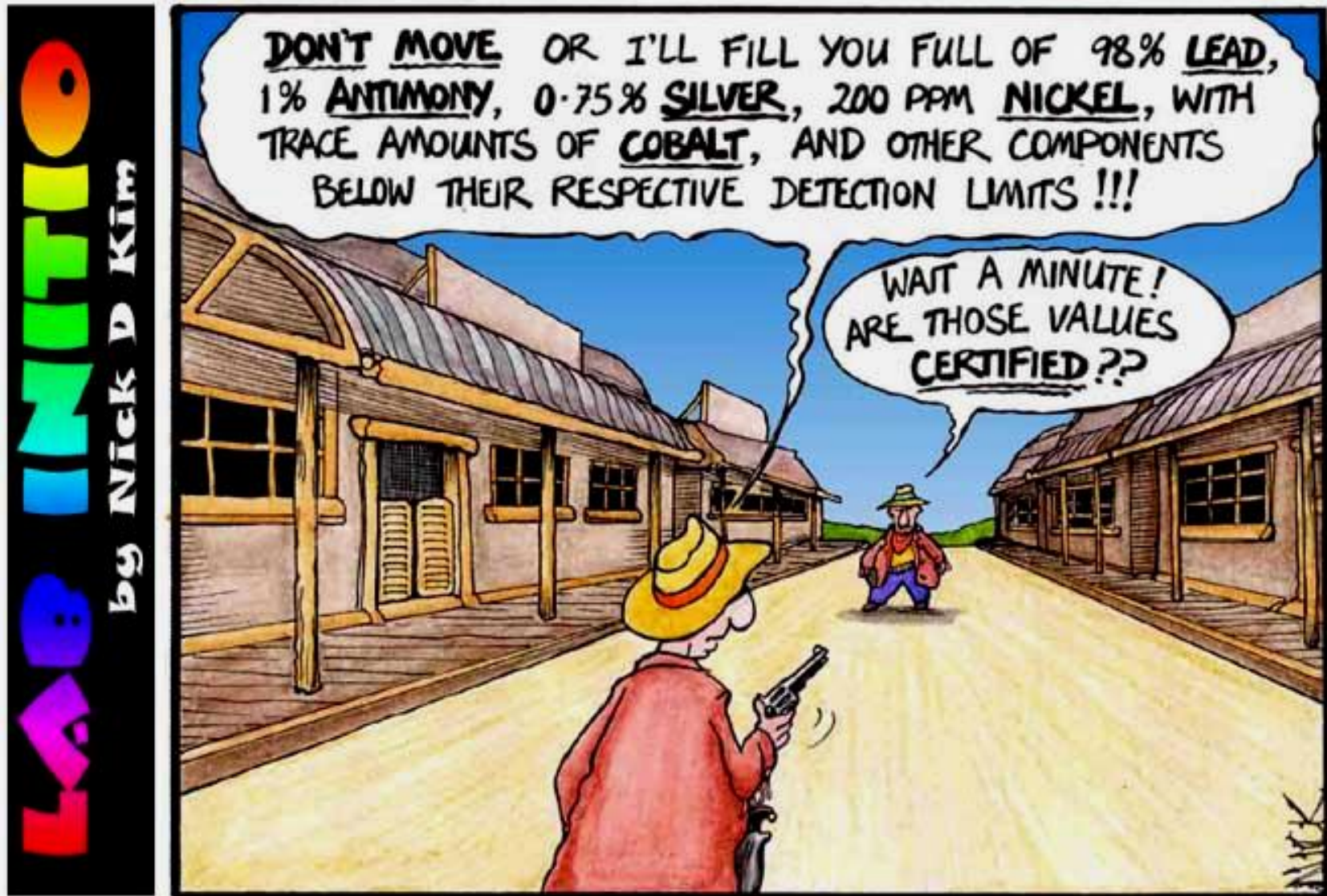
За реакции, протичащи при различни молни отношения на взаимодействащите вещества се използва концентрацията **НОРМАЛНОСТ**

# Какво трябва да запомните от тази лекция!

- Какво изучава аналитичната химия
- Основните понятия, свързани с анализа
- Какво представлява аналитичния процес
- Какви са 5-те основни начина за класифициране на аналитичните методи
- Каква информация за изследваните обекти дават качествения и количествен анализ
- Какви свойства на веществата използват качествения и количествен анализ
- Да научите начините за изразяване на концентрацията на вещества в разтвори и смеси чрез моларност, нормалност, процент



# Analytical chemistry for fun



**ANALYTICAL CHEMISTS IN THE WILD WEST**

## Лекция 2

**ХИМИЧНО РАВНОВЕСИЕ** - принципи.  
Закон за действие на масите. Количествена  
характеристика на равновесни процеси -  
концентрационна равновесна константа.

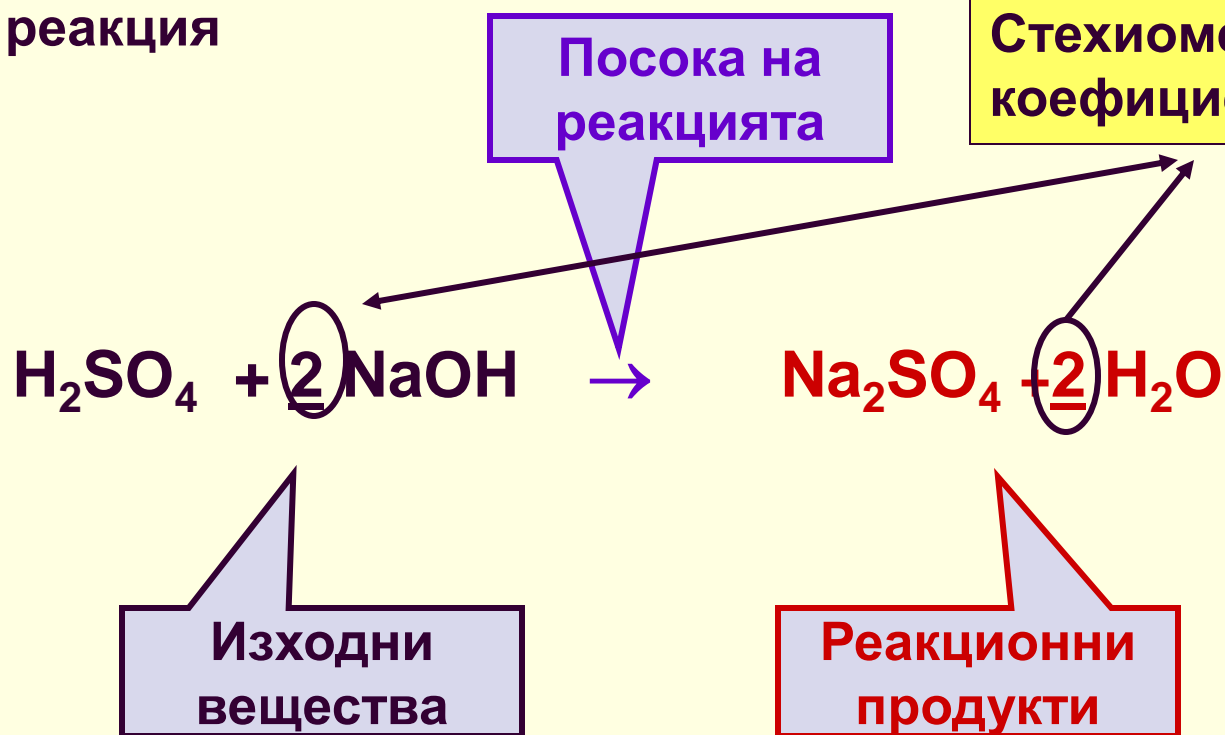
# Какво ще разгледаме в тази лекция?

---

1. Условия за протичане на химични реакции
2. Видове химични реакции, според посоката на протичане
3. Скорост на химичните реакции.
  - Закон за действие на масите
  - Скорост на НЕОБРАТИМИ и ОБРАТИМИ химични реакции
4. Състояние на РАВНОВЕСИЕ при ОБРАТИМИ химични реакции
  - Количествено описване на равновесие. Равновесна константа
  - Връзка между константи на права и обратна реакции
  - Степенни равновесни константи
5. Изчисления при равновесни системи
  - Изчисляване на равновесна константа
  - Определяне на равновесни концентрации
  - Коефициент на реакцията ( $Q$ )
6. Смисъл на равновесната константа
7. Свойства на равновесните системи

# 1. Условия за протичане на химични реакции

Химична реакция

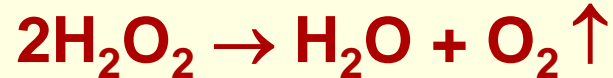


протича, когато са налице доказателства, че в резултат на взаимодействието на изходните вещества се получават продукти, проявяващи различни химични свойства.

**В една затворена система протичат спонтанно само реакции, които водят до намаляване на свободната енергия**

## 2. Видове химични реакции, според посоката на протичане

### Необратима химична реакция



**Обратима химична реакция** - възможно е протичането на взаимодействие в двете посоки

*Права реакция:*  $\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$

*Обратна реакция:*  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

Обратимата реакция се записва:



**Образуване на сталактити и сталагмити**



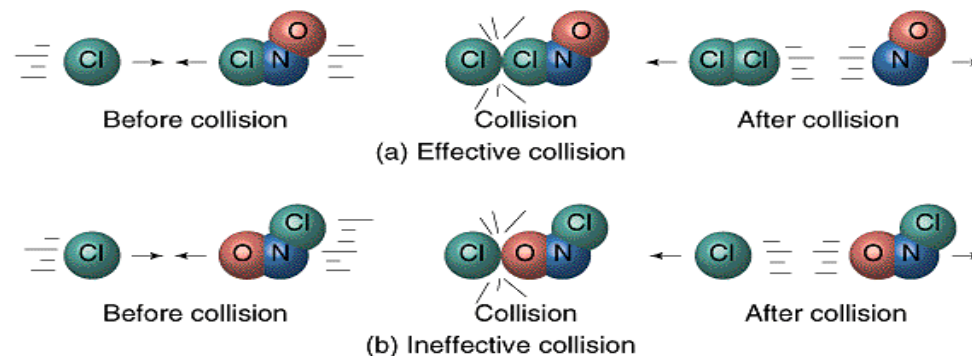
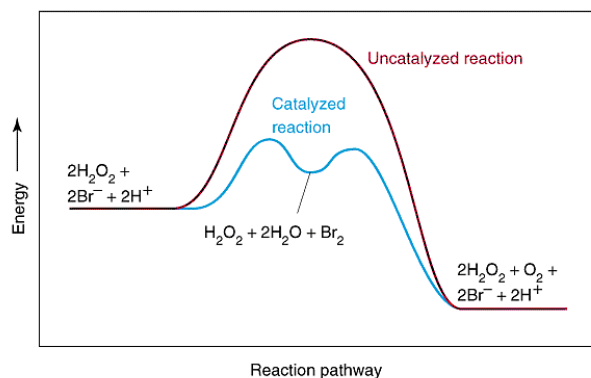
### 3. Скорост на химичните реакции

Скоростта на химичната реакция се измерва с **промяната на концентрацията** на реагиращите вещества (или продуктите) **за единица време**

$$V = \left| \frac{dC_i}{dt} \right|$$

Скоростта на химичната реакция зависи от:

- химичната природа на веществата
- присъствието на катализатори
- механизъм на реакцията (*порядък*)
- ТЕМПЕАТУРАТА
- концентрация (повърхност) на реагиращите вещества





### 3.1. Закон за действие на масите



$$V_{\rightarrow} = k_{\rightarrow} [A]^a \cdot [B]^b$$

**ЗДМ** - Скоростта на химичната реакция е пропорционална на произведението от моларните концентрации на реагиращите вещества и зависи от броя молекул, с които те участват във взаимодействието.

Където:  $k_{\rightarrow}$  е **скоростната константа** на правата реакция

**Ако:  $[A]=[B]=1 \text{ mol/l}$ , то**

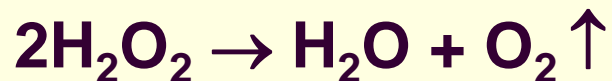
$$V_{\rightarrow} = k_{\rightarrow}$$

Скоростната константа зависи от:

- ✓ Химическата природа на веществата
- ✓ Порядъка на химичната реакция
- ✓ Температурата

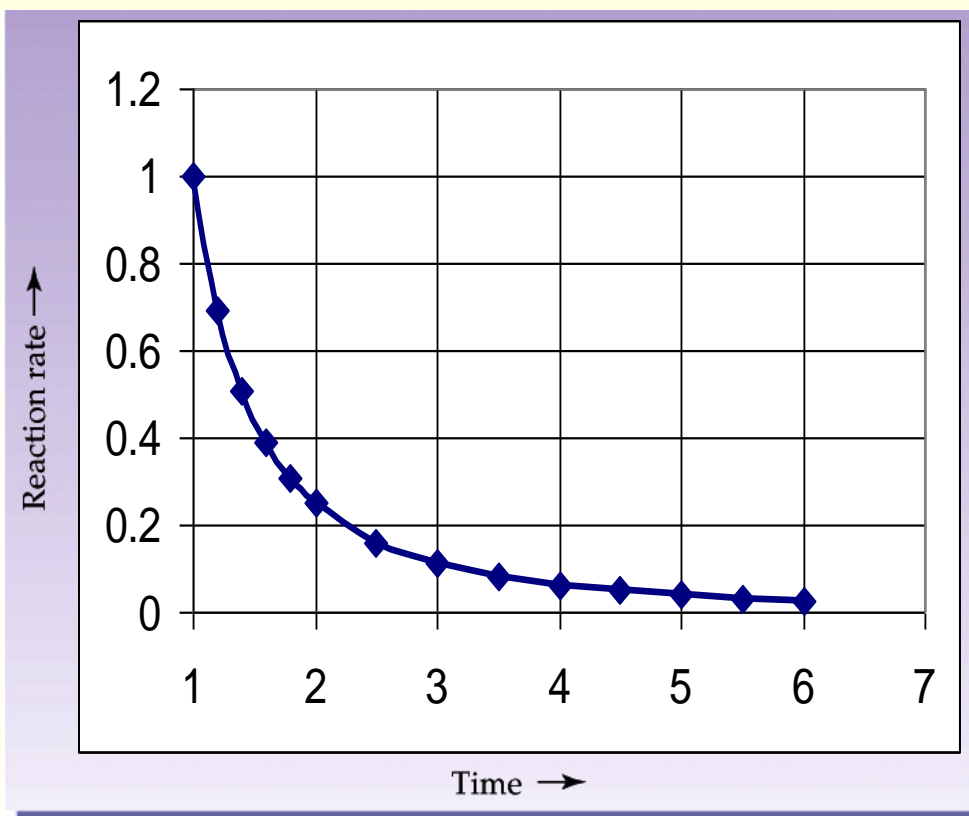
**Запомнете, че скоростната константа НЕ ЗАВИСИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИТЕ**

### 3.2. Скорост на НЕОБРАТИМИ химични реакции



$$V_{\rightarrow} = k_{\rightarrow} [\text{H}_2\text{O}_2]^2$$

За необратими химични реакции **скоростта намалява**, а при изчерпване на реагиращите вещества в системата - **тя клони към 0**.





### 3.3. Скорост на ОБРАТИМИ химични реакции



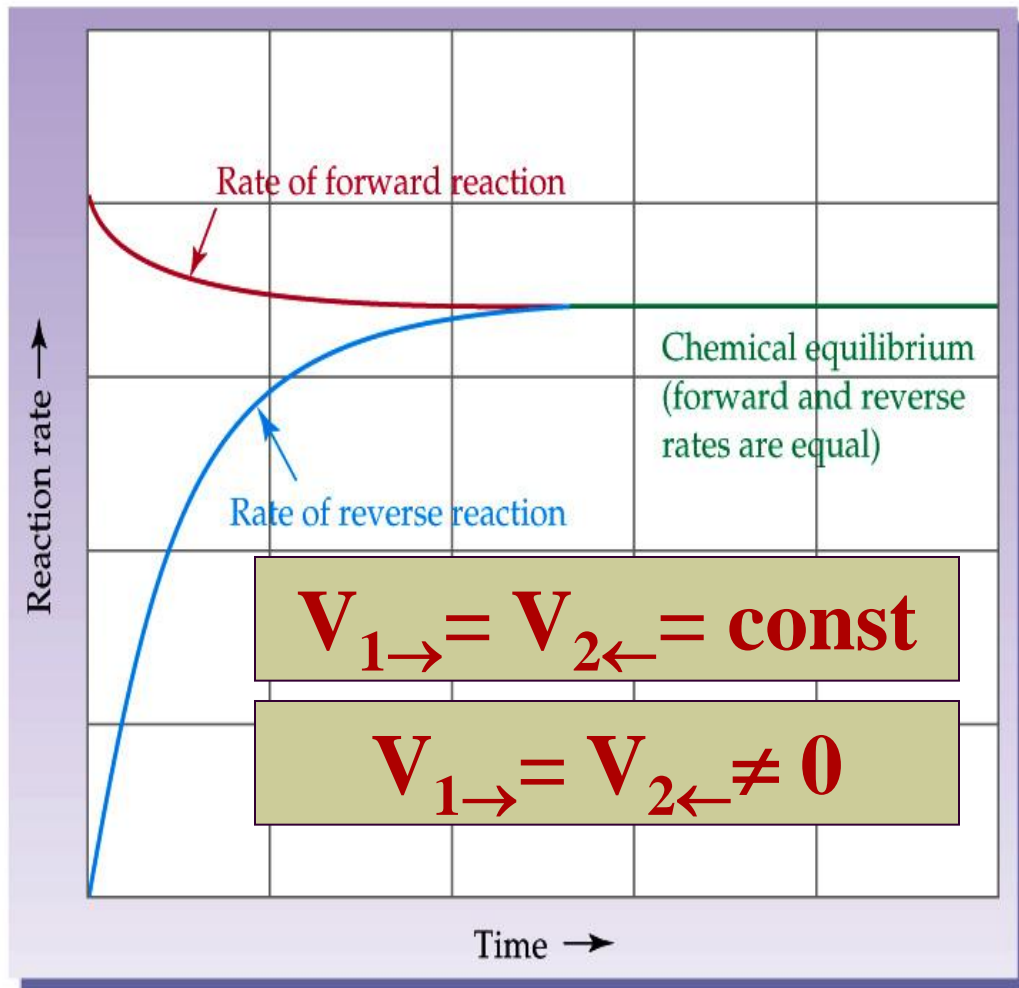
$$V_{1 \rightarrow} = k_{1 \rightarrow} [A]^a \cdot [B]^b$$

$$V_{2 \leftarrow} = k_{2 \leftarrow} [C]^c \cdot [D]^d$$

За обратими химични реакции:

- скоростта на правата реакция **намалява**, с изразходване на реагиращите вещества.
- скоростта на обратната реакция се **увеличава** с нарастване концентрацията на продуктите, получени при взаимодействието

## 4. Състояние на РАВНОВЕСИЕ при ОБРАТИМИ химични реакции



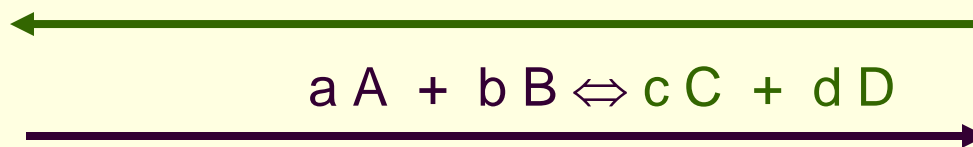
Системата променя своя състав във времето, до момента, когато скоростите на права и обратна реакция се изравнят:

Състоянието на обратима система, при което съставът ѝ остава непроменен дълго време, се нарича:

**ХИМИЧНО  
РАВНОВЕСИЕ**

## 4.1. Количествено описване на равновесие

За всеки обратим процес могат да се изразят скоростите на двете реакции



$$V_{1 \rightarrow} = k_{1 \rightarrow} [A]^a \cdot [B]^b$$

$$V_{2 \leftarrow} = k_{2 \leftarrow} [C]^c \cdot [D]^d$$

При достигане на  
равновесното състояние

$$V_{1 \rightarrow} = V_{2 \leftarrow}$$

$$k_{1 \rightarrow} [A]^a \cdot [B]^b = k_{2 \leftarrow} [C]^c \cdot [D]^d$$

$$\frac{k_{1 \rightarrow}}{k_{2 \leftarrow}} = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = \text{const}$$

При **ПОСТОЯННА**  
**ТЕМПЕРАТУРА!!!**

**Sato Maximilian Guldberg** и **Peter Waage** първи предлагат ЗДМ да се използва за охарактеризиране на равновесни системи

## 4.2. Равновесна константа



$$K^c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

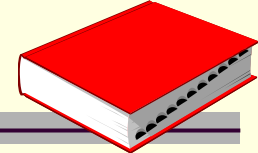
Равновесни концентрации  
на продукти

Равновесни концентрации  
на реагенти

Концентрационна равновесна  
константа

Където: [A], [B], [C] и [D] - са **МОЛАРНИТЕ** концентрации, когато системата е достигнала състояние **на равновесие !!!**

## 4.3. Как се записват равновесни константи



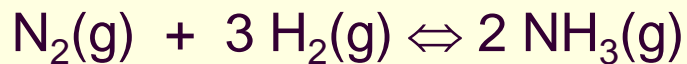
1. Изравняване на реакцията
2. Записване на произведението от моларните концентрации на продуктите в числителя на константата
3. Записване на произведението то моларните концентрации на изходните вещества в знаменателя константата
4. Записване на стехиометричните коефициенти като степенен показател за всяко от реагиращите вещества

$$K_c = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3]^2 \cdot [(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]^3}{[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3] \cdot [\text{NH}_4\text{SCN}]^6}$$

## 4.4. Връзка между константи на права и обратна реакции

Ако изследваме възможността да се извършат два противоположни процеса:

- Получаване на амоняк



$$K_{\rightarrow} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

- Разлагане на амоняк до водород и азот



$$K_{\leftarrow} = \frac{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2}$$

$$K_{\leftarrow} = \frac{1}{K_{\rightarrow}} \quad \text{или} \quad K_{\leftarrow} \cdot K_{\rightarrow} = 1$$

**Равновесните константи на права и обратна реакция са обратно пропорционални**

## 4.5. Връзка между стехиометричните коефициенти и $K_c$

При изравняване на някои химични реакции може да се използват различни подходи:



$$K_1^c = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{Cl}_2]}$$

Ако **разделим** стехиометричните коефициенти на реакцията на две:



$$K_2^c = \frac{[\text{HCl}]}{[\text{H}_2]^{1/2} \cdot [\text{Cl}_2]^{1/2}}$$

Очевидно, двете константи се съотнасят по следния начин:

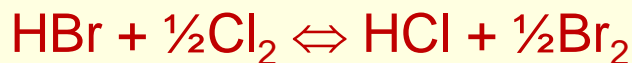
$$K_2^c = \sqrt{K_1^c}$$



Ако за реакцията:  $2\text{HBr} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{Br}_2$

е известно, че  $K_c^1 = 4,0 \cdot 10^4$

Определете  $K_c^2 = ?$  за реакцията, изразена като:



$$K_c^1 = \frac{[\text{HCl}]^2 \cdot [\text{Br}_2]}{[\text{HBr}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]} = 4,0 \times 10^4$$

$$K_c^2 = \frac{[\text{HCl}] \cdot [\text{Br}_2]^{1/2}}{[\text{HBr}] \cdot [\text{Cl}_2]^{1/2}}$$

$$K_c^2 = \sqrt{K_c^1} = \sqrt{4 \cdot 10^4} = 200$$

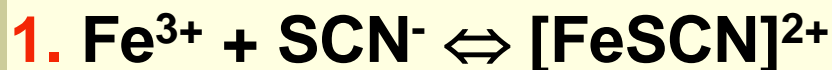


## 4.6. Степенни равновесни константи



$$K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3]}{[\text{Fe}^{3+}].[\text{SCN}^-]^3}$$

Реакции, свързани с обмен на повече от 1 частици протичат на степени



$$K_1 = \frac{[\text{FeSCN}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}].[\text{SCN}^-]}$$



$$K_2 = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_2^+]}{[\text{FeSCN}^{2+}].[\text{SCN}^-]}$$

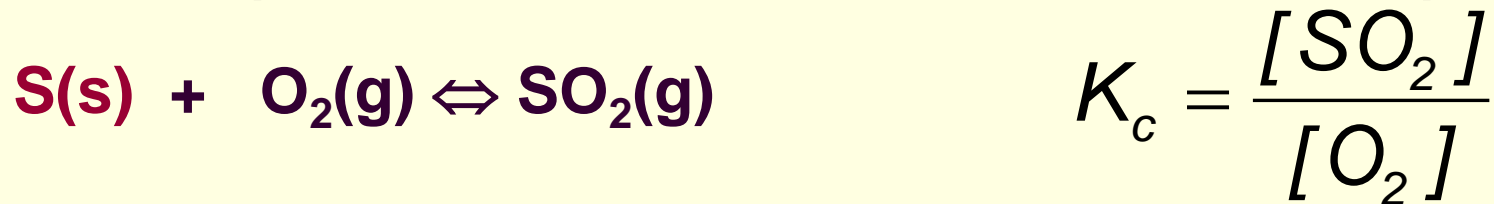


$$K_3 = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_2^+].[\text{SCN}^-]}$$

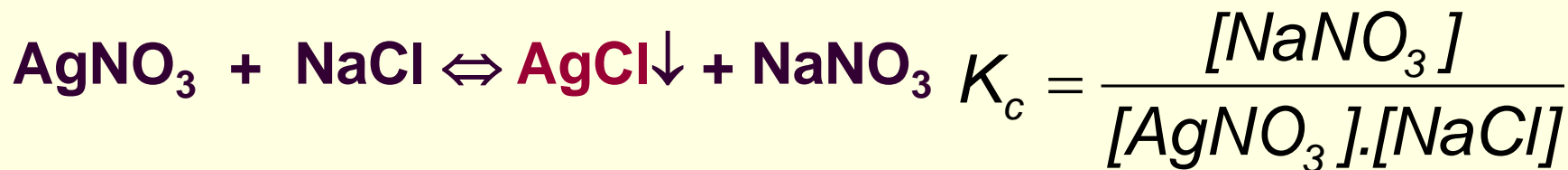
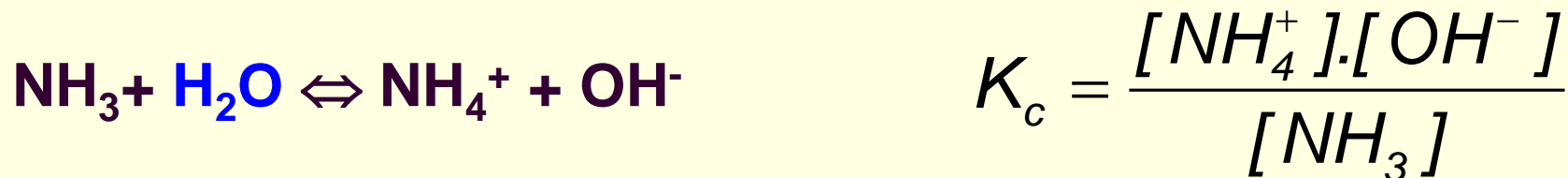
$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

## 4.7. Равновесни константи на хетерогенни процеси

Когато в равновесната система има две или повече фази

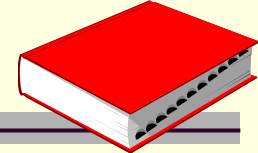


Ако следните реакции се провеждат във водни разтвори:

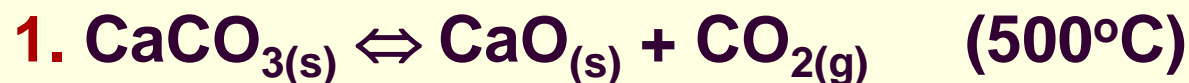


**NB!** Твърди вещества и молекули на разтворителя  
НЕ УЧАСТВАТ в израза за равновесната константа

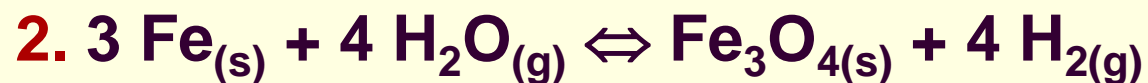
# Примери за хетерогенно равновесие



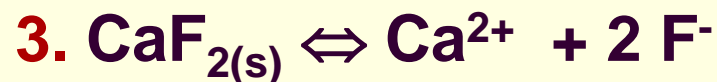
Запишете равновесните константи за следните процеси:



$$K = [\text{CO}_2]$$



$$K = \frac{[\text{H}_2]^4}{[\text{H}_2\text{O}]^4}$$



$$K^c = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2$$

(воден разтвор при  $25^\circ\text{C}$ )



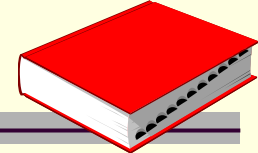
$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{CO}_2^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]}$$

## 5. Изчисления при равновесни системи

---

- Определяне **стойността на  $K_c$** , при известни концентрации на компонентите на системата в равновесното състояние
- Определяне на **равновесните концентрации** на реагиращи вещества или продукти, при известни стойността на  $K_c$
- Определяне на **посоката** на протичане на реакцията, при конкретни начални условия, чрез съпоставка на **коефициента на реакцията ( $Q$ ) с равновесната константа  $K_c$**

## 5.1. Изчисляване на равновесна константа



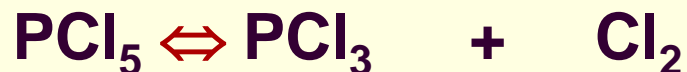
1. Изчислете равновесната константа за реакцията на получаване на фосфорен пентахлорид, ако знаете, че са измерени следните концентрации след достигане на равновесие в системата:



Концентрации    **0.172 M**   **0.086 M**   **0.028 M**

$$K^c_{\Rightarrow} = \frac{[\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]} = \frac{0,028}{0,172 \cdot 0,086} = 1,9$$

2. За същата система изчислете равновесната константа за **обратната реакция** - разлагане на фосфорен пентахлорид:



$$K^c_{\Leftarrow} = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{0,172 \cdot 0,086}{0,028} = \frac{1}{1,9} = 0,53$$



**1 Задача:** В контейнер с обем **1 L** са поставени **2 mol NOCl**. След достигане на равновесие е определено, че в системата се съдържат **0.66 mol/L** от **NO**. Изчислете стойността на равновесната константа  $K_c$  при тези условия.



Решение:

Създава се таблица с концентрациите

	[NOCl]	[NO]	[Cl <sub>2</sub> ]
Преди р-ята	2,0	0	0
Промяна	-2x	+2x	+x
При равновесие	2-2x	0,66	x

Тези таблици се наричат “ICE- tables”

Initial-Change-Equilibrium

## 5.2. Изчисляване на $K_c$ - стехиометрия



Таблица с концентрациите

	[NOCl]	[NO]	[Cl <sub>2</sub> ]
Преди р-ята	2,0	0	0
промяна	- 0,66	+0,66	+0,33
При равновесие	2-0,66=1.34	0,66	0,33

От стехиометрията на реакцията можем да определим някои количествени връзки:

1. При равновесие:  $[\text{Cl}_2] = [\text{NO}] / 2 = 0,33 \text{ mol/l}$
2. При протичане на реакцията концентрацията на изходното вещество [NOCl] намалява със стойност равна на получения продукт [NO]. Следователно можем да определим промяната:
3. При равновесие концентрацията на изходното вещество [NOCl] ще бъде равна на разликата:

## 5.2. Изчисляване на $K_c$ - **стехиометрия**



	$[\text{NOCl}]$	$[\text{NO}]$	$[\text{Cl}_2]$
Преди р-ята	2,0	0	0
Промяна	-0,66	+0,66	+0,33
При равновесие	1,34	0,66	0,33

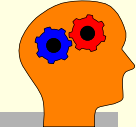
Записваме константата и въвеждаме числените стойности на равновесните концентрации

$$K = \frac{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2}$$

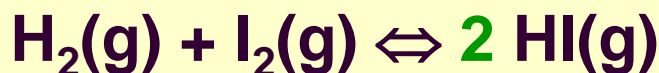
$$K = \frac{(0,66)^2 \cdot 0,33}{(1,34)^2} = 0,080$$



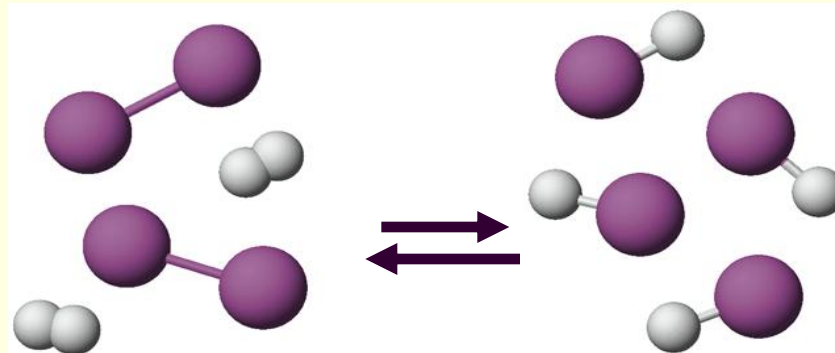
### 5.3. Определяне на **равновесни концентрации**, при известна $K_c$



**1. Задача:** В съд с обем 1 L, при температура 25°C, са поставени по 1,0 mol  $H_2$  и  $I_2$ . Изчислете равновесните концентрации, ако знаете, че  $K_c = 55,3$ .

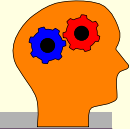


$$K^c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = 55,3$$



1. Създаваме таблица с концентрациите.

	$[H_2]$	$[I_2]$	$[HI]$
Начало	1,0	1,0	0
Промяна	-x	-x	+2x
Равновесие	1-x	1-x	2x



2. Заместваме равновесните концентрации в израза за  $K^c$

$$K^c = \frac{[2x]^2}{[1-x] \cdot [1-x]} = 55,3$$

3. Решаваме израза по “X” - *коренуваме двете части на равенството*

$$\sqrt{K^c} = \frac{[2x]}{[1-x]} = \sqrt{55,3} = 7,44$$

$$X = 0,79$$

4. Изчисляваме равновесните концентрации

$$[\text{H}_2] = [\text{I}_2] = 1,0 - x = 0,21 \text{ M}$$

$$[\text{HI}] = 2x = 1,58 \text{ M}$$

## 5.4. Коефициент на реакцията (Q)

Коефициентът на реакцията Q - изразява отношението на продукти към реагенти за **изравнена химична реакция**

- Q се дава със същия израз като K<sub>c</sub>
- Концентрациите в израза може да съответстват на произволно състояние на системата  
**(НЕ Е ЗАДЪЛЖИТЕЛНО ДА СА РАВНОВЕСНИТЕ)**
- Дава бърза информация за посоката, в която ще протече реакцията във всеки конкретен момент



$$Q = \frac{\text{продукти}}{\text{реагенти}} = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Когато концентрациите се изравнят с равновесните:

$$Q = K_c$$

**Смисъл на Q** - може бързо да покаже посоката, в която ще протече взаимодействието за конкретни концентрации на веществата, ако е известна реакцията и стойността на равновесната константа

## 5.4.1 Определяне на посоката на протичане на реакцията



### 1. $Q < K$

$$Q = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} < K$$

**Реагенти  $\rightarrow$  Продукти**

Концентрациите на продуктите C & D са по-малки от равновесните. Следователно ще протича правата реакция.

### 2. $Q = K$

$$Q = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = K$$

**Реагенти  $\rightleftharpoons$  Продукти**

Реакцията е в равновесие

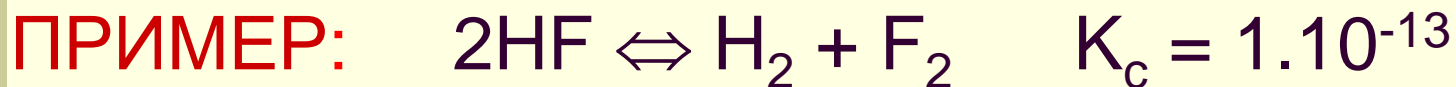
### 3. $Q > K$

$$Q = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} > K$$

**Реагенти  $\leftarrow$  Продукти**

Концентрациите на продуктите C & D са по-големи от равновесните. Следователно ще протича обратната реакция.

## 5.4.1 Определяне на посоката на протичане на реакцията



В каква посока ще протече реакцията при смесване на 0,5 mol/l HF; 0,001 mol/l H<sub>2</sub> и 0,004 mol/l F<sub>2</sub>

$$Q = \frac{[\text{H}_2] \cdot [\text{F}_2]}{[\text{HF}]^2}$$

$$Q = \frac{[0,001] \cdot [0,004]}{[0,5]^2} = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

**Q > K, ще протече обратната реакция**

## 6. Смисъл на равновесната константа

Числената стойност на  $K_c$ :

1. Показва **степен** на протичане на правата и обратна реакции
2. Позволява да изчисляваме **равновесните концентрации** на реагенти и продукти
3. Позволява да **предсказваме посоката**, в която ще протече реакция



- |                        |   |
|------------------------|---|
| $K_c > 10^3$           | в равновесната система преобладават продуктите  |
| $K_c < 10^{-3}$        | в равновесната с-ма преобладават изходните вещества                                       |
| $10^{-3} < K_c < 10^3$ | в равновесната с-ма се наблюдават в съизмерими концентрации и изходни вещества и продукти |

## 7. Свойства на равновесните системи

### Равновесните системи са:

- **Динамични**  $V_{1\rightarrow} = V_{2\leftarrow} \neq 0$
- **Обратими** извършват се права и обратна реакции
- **Могат да бъдат изместени в двете посоки**
- **Стабилни във времето** (при постоянна температура)
- При промяна в температурата равновесието се измества и **КОНСТАНТАТА СЕ ПРОМЕНЯ**
- При промяна в концентрацията на реагенти или продукти равновесието се измества, **НО КОНСТАНТАТА НЕ СЕ ПРОМЕНЯ**

# Какво трябва да запомните от тази лекция!

Как се променят скоростите на реакциите при необратими и обратими процеси?

От какво зависи скоростта на реакцията и от какво зависи скоростната константа?

ЗДМ и състояние на равновесие!

Как се записва равновесна константа на обратима реакция?

Каква е връзката между константи на права и обратна, и обща и степенни реакции?

Какви изчисления могат да се правят за равновесни системи?

Смисъл и употреба на “коефициента на реакцията”

Смисъл на равновесната константа- как числената ѝ стойност може да се използва за тълкуване на състоянието на равновесната система ?

Какви са основните свойства на равновесните системи?