



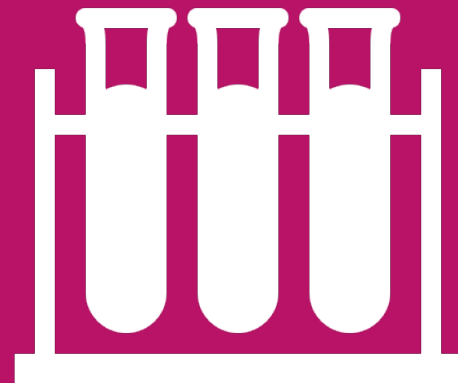
КОРПОРАТИВНАЯ  
АКАДЕМИЯ  
РОСАТОМ

# Лабораторный химический анализ

Автор: Меняйлов Дмитрий



**Лабораторный химический анализ** — это высокотехнологичный процесс, требующий определенного оборудования и обширных знаний. Основной целью лабораторного химического анализа является определение химического состава и строения веществ, выявление наличия разнообразных включений и примесей, а также осуществление контроля качества сырья и готовой продукции, выяснение степени загрязнения окружающей среды и др.



# Безопасность

- Перед началом работы необходимо изучить порядок ее проведения. Учащиеся в соответствии с инструкцией педагога подготавливают рабочее место, проверяют исправность оборудования, инструментов, приборов и т. д. Соблюдают все указания по безопасному обращению с реактивами, нагреванием веществ.
- Проверьте исправность оборудования, водопровода, электросети и т.п. Обо всех неполадках в их работе необходимо ставить в известность педагога или лаборанта. Нельзя устранять неисправности самостоятельно.
- При проведении работ, связанных с нагреванием жидкостей до температур кипения, использованием разъедающих растворов, подготовьте защитные очки.
- Подготовьте рабочее место, уберите все лишнее.



# Задание

Госкорпорация «Росатом» реализует проект создания в России производства литий-ионных аккумуляторов (ЛИА). Для этого строится завод в Калининградской области, где будет изготавливаться составные части аккумулятора и проводиться его сборка. Важным компонентом ЛИА является катодный материал в виде порошка оксида лития, никеля, кобальта и марганца.

Этот катодный материал имеет название NMC. На начальном этапе запуска производства ЛИА планируется импортировать данный катодный материал. В условиях наращивания санкционного давления рассматриваются варианты ускорения программы импортозамещения данного материала. Есть информация об аналогах на уровне спецификаций. Есть описание действующего производства лития металлического и литиевых соединений на площадке ПАО «НЗХК». Есть опыт производства другого катодного материала (LCO).

**Вам необходимо провести синтез катодного материала и провести его лабораторный химический анализ.**



# Профессия «Лаборант химического анализа»

**Лаборант химического анализа** — специалист, который проводит химический и физико-химический анализ веществ в лаборатории.



**Инженер-химик** специализируется на производственных процессах, которые, так или иначе, связаны с применением химических технологий. Его задача – разрабатывать такие процессы, оптимизировать их, изучать.



**Химик-технолог** занимается проведением исследований и химических экспертиз, разработкой химических составов разнообразной продукции, отвечает за технологический процесс ее производства.





# Важные и необходимые качества всех трех профессий:

- ✓ способность к концентрации и распределению внимания в течение длительного времени;
- ✓ хорошая сенсорная память;
- ✓ хорошо развитая координация движений кистей рук;
- ✓ хорошая реакция;
- ✓ нервно-психическая устойчивость;
- ✓ обонятельная и осязательная чувствительность;
- ✓ личная организованность;
- ✓ усидчивость;
- ✓ аккуратность;
- ✓ внимательность;
- ✓ ответственность;
- ✓ дисциплинированность.





# Проверь, готов ли стать химиком или лаборантом!



Открой свой  
блокнот тестов



У тебя есть  
**7 минут!**

# Результаты теста

## Больше **А**

Вы не просто усидчивы — вы можете бесконечно долго заниматься любой рутинной. Это помогает вам и в работе, и в быту, а в вашем доме царит идеальный порядок. Вам идеально подойдет профессия химик или лаборант!

## Больше **Б**

Вы в меру усидчивы. Если есть необходимость, займетесь кропотливым трудом, но если этого возможно избежать, с удовольствием переключитесь на что-то другое. Вас можно назвать мастером на все руки. И вы могли бы работать по профессии химик или лаборант!

## Больше **В**

Вы не можете усидеть на месте ни секунды, и усидчивость — не ваша сильная сторона. Зато вы умеете с легкостью переносить непредвиденные трудности, а также ищете творческий подход ко всему, за что беретесь. Вы могли бы генерировать классные идеи!

# Концентрация и внимание



Открой свой  
блокнот тестов



У тебя есть  
**2 минуты!**

23

**СЛОВА  
ЗАШИФРОВАНО В  
ЭТОМ ТЕСТЕ**

- ✓ Если за 2 минуты вы нашли все слова, это хороший результат. Если у вас даже осталось время — это отличный результат.
- ✓ Если вы не уложились за 2 минуты, это означает, что у вас концентрация внимания ниже среднего.
- ✓ Если вы нашли меньше, чем 23 слова, то за каждое пропущенное слово приплюсовываете 5 секунд штрафа (пороговое время ровно 2 минуты).

# Перерыв

# 20

МИНУТ



# Задание

Госкорпорация «Росатом» реализует проект создания в России производства литий-ионных аккумуляторов (ЛИА). Для этого строится завод в Калининградской области, где будет изготавливаться составные части аккумулятора и проводиться его сборка. Важным компонентом ЛИА является катодный материал в виде порошка оксида лития, никеля, кобальта и марганца.

Этот катодный материал имеет название NMC. На начальном этапе запуска производства ЛИА планируется импортировать данный катодный материал. В условиях наращивания санкционного давления рассматриваются варианты ускорения программы импортозамещения данного материала. Есть информация об аналогах на уровне спецификаций. Есть описание действующего производства лития металлического и литиевых соединений на площадке ПАО «НЗХК». Есть опыт производства другого катодного материала (LCO).

**Вам необходимо провести синтез катодного материала и провести его лабораторный химический анализ.**



# Шаг 1

## Модель взаимодействия:

Элемент	Характеристика		
	Емкость	Стабильность	Стоимость
Ni	3/3	1/3	2/3
Co	2/3	2/3	1/3
Mn	1/3	3/3	3/3

где 3/3 – самый емкий, стабильный и дешевый

## Модель для электротранспорта:

Вид	Характеристика		
	Размер	Безопасность/ мощность	Стоимость
Телефон	4/4	1/4	1/4
Дрель	3/4	2/4	2-3/4
Машина	2/4	3/4	2-3/4
Автобус	1/4	4/4	4/4

где 1/4 – самый большой, небезопасный, дорогой



# Шаг 1

## ЗАДАНИЕ

Выберете соотношение элементов в NMC в зависимости от вида электротехники с учетом их характеристик.

**Телефон:** маленький размер, минимальная безопасность и цена

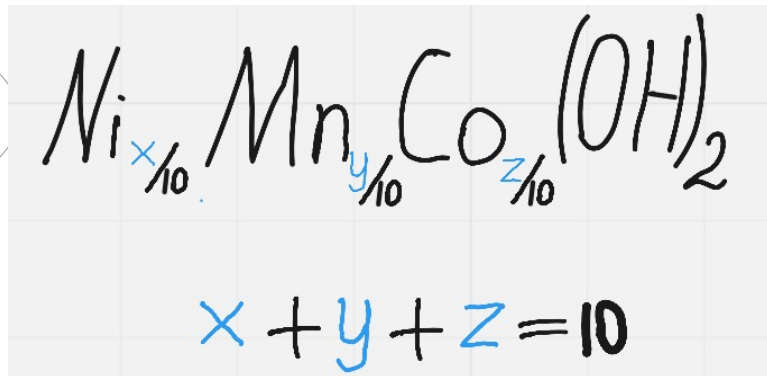
**Дрель:** средний размер, средняя безопасность, средняя стоимость

**Машина:** большой размер, повышенная безопасность, средняя стоимость

**Автобус:** размер может быть огромным, огромная мощность, повышенная стоимость

### Возможные соотношения элементов:

3,3:3,3:3,3 (сокращенно 1:1:1), 5:3:2, 6:2:2, 8:1:1





телефон

**811**



дрель

**532**



машина

**622**



автобус

**111**



# Расчет

**Синтез прекурсора катодного материала вида NMC 111 для ЛИА из хлоридов**  
(Программа "Политехническая школа" для конкурса "Сделай шаг")

Конечный продукт (катодный материал для ЛИА):	$\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ , литированный оксид никеля, кобальта, марганца с мольным соотношением переходных металлов 1:1:1 (сокращенно NMC 111)	Дополнения
Целевой продукт синтеза (прекурсор):	$\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}(\text{OH})_2$ , сложный гидроксид никеля, кобальта, марганца с мольным соотношением переходных металлов 1:1:1	

**Шаг №1. Расчет молярной массы реагентов и продукта реакции:**

	Молярная масса элементов с учетом формулы вещества, г/моль							в т.ч.					
	Li	Ni	Co	Mn	Cl	H	O	Общая	без-водны	%	вода	%	
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		58,7				70,9	12	96	237,6	129,6	54,5	108,0	45,5
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$			58,93			70,9	12	96	237,8	129,8	54,6	108,0	45,4
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$				54,94		70,9	8	64	197,8	125,8	63,6	72,0	36,4
$\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	6,9					3	32	41,9	23,9	57,1	18,0	42,9	
$\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}(\text{OH})_2$		19,57	19,64	18,31		2	32	91,5	57,5	62,9	34,0	37,1	

черновик

**Шаг №2. Уравнение реакции синтеза прекурсора**

Реакция №1	Реагенты		=
	Продукты		
Реакция №2	Реагенты	1 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 1 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 1 $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 6 $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	=
	Продукты	= 3 $\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}(\text{OH})_2$ + 6 $\text{LiCl}$ + 22 $\text{H}_2\text{O}$	

**Шаг 3. Расчет массы исходных реагентов при заданной массе целевого продукта**

	Целевой продукт:	Исходные реагенты:					
	$\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}(\text{OH})_2$	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{NiCO}_3$	$\text{HCl}$
Соотношение молей с целевым	1	0,33	0,33	0,33	2,00		
Количество молей	0,11	0,04	0,04	0,04	0,22		
Молярная масса, г/моль	91,52	237,60	237,83	197,84	41,94		
Масса реагента, г	10,00	8,65	8,66	7,21	9,16		

**Шаг 4. Расчет массы воды для растворения реагентов:**

Состав исходного реагента	название	$\text{NiCl}_2$		$\text{CoCl}_2$		$\text{MnCl}_2$		вода	вода	вода	$\text{LiOH}$	вода
		масса, г	вода	масса, г	вода	масса, г	вода					
Табличное значение растворимости в 100 г воды		4,72	3,93	4,73	3,93	4,58	2,62				5,23	3,93
Эмпирическое значение растворимости в 100 г воды		65,6		56,2		77,2					12,9	
Масса воды для растворения компонента (безводного), г				56,2		77,2					8,6	
				8,41		93674404					60,83	
Масса добавленной воды для растворения реагентов (в т.ч. гидратов), г				4,48		3,31					56,90	

# Шаг 3



**Никель (II)**



**Кобальт (II)**



**Марганец (II)**



**Лития  
гидроксид**

# Наименования исходных реагентов

Обозначение продукта	Наименование продукта	Расход продукта, г/10
<b>Исходные реагенты</b>		
1	$\text{NiCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	8,65
2	$\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	8,66
3	$\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	7,21
4	Вода дистиллированная на растворение солей	15 г
5	$\text{LiOH} \times \text{H}_2\text{O}$ с 20% избытком	9,16
6	Вода дистиллированная на растворение гидроксида	50 г
<b>Полупродукты</b>		
8	Осадок после осаждения	
<b>Жидкие отходы производства</b>		
7	Маточный раствор после отстаивания	
11	Маточный раствор после фильтрации и промывки	

# Принципиальная технологическая схема

производства литированного  
оксида никеля-марганца-  
кобальта (NMC)



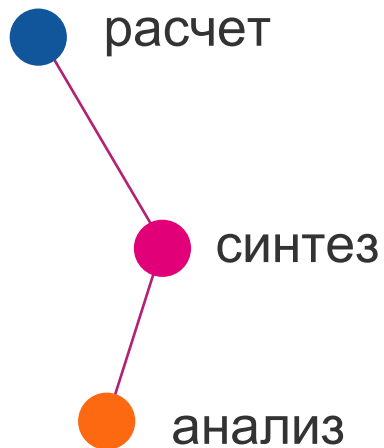


# Шаг 4

Добавьте к раствору  
нитрат серебра и  
наблюдайте выпадение  
белого осадка.



# Вы настоящие молодцы!



Вот это да!  
Поздравляю вас!



# Осталось несколько вопросов

- 1 Что такое компетенция «Лабораторный химический анализ»?
- 2 О каких профессии мы сегодня говорили? Что нового вы узнали?
- 3 Какие навыки нужны для успешной карьеры в данной профессии?
- 4 Было ли сегодняшнее занятие полезным и интересным для вас?

При желании,  
**ТЫ МОЖЕШЬ ВСЁ!**

# Спасибо за внимание!

**Авторы: Меняйлов Дмитрий**

E-mail: [dmitriimeniaailov@gmail.com](mailto:dmitriimeniaailov@gmail.com)  
[rosatom-academy.ru](http://rosatom-academy.ru)

