



**БИБЛИОТЕКА  
СТУДЕНТА  
УГНТУ**

**Серия**

# **МОЛЕКУЛЫ И РЕАКЦИИ**

**Выпуск 7**

**ИНДИКАТОРЫ**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

*Библиотека студента УГНТУ*

Серия  
**МОЛЕКУЛЫ И РЕАКЦИИ**

Выпуск 7  
**ИНДИКАТОРЫ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*Под общей редакцией*  
*члена-корреспондента АН РБ профессора С.С. Злотского*

Уфа  
Издательство УГНТУ  
2017

УДК 54-43  
ББК 24.46  
И 60

Утверждено Редакционно-издательским советом УГНТУ  
в качестве учебного пособия

Авторы: Н.Н. Михайлова, С.А. Красько, А.А. Богомазова, Т.Ф. Дехтярь

Под общей редакцией члена-корреспондента АН РБ профессора С.С. Злотского

Рецензенты:

Доктор технических наук профессор Удалова Е.А.

Кандидат химических наук старший научный сотрудник Латыпова Д.Р.

Михайлова Н.Н.

И 60 Индикаторы: учеб. пособие / Н.Н. Михайлова, С.А. Красько, А.А. Богомазова, Т.Ф. Дехтярь; под общ. ред. проф. С.С. Злотского // Сер. Молекулы и реакции.– Уфа: УГНТУ, 2017.– Вып. 7.– 62 с.

ISBN 978-5-7831-1468-7

Учебное пособие посвящено рассмотрению физических, химических свойств индикаторов, подробно рассмотрена история открытия каждого индикатора, область применения индикаторов и воздействие на живые организмы.

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России в рамках базовой части (Задание № 2014/241, проект № 1180).

УДК 54-43  
ББК 24.46

ISBN 978-5-7831-1468-7

©ФГБОУ ВО «Уфимский государственный  
нефтяной технический университет», 2017  
©Коллектив авторов, 2017

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Ализариновый желтый	5
2. Бромтимоловый синий	7
3. Дитизон	9
4. Дифенилкарбазон	13
5. Дифенилкарбазид	15
6. Индигокармин	18
7. Конго красный	22
8. Кристаллический фиолетовый	25
9. Лакмус	28
10. Метиленовый голубой	32
11. Метиловый красный	37
12. Метиловый оранжевый	42
13. Мурексид	46
14. Тимоловый синий	48
15. Тимолфталейн	51
16. Феноловый красный	53
17. Фенолфталейн	56
18. Эриохром	59

## Введение

При решении широкого круга проблем общей, аналитической, физической, органической химии используется ряд индикаторов (индивидуальных соединений и композиций), которые позволяют определять условия и результаты процесса (кислотность, температуру, редокс-потенциалы и др.). Индикаторы (в биохимии часто «маркеры») необходимы в самых разнообразных реакциях и процессах, часто они также способствуют проведению химических превращений в строго оптимальных условиях.

В базовых университетских курсах общей, аналитической, физической, органической химии широко используются представления об индикаторах, однако практически отсутствует их систематизация и подробное изложение основного применения. В этой связи данное учебное пособие из серии «Молекулы и реакции» призвано восполнить этот пробел. В пособии приведена информация об основных кислотно-основных индикаторах и металлоиндикаторах. В тексте подробно рассматривается строение индикаторов, их физические и химические свойства, промышленное и лабораторное производство, а также их практическое применение.

В конце каждой главы учебного пособия предложен расширенный список литературы, который позволит найти дополнительную информацию и углубить знания.

Считаем, что настоящее учебное пособие окажется полезным для магистрантов, аспирантов, научных сотрудников и преподавателей общеобразовательных школ, гимназий и колледжей, заинтересованных в расширении и углублении знаний в области химии.

Данный выпуск является седьмым и продолжает публикации в рамках проекта «Молекулы и реакции», подготовленного преподавателями и научными сотрудниками кафедры «Общая и аналитическая химия» в содружестве с ведущими специалистами других университетов.

Научный редактор  
заведующий кафедрой  
«Общая, аналитическая и прикладная химия»  
профессор

С.С. Злотский

# АЛИЗАРИНОВЫЙ ЖЕЛТЫЙ

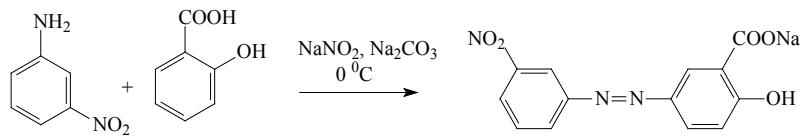
Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{13}H_8O_5N_3Na$ 	<b>Натриевая соль 3'-нитро-4-оксазобензол-3-карбоновой кислоты</b>	<b>Ализариновый желтый</b>
Класс соединения		
<b>Ализариновый желтый</b> – кислотно-основный индикатор, класс: азокраситель.		

## Физические свойства

**Ализариновый желтый** – желтый порошок.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	желтый	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	-	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	-	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	>1	
<b>M<sub>r</sub>, г/моль</b>	309,2	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	10 (светло-желтая) - 12,1 (красно-оранжевая)	
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	Растворим	Хорошо растворим в этаноле

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	- ОАО "Уралбиофарм" (РФ, г. Екатеринбург) - ОАО "Синтез" (РФ, г. Курган) и многие другие. Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют ализариновый желтый в Россию.
Ализариновый желтый получают реакцией азосочетания диазотированного <i>мета</i> -нитроанилина и салициловой кислоты.	

## **Химические свойства**

Азогруппа, т.е. два атома азота, соединенные двойной связью, обуславливает цвет свыше половины всех промышленно производимых красителей. Азогруппа -N=N- является сильным хромогеном – источником цвета. Все азокрасители – синтетические соединения, не имеющие натуральных аналогов. Азогруппа -N=N-, связывает остатки ароматического или гетероароматического соединения друг с другом или с остатками соединений, имеющих активные  $\text{CH}_2$ -группы. Цвет моноазокрасителя определяется химическим строением связанных азогруппой остатков (различающихся структурой и размерами электронной сопряженной системы), числом и положением в них заместителей.

## **Области применения**

- В аналитической химии применяется 0,1% водный раствор в кислотном-основном титровании для определения значения pH;
- в промышленности в качестве красителя.

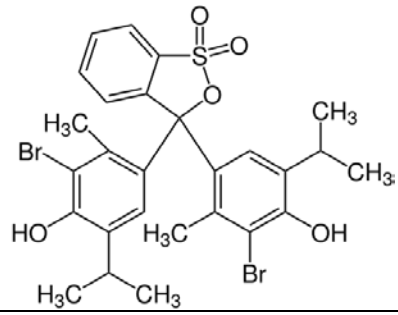
## **Токсичность, воздействие на живые организмы**

Возможно канцерогенное воздействие.

## **Список использованных литературных источников**

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э.Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Бородкин, В.Ф. Химия красителей [Текст] / В.Ф. Бородкин. – М.: Химия, 1981. – 248 с.
3. Справочник химика [Текст] / под ред. Б.Н. Никольского и др. – Л.: Химия, 1964. – 1169 с.
4. Химический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. И.Л. Кнунянца и др. – М.: Советская энциклопедия, 1983.

# БРОМТИМОЛОВЫЙ СИНИЙ

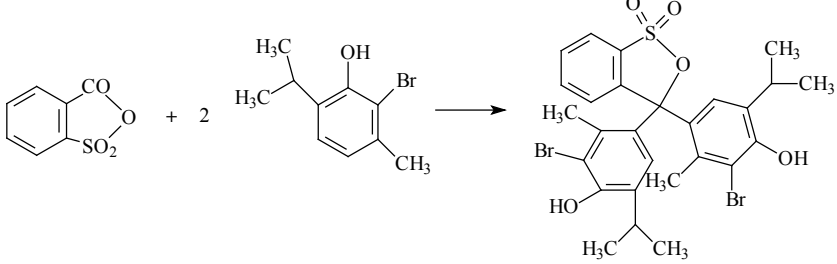
Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{27}H_{28}Br_2O_5S$ 	3',3'-дибромтимолсульфо- фталеин	бромтимоловый синий, трифенилмета- новый краситель, бромтимолблау
Класс соединения		
<b>Бромтимоловый синий</b> – кислотно-основный индикатор, класс: сульфофталеины.		

## Физические свойства

**Бромтимоловый синий** – розово-фиолетовый мелкокристаллический порошок.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	Розово-фиолетовый	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	200-208 <sup>0</sup> C	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	614,3 <sup>0</sup> C	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	1,25	
<b>M<sub>r</sub>, г/моль</b>	624,39	
<b>Показатель преломления (20<sup>0</sup>C)</b>	1,4290	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	6,0 (желтая) -7,6 (синяя)	
<b>Растворимость в воде, г/100 г H<sub>2</sub>O при 25 °C</b>	Плохо растворим	Хорошо растворим в метаноле, этаноле, диэтиловом эфире, разбавленных растворах щелочей. Плохо растворяется в бензоле.

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	<p>- ОАО "Уралбиофарм" (РФ, г. Екатеринбург)          - ОАО "Синтез"(РФ, г. Курган)          и многие другие.</p> <p>Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют бромтимоловый синий в Россию.</p>
Бромтимоловый синий получается путем конденсации замещенных фенолов с ангидридом <i>o</i> -сульфобензойной кислоты	
Раствор бромтимолового синего готовят из кристаллической формы	<p>1. Для приготовления 0,04%-ного раствора бромтимолового синего: 0,04г индикатора растворяют в 20 мл 95%-ного этилового спирта и добавляют 80 мл воды.</p> <p>2. Для приготовления 0,1 %-ного раствора метиленового оранжевого: 0,1 г индикатора растворяют в 80 мл горячей воды, после охлаждения объём доводят до 100 мл водой.</p>

### Химические свойства

Бромтимоловый синий относится к классу сульфоталеинов, для которых характерно превращение однозарядных отрицательных ионов в двухзарядные, которые отличаются сравнительно большим изменением величины рК при переходе индикатора из воды в этанол.

### Области применения

- В аналитической химии применяется 0,1% водный раствор в кислотно-основном титровании для определения значения рН;
- для проверки свежести замороженных пищевых продуктов;
- для дозиметрии  $\gamma$ - и рентгеновского излучения.

### Токсичность, воздействие на живые организмы

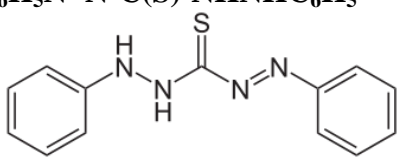
Сведений не обнаружено.

### Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э.Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.

2. Бородин, В.Ф. Химия красителей [Текст] / В.Ф. Бородин. – М.: Химия, 1981. – 248 с.
3. Коган, И.М. Химия красителей [Текст] / И.М. Коган. – М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1956. – 698 с.

## ДИТИЗОН

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{13}H_{12}N_4S$ $C_6H_5N=N-C(S)-NHNHC_6H_5$ 	<b>2-фенилгидразид фенилазотиомуравьиной кислоты, дифенилтиокарбазон</b>	<b>дитизон, <math>H_2Dz</math></b>
Класс соединения		
<b>Дитизон</b> – металлохромный индикатор, класс: прочие красители, производные бензола.		

### Физические свойства

**Дитизон** – фиолетово-черные тонкие плоские иглы с металлическим блеском, которые в тонком слое имеют фиолетово-красную окраску.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	от фиолетово-черного до фиолетово-красного	
<b><math>T_{пл.}, ^\circ C</math></b>	168 <sup>0</sup> C	
<b><math>T_{кип.}, ^\circ C</math></b>	-	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	1,1	
<b><math>M_r</math>, г/моль</b>	256,33	
<b><math>\Delta pH</math> (окраска раствора)</b>	Окраска различна от красной до фиолетовой	
<b>Растворимость в воде, г/100 г H<sub>2</sub>O при 25 °C</b>	Нерастворим	Очень мало растворим в этаноле, диэтиловом эфире, хорошо растворим в хлороформе. Растворы дитизона в органических растворителях в основном окрашены в зеленый тон, если только не произошло разложение дитизона. Дитизон немного растворим в

		концентрированных минеральных кислотах с образованием фиолетово-красного раствора, а в ледяной уксусной кислоте – с образованием синего раствора.
--	--	---

### История открытия

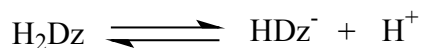
Профессор Гельмут Фишер в 1925г. впервые опубликовал свою первую работу о применении дифенилтиокарбазона. Г. Фишер, будучи 23-летним юношей, разработал качественные реакции с применением дитизона. Последующие его 12 лет работы были посвящены количественным определениям следов элементов с помощью дитизона. Уже начиная с 1931 года, распространение дитизона нашло отчетливое отражение в специальной литературе. До начала второй мировой войны дальнейшей разработкой методов с применением дитизона в равной степени занимались немецкие и англосаксонские исследователи. Во время войны исследования были приостановлены, но после 1949г. поток публикуемых работ превысил число публикаций довоенного времени. Более 500 публикаций свидетельствуют о том интересе, который представлял этот препарат для аналитической химии.

### Промышленное производство, лабораторные способы получения

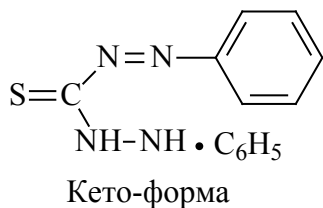
<b>Промышленное производство</b>	- ООО "РеакцияХим" (РФ, г. Москва) - ООО "УралХимИнвест"(РФ, г. Уфа) и многие другие.  Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют дитизон в Россию.
Получают окислением дифенилтиокарбазида – продукта реакции фенилгидразина с CS <sub>2</sub> или 1,5-дифенил-3-нитроформазана с (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S.	

### Химические свойства

В водных растворах дитизон ведет себя как очень слабая одноосновная кислота:

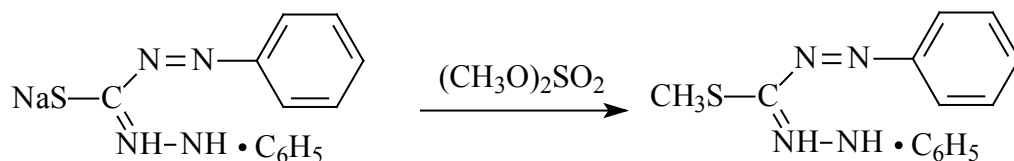


Для дитизона предложено несколько структурных формул:



Для объяснения отношения дитизона к ионам металлов Г. Фишер выдвинул предположение о существовании таутометрии между кето- и енольной формой, по которому в кислых растворах преобладает кето-форма, а в щелочных – енольная. Допускают существование внутреннего водородного мостика для енольной формы и таким образом приходят к циклической форме. Кислотные свойства дитизона обусловлены водородом сульфгидрильной группы.

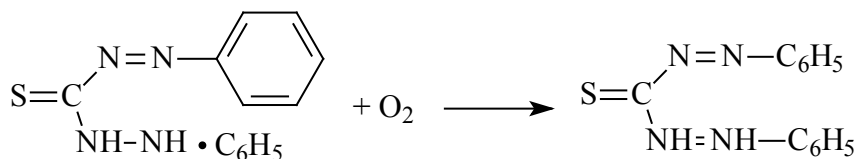
При взаимодействии водного раствора дитизона с диметилсульфатом образуется S-метилдитизон:



Вследствие блокирования сульфгидрильной группы это соединение в отличие от дитизона не растворяется в водных щелочах и не образует при взаимодействии с ионами металлов внутрикомплексных соединений.

В отличие от поведения дитизона в щелочных растворах его нейтральные и кислые растворы не окисляются кислородом. С ионами  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Hg}^+$  дитизон образует внутрикомплексные соединения, причем эти ионы не восстанавливаются. Свободный йод заметно не окисляет дитизон; ионы  $\text{Fe}^{3+}$  окисляют его медленно, а ионы  $[\text{Fe}(\text{CN}_6)]^{3-}$  – быстрее.

В более жестких условиях окисления дитизон может быть легко окислен и в кислых растворах. С переходом через промежуточный продукт при этом образуется дифенилтиокарбодиазон:



В водных растворах щелочей дитизон образует легко растворимые и полностью диссоциированные соли щелочных и щелочноземельных металлов. С 18 различными ионами тяжелых металлов в определенном интервале рН образуются соответствующие внутрикомплексные соли. В периодической системе эти элементы расположены очень близко один от другого и обычно называются элементами «группы дитизона». К этой группе относятся только те элементы, ионы которых образуют в водных растворах труднорастворимые сульфиды.

Образование дитизонатов металлов идет при строго определенном значении рН среды. Дитизонаты серебра и ртути образуются при рН 1, цинка рН 4-4,5 (химизм реакции идет по кетоформе дитизона). Для отличия дитизона серебра и ртути полученный комплекс встряхивают с раствором хлористоводородной кислоты, дитизонат серебра разлагается, хлороформный слой окрашивается в зеленый цвет. Дитизонат ртути в этих условиях устойчив. Дитизонат свинца образуется при рН 7-10, таллия - при рН 11-12 (химизм реакции идет по енольной форме дитизона).

### **Области применения**

- Цветные реакции и реакции с выделением хлопьевидных осадков дитизонатов благодаря своей исключительной чувствительности служат для открытия весьма незначительных количеств ионов металлов.

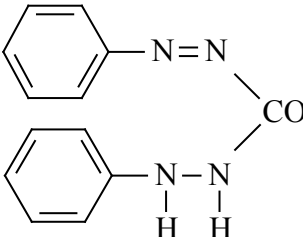
### **Токсичность, воздействие на живые организмы**

Сведений не обнаружено.

### **Список использованных литературных источников**

1. Проскурнин, М.А. Применение дитизона для спектрофотометрического и термолинзового определения металлов в потоке [Текст] / М.А. Проскурнин, М.А. Курзин, В.В. Черныш. // Вестник московского университета. Серия 2. Химия. - 2001. – Т. 42, №2. – С. 116-121.
2. Иванчев, Г. Дитизон и его применение [Текст] / Г. Иванчев, перевод с немецкого к.т.н. Ю.И. Вайнштейн, Ф.Б. Рабинович. - М.: Издательство Иностранной литературы, 1961. - 452 с.
3. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э.Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.

# ДИФЕНИЛКАРБАЗОН

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{13}H_{12}N_4O$ 	<b>1,5-дифенилкарбазон или 2-фенилгидразид фенилазомуравьиной кислоты</b>	<b>Дифенилкарбазон</b>
Класс соединения		
<b>Дифенилкарбазон</b> – адсорбционный индикатор, группа поверхностных комплексометрических индикаторов		

## Физические свойства

**Дифенилкарбазон** – красно-коричневые кристаллы или порошок оранжевого цвета, без запаха.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	оранжевый	
<b><math>T_{пл.}, ^\circ C</math></b>	127	
<b><math>T_{кип.}, ^\circ C</math></b>		
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>		
<b><math>M_r</math>, г/моль</b>	240,27	
<b><math>\Delta pH</math> (окраска раствора)</b>	с $Hg^{2+}$ образует соединение голубого или фиолетового цвета	
<b>Растворимость в воде, г/100 г <math>H_2O</math> при 25 <math>^\circ C</math></b>	-	Практически нерастворим в воде, легко растворим в этаноле, хлороформе, бензоле

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	- ООО «Кемикал Лайн» (РФ, г. Санкт-Петербург) - ООО «НПФ "Невский химик"» (РФ, г. Санкт-Петербург) Импортные производства. Фирмы Aldrich (США), Panreac (Испания), ПАО «Шосткинский завод химических реактивов» (Украина) поставляют дифенилкарбазон в Россию.
Промышленный и лабораторный способ получения: окислением	

дифенилкарбазида в щелочной среде с последующим выделением в чистом виде.	
---	--

### Химические свойства

Дифенилкарбазон взаимодействует с ионами ртути (II) с образованием соединений характерного фиолетового цвета. Впервые его применили в качестве индикатора Дубски и Тртилек при меркуриметрическом титровании хлоридов. Дифенилкарбазон проявляет слабые кислые свойства и относится к кислотно-основным индикаторам, поэтому кислотность титруемого раствора имеет существенное значение. Хорошие результаты получаются только в том случае, если поддерживать рН раствора в пределах 1,5 – 2. При рН ниже 1,5 индикатор мало чувствителен, а выше 7 большой избыток хлорида не устраняет фиолетовую окраску комплексных соединений ртути. Большинство аналитиков предпочитают работать с раствором, соответствующим по кислотности 0,02 – 0,04 М азотной кислоте.

### Области применения

- В аналитической химии при фотометрическом определения ионов ртути, кадмия, хрома, меди, иридия, молибдена, палладия, рутения; как индикатор при меркуриметрическом титровании галогенидов и цианидов;
- для экстракционного концентрирования ряда элементов;
- используется в качестве эффективного ингибитора термополимеризации стирола;
- реагент для определения активности фотосистемы I фотосинтеза.

Торговый препарат часто содержит примесь дифенилкарбазида. Для его очистки навеску препарата 5 г растворяют в 75 мл теплого этанола и прибавляют 25 г карбоната натрия, растворенного в 400 мл воды. После охлаждения экстрагируют 6 раз диэтиловым эфиром: порциями 100 мл, два раза по 50 мл и 3 раза по 35 мл. Эфирный экстракт, содержащий дифенилкарбазид, отбрасывают. Щелочной раствор подкисляют 3н. азотной кислотой или ледяной уксусной кислотой, которые осаждают дифенилкарбазон. Выпавший продукт фильтруют через воронку Бюхнера. Очищенные кристаллы *дифенилкарбазона* устойчивы при комнатной температуре в течение года. Готовят свежий 2 %-ный или 0,1 %-ный раствор дифенилкарбазона в 95 %-ном этиловом спирте. Часто в качестве индикатора применяют 1% спиртовой раствор *дифенилкарбазона*. Для этого 1г начального кристаллического вещества растворяют в 100 мл 95%-ного этилового спирта. Срок годности рабочего раствора составляет 15 суток. Хранят раствор в темной склянке.

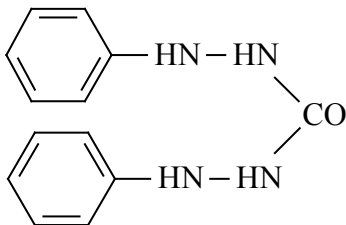
## Токсичность, воздействие на живые организмы

Токсичность не выявлена. Вызывает раздражение слизистых оболочек, дыхательной системы, раздражает кожный покров (гипераллерген).

## Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Бабко, А.К. Фотометрический анализ: методы определения неметаллов [Текст] / А.К. Бабко. – М.: Химия, 1974. – 360 с.
3. Кульберг, Л.М. Синтезы органических реактивов для неорганического анализа [Текст] / Л.М. Кульберг. – М.; Л.: Госхимиздат, 1947. – 166 с.
4. Васильев, В.П. Аналитическая химия. [Текст] / В.П. Васильев. – М.: Высшая школа, 1989. – Ч.1. - 320 с.
5. Сендел, Е.Н. Колориметрические методы определения следов металлов [Текст] / Е.Н. Сендел. – М.: Мир, 1964. – 904 с.
6. Гельман, Н.Э. Методы количественного органического элементного микроанализа [Текст] / Н.Э. Гельман. – М.: Химия, 1987. – 296 с.

## ДИФЕНИЛКАРБАЗИД

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{13}H_{14}N_4O$ 	<b>1,5- дифенилкарбогидразид</b>	<b>Дифенилкарбазид</b>
<i>Класс соединения</i>		
<b>Дифенилкарбазид</b> – адсорбционный индикатор, группа поверхностных комплексометрических индикаторов		

## Физические свойства

Дифенилкарбазид – белые кристаллы, без запаха.

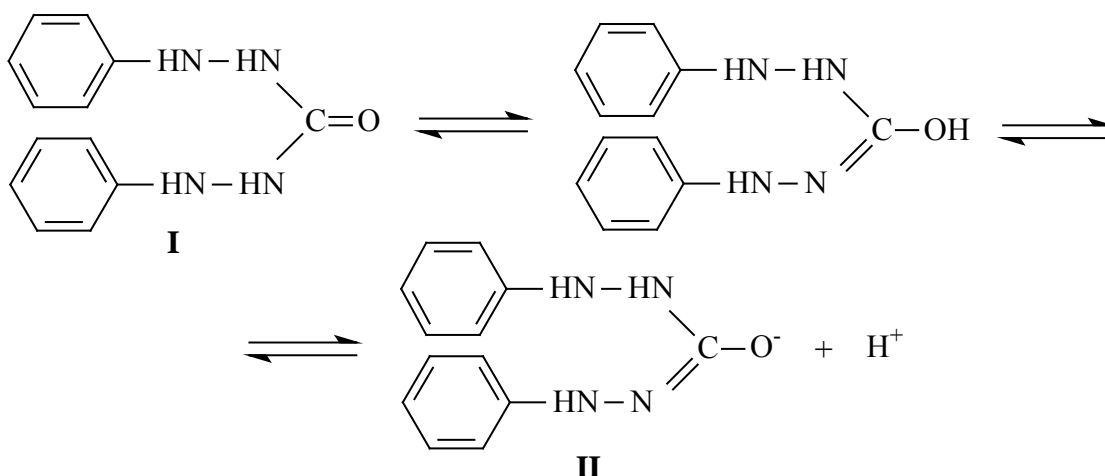
Показатель		Примечание
Цвет	Белый	Неустойчив на свету и на воздухе (розовеет)
T <sub>пл.</sub> , °C	174°C	
T <sub>кип.</sub> , °C		
Плотность, г/см <sup>3</sup>		
M <sub>г</sub> , г/моль	242,29	
ΔpH (окраска раствора)	Растворы бесцветны или слегка розоваты	
Растворимость в воде, г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	-	Плохо растворим даже в горячей воде. Нерастворим в диэтиловом эфире и хлороформе. Растворим в этаноле, ацетоне, ледяной уксусной кислоте.

### Промышленное производство, лабораторные способы получения

Промышленное производство	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ООО «Кемикал Лайн» (РФ, г. Санкт-Петербург)</li> <li>- ООО «НПФ "Невский химик"» (РФ, г. Санкт-Петербург)</li> </ul> Импортные производства. Фирмы Aldrich (США), Panreac (Испания), ПАО «Шосткинский завод химических реактивов» (Украина) поставляют дифенилкарбазид в Россию.
Промышленный и лабораторный способ получения: конденсация фенилгидразина и мочевины	$  \begin{array}{c}  (\text{NH}_2)_2\text{CO} + 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{NH-NH}_2 \longrightarrow \\  \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH-NH-CO-NH-NH-C}_6\text{H}_5 + 2 \text{NH}_3  \end{array}  $

### Химические свойства

Дифенилкарбазид как кислотно-основный индикатор изменяется от светло-желтого в кислом растворе до насыщенного оранжевого в щелочном растворе в пределах pH 6,6 – 7,4. При этом имеют место следующие равновесия:



Соединение I – бледно-желтого цвета, соединение II – темно-оранжевого цвета.

В щелочной, нейтральной или слабокислой среде разбавленный раствор хлорида ртути (II) дает с дифенилкарбазидом сине-фиолетовую окраску. По-видимому, здесь участвует только основная форма дифенилкарбазида.

С повышением кислотности раствора равновесие смещается влево, так что при достижении некоторой кислотности чувствительность титрования становится слишком низкой.

### Области применения

- В аналитической химии для фотометрического определения ионов ртути, кадмия, хрома, рутения, осмия и др.; как индикатор при меркуриметрическом титровании галогенидов и цианидов;
- используется как донор электронов при исследовании фотосистем I и II фотосинтеза.

В качестве индикатора обычно применяют 0,1 и 0,25%-ный растворы дифенилкарбазида, а также 0,15% этанольный раствор. Для приготовления 0,1% раствора 0,1 г дифенилкарбазида растворяют на холоде в 10 мл чистой ледяной уксусной кислоты и приливают 90 мл этилового спирта. Раствор хранят в склянке из темного стекла. Обычно применяют свежеприготовленный раствор. Иногда 0,1%-ный раствор готовят растворением 0,1 г дифенилкарбазида в 10 мл этилового спирта и доведением объема водой до 100 мл или растворением 0,1 г реагента в 100 мл ацетона, смешанного с водой (1:1).

Для приготовления 0,25%-ного раствора 0,1 г реагента растворяют в 100 мл смеси ацетона с водой (1:1).

Чтобы приготовить 0,15%-ный этанольный раствор, к 0,15 г дифенилкарбазида в мерной колбе емкостью 100 мл добавляют 15 мл этилового спирта, оставляют стоять 5 минут, затем слегка подогревают и разбавляют этанолом до метки. После растворения реагента в 15 мл этанола раствор можно довести до метки водой.

Растворы дифенилкарбазида бесцветны или слегка розоваты. Дифенилкарбазид окисляется кислородом воздуха до дифенилкарбазона, и

этанольный раствор его приобретает вишнево-красную окраску. Растворы для фотометрических определений пригодны не более 1 – 2 дней. Растворы розовато-коричневого цвета непригодны.

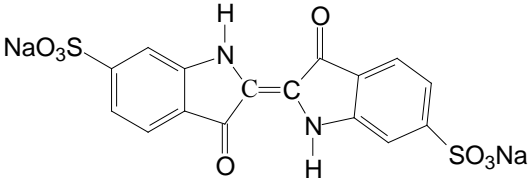
### Токсичность, воздействие на живые организмы

Токсичность не выявлена. Вызывает раздражение органов дыхания, глаз, раздражает кожный покров.

### Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Коростелев, П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ [Текст] / П.П. Коростелев. – М.: Наука, 1964. – 401 с.
3. Кольтгов, И.М. Объемный анализ [Текст] / И.М. Кольтгов. – М.; Л.: Госхимиздат, 1952. – Т. 2. – 444 с.
4. Файгель, Ф.Н. Капельный анализ органических веществ [Текст] / Ф.Н. Файгель. – М.: Госхимиздат, 1962. – 836 с.
5. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод [Текст] / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
6. Гельман, Н.Э. Методы количественного органического элементного микроанализа [Текст] / Н.Э. Гельман. – М.: Химия, 1987. – 296 с.

## ИНДИГОКАРМИН

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{16}H_8N_2Na_2O_8S_2$ 	<p><i>Динариевая соль индиго-5,5'- дисульфокислоты</i></p>	<p><b>Индигокармин</b></p>
Класс соединения		
<b>Индигокармин</b> – окислительно-восстановительный индикатор.		

### Физические свойства

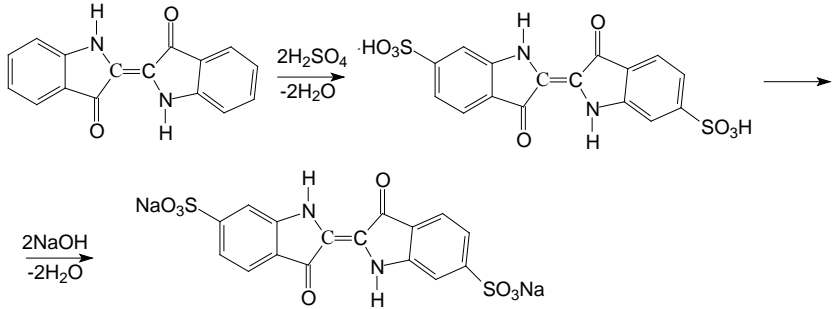
**Индигокармин** – синие кристаллы, без запаха.

Показатель		Примечание
Цвет	Синий	
$T_{пл.}, ^\circ C$		
$T_{кип.}, ^\circ C$		
Плотность, г/см <sup>3</sup>		
$M_r$ , г/моль	466,36	
$\Delta pH$ (окраска раствора)	11,6 (синяя) – 14,0 (желтая)	
Растворимость в воде, г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °С	1	Легко растворим в воде

### История открытия

С древних времен индигокармин добывали из определенных растений, большинство из которых являются кустарниками вида *Indigofera*, произрастающие в Америке, Африке и Индии. Краситель получали из стеблей и листьев растения. В конце XIX века его начали синтезировать искусственным путем. Впервые в коммерческих целях индигокармин был изготовлен еще в 1897 году, а его производство было усовершенствовано в 1901 году.

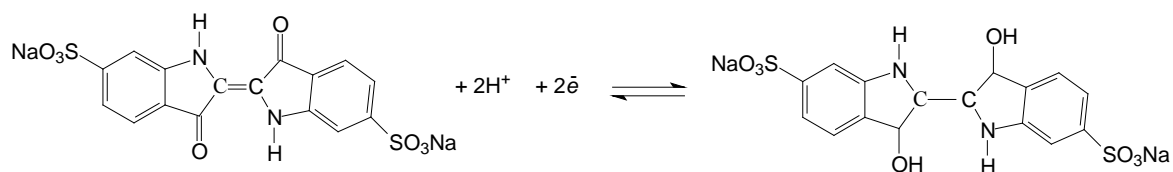
### Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уральский завод промышленной химии (РФ, г. Магнитогорск)</li> <li>- ООО МЦ "Эллара" (РФ, г. Покров)</li> </ul> Импортные производства. Фирмы Aldrich (США), Panreac (Испания) поставляют индигокармин в Россию.
Промышленный и лабораторный способ получения: сульфирование технического индиго с последующей нейтрализацией сульфомассы раствором углекислого натрия или едкого натра и выделением конечного продукта.	

### Химические свойства

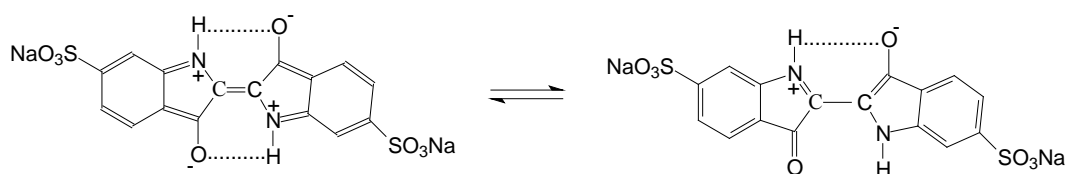
Если сульфопроизводные индиго восстановить до бесцветной лейкокислоты, они поведут себя как полностью обратимые окислительно-

восстановительные системы. Реакцию индигокармина можно представить следующим образом:

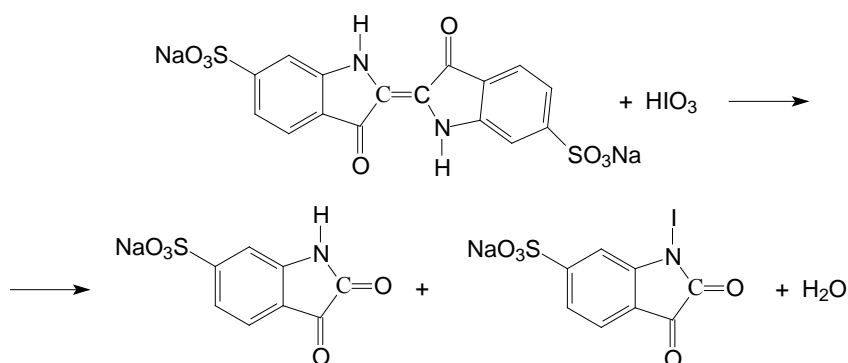


Восстановленные формы бесцветны или окрашены в слабый бледно-желтый цвет.

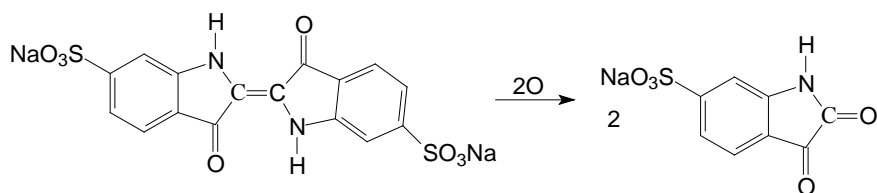
Причину интенсивной окраски индигокрасителей объяснили Клезингер и Лютке. Для окисленной формы возможна *цис-транс*-изомерия по центральной C=C связи. У *транс*-формы наблюдается мезомерия по водородной связи между атомом водорода, связанным с азотом, и противоположным атомом кислорода:



Прямое титрование индигокармина иодатом возможно в 6 – 8 М соляной кислоте, окраска в конечной точке изменяется от синей до желтой. Реакция протекает по следующему уравнению:



Для индигокармина характерна реакция окисления под действием сильных окислителей, таких как азотная или хромовая кислоты, перекись водорода:



## Области применения

- Применяется для изготовления синих чернил и подкрашивания пищевых продуктов (пищевая добавка-краситель E132, известная также под названием *индиготин*);
- в аналитической химии препарат используют как окислительно-восстановительный и кислотно-основной индикатор, а также в качестве реагента для фотометрического определения  $O_2$  и  $O_3$ ;
- в медицине широко применяется как диагностическое средство, в том числе в гистологических исследованиях.

В качестве индикатора часто применяют 0,1%-ный спиртовой раствор индигокармина. Для этого 0,1 г индигокармина растворяют в 50 мл воды и доводят объем этиловым спиртом до 100 мл.

Используют смешанные индикаторы, для этого растворяют 0,1 г метилового оранжевого и 0,25 г индигокармина в 100 мл воды. Этот индикатор имеет в щелочном растворе желтовато-зеленую окраску, которая отчетливо изменяется из зеленой через серую в фиолетовую, причем изменение это легко заметно даже при искусственном свете. Раствор хранят в темной склянке.

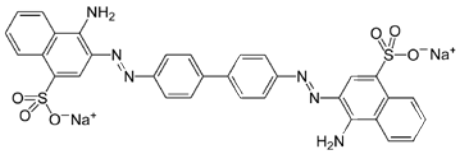
## Токсичность, воздействие на живые организмы

Токсичность не выявлена. Вызывает гиперактивность, проблемы с сердцем, тошноту, серьезные аллергические реакции. Провоцирует приступы удушья у астматиков.

## Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод [Текст] / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
3. Гиллебранд, В.Ф. Практическое руководство по неорганическому анализу [Текст] / В.Ф. Гиллебранд, Г.Э. Лендель, Г.А. Брайт, Д.И. Гофман. - М.: Госхимиздат, 1960. – 1016 с.
4. Степанов, Б.И. Введение в химию и технологию органических красителей [Текст] / Б.И. Степанов. - М: Химия, 1984. – 592 с.
5. Коган, И.М. Химия красителей [Текст] / И.М. Коган. - 3-е изд. - М: Госхимиздат, 1956. — 696 с.
6. Бусев, А.И. Определения, понятия, термины в химии [Текст] / А.И. Бусев. - 3-е изд. - М: Просвещение, 1981. - изд. 3. – 192 с.

# КОНГО КРАСНЫЙ

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{32}H_{22}N_6Na_2O_6S_2$ 	<b>Динамриевая соль 4,4'-бис-(1-амино-4-сульфо-2-нафтилазо)бифенила</b>	<b>Конго красный, конгорот, Congorot</b>
Класс соединения		
<b>Кристаллвиолет</b> – кислотно-основный индикатор, класс: азокраситель, металлохромовые индикаторы		

## Физические свойства

**Конго красный** – красно-коричневые кристаллы.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	Красно-коричневый	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	> 360 <sup>0</sup> C	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	-	
<b>M<sub>г</sub>, г/моль</b>	696,665	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	3,0 (синяя) – 5,2 (красная)	
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	Растворим в горячей воде	Хорошо растворим в этаноле. В органических растворителях не растворяется.

## История открытия

Конго-красный открыт в 1884г. Бёттигером как первый азокраситель группы прямых (непосредственно окрашивающих хлопок) из бензидина и нафтионовой кислоты.

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	- ООО ТД Монолит (РФ, г. Москва) - "Химиреактивснаб"(РФ, г. Уфа) и многие другие. Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют конго красный в Россию.
----------------------------------	---

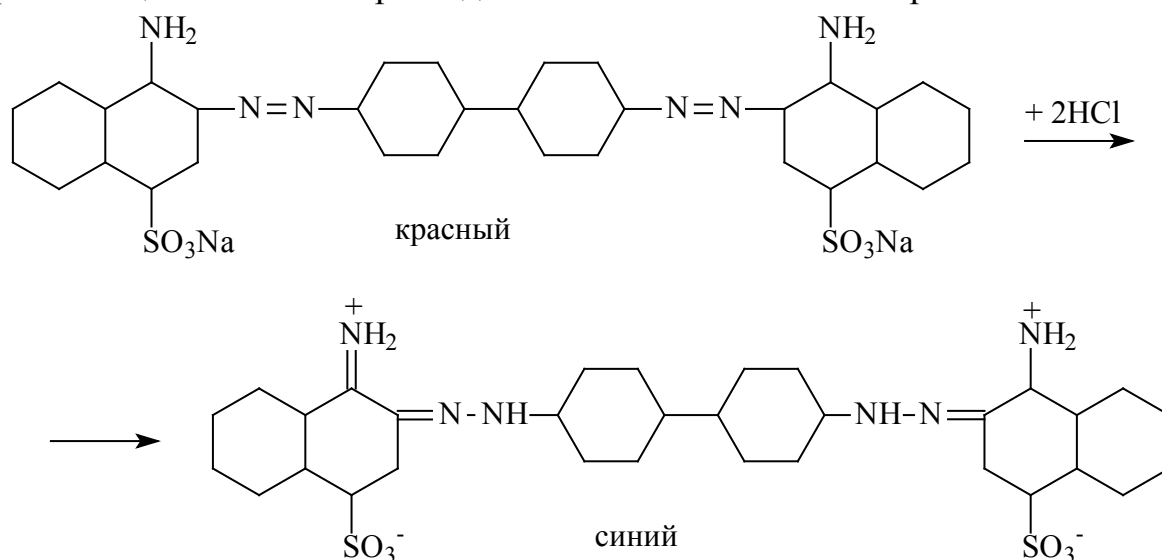
<p>Конго красный получают диазотированием бензидинсульфата и сочетанием бис-диазодифенила с двумя молекулами нафтионата в щелочной среде.</p>	<p>Нафтионат растворяют в воде при нагревании до 35 °С, раствор разбавляют водой до установленного объема и добавляют соду для создания определенной щелочности среды. Процесс сочетания нафтионата с бис-диазодифенилом ведут при повышенных температурах, и заканчивается он в течение нескольких часов. Образовавшийся индикатор частично находится в растворе. Его высаливают поваренной солью при нагревании до 60-65 °С. Краситель полностью выпадает в осадок ярко-красного цвета и хорошо фильтруется, вытек на фильтровальной бумаге почти бесцветный. Выделенный краситель отфильтровывают.</p> <div data-bbox="523 555 1385 689"> </div>
---	---

### Химические свойства

При действии слабых кислот, например, карбоновых типа уксусной, протонируется только одна азогруппа (образующийся краситель имеет серо-фиолетовый цвет).

При растворении в воде дает коллоидные растворы.

Конго красный в зависимости от кислотности меняет окраску. Так, переход от красного цвета в синий при подкислении может быть изображен схемой:



### Области применения

Конго красный используют в химическом анализе как индикатор, при броматометрическом определении гидразинсульфата. Индикатор применяется также для фотохимического определения нитратов по следующей методике: раствор конго красного в присутствии нитрата под влиянием УФ при pH 7-8 обесцвечивается; по уменьшению оптической плотности в течение определённого

времени определяют содержание нитратов. Мешают -  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ; не мешают -  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{VO}_3^-$ .

Применяется в обычной микроскопии для бактериологических, ботанических, и гистологических исследований, в частности для выявления поливинилпирролидона, амилоида по Бенихольду, для биологических окрасок, эластичных нитей и каротина, для прижизненной обработки объектов и в качестве добавки к питательным средам (лактоза конго красный).

В цитологии применяется в виде 0,5% растворов. Хорошо окрашивает мицелий грибов.

В флюоресцентной микроскопии в качестве дополнительного красителя для контрастирования микроскопической картины.

При растворении в воде дает коллоидные растворы, которые очень удобны для изучения внутриклеточного пищеварения.

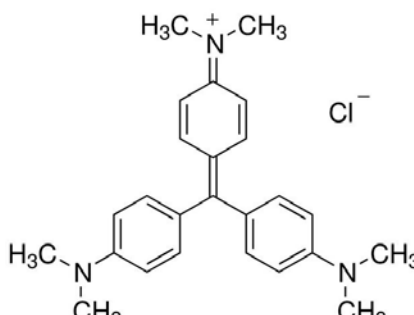
### **Токсичность, воздействие на живые организмы**

Токсичного действия не выявлено.

### **Список использованных литературных источников**

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Справочник «Химик 21». Химия и химическая технология [Электронный ресурс] – Режим доступа: chem21.info.
3. Бородкин, В.Ф. Химия красителей [Текст] / В.Ф. Бородкин. – М.: Химия, 1981. – 248 с.
4. Коган, И.М. Химия красителей [Текст] / И.М. Коган. – М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1956. – 698 с.

# КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФИОЛЕТОВЫЙ

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{25}H_{30}N_3Cl$ 	<i>N,N,N',N',N'',N''-Гексаметилпарарозанилин хлористый</i>	<b>Кристаллический фиолетовый, кристаллвиолет, основной фиолетовый 3</b>
Класс соединения		
<b>Кристаллвиолет</b> – кислотно-основный индикатор; индикатор для титрования оснований в неводных средах; основной цитохимический краситель; класс – анилиновые красители		

## Физические свойства

**Кристаллический фиолетовый** – темно-зеленые кристаллы с металлическим блеском, которые в тонком слое имеют фиолетово-красную окраску.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	Темно-зеленый	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	215 <sup>0</sup> C	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	-	
<b>M<sub>r</sub>, г/моль</b>	407,98	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	0,8 (зеленая) – 2,6 (синяя)	С повышением кислотности кристаллический фиолетовый меняется от фиолетового (его основная форма, щелочная среда) до зеленого (нейтральная среда) и, наконец, до желтого (кислая среда). Часто вблизи конечной точки наблюдается появление синего, сине-зеленого и желто-зеленого оттенка, что объясняется одновременным

		присутствием различных форм индикатора.
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °С	Хорошо растворим	Хорошо растворим в 95%-ном спирте, растворим в этаноле, хлороформе, глицерине, ледяной уксусной кислоте

### История открытия

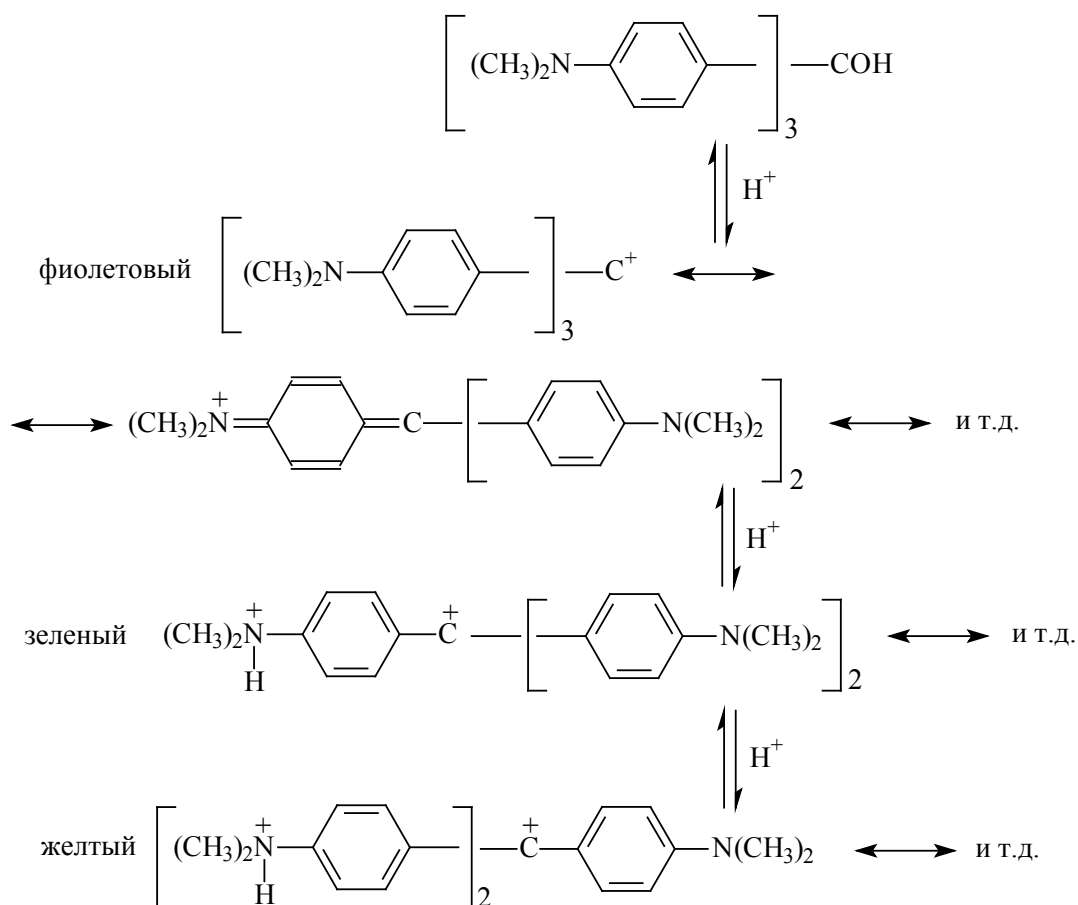
До Второй мировой войны кристаллический фиолетовый синтезировали из тетрила. «Этот самый тетрил - настоящий дьявол: от неизвестных причин он иногда взрывается во время реакции и разворачивает в пыль огромные заводы. К сожалению, нам приходится иметь с ним дело: обработанный фосгеном, он даёт синюю краску - кристаллвиолет. На этой штуке я заработал хорошие деньги» - так говорил мистер Роллинг, герой романа «Гиперболоид инженера Гарина», и Алексей Толстой почти не ошибался, называя кристаллвиолет (обычно пишут слитно) синей краской. Хотя использовался он, главным образом, как фиолетовый краситель. В этом вся прелесть химии: мощная страшная взрывчатка, обработанная отравляющим газом удушающего действия, рождает симпатичную краску.

### Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	- Prime chemicals group (РФ, г. Москва) - "Химиреактивснаб"(РФ, г. Уфа) и многие другие. Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют кристаллический фиолетовый в Россию.
Кристаллический фиолетовый получают конденсацией кетона Михлера с диметиланилином в присутствии POCl <sub>3</sub> .	

### Химические свойства

Для кристаллического фиолетового характерна ионизация в среде с повышающейся кислотностью. Схематично это можно описать так:



### Области применения

Кислотно-основной индикатор в водной среде (при pH 0,8-2,6 переход окраски от зеленой к синей) применяется для титрования карбоновых к-т в уксусной кислоте. Реагент для осаждения, отделения и обнаружения Sb(V), Zn(II), Tl(III), Cd(II), Hg(II) и др.

Реагент для спектрофотометрического определения Ir (метод основан на образовании окрашенного соединения при окислении лейкооснования иридием).

Микробиологи используют для распознавания бактерий: кристаллвиолет (или кристаллический фиолетовый), который окрашивает бактерии в сине-фиолетовые цвета. Те из несчастных микроорганизмов, которые сохраняют цвет при промывке спиртом, называют грамположительными, а те, которые не сохраняют, - грамотрицательными.

Обладает антимикробными, вяжущими и противоглистными свойствами. При нанесении на раны длительно сохраняет активность, подсушивает их, ускоряет рост грануляционной ткани.

Кристаллический фиолетовый применяют в криминалистике: этот краситель специфичен, он отлично выявляет невидимые отпечатки пальцев на шероховатых и липких поверхностях, например, на клейкой ленте.

## Токсичность, воздействие на живые организмы

Вещество ядовито, является канцерогеном, опасно при попадании в глаза, токсично для окружающей среды. Работать с реактивом следует в защитной маске. Максимально переносимая доза белым крысам через рот 10 мг/кг, абсолютно смертельная 50 мг/кг.

## Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Armarego, W.L.F. Purification of laboratory chemicals [Текст] / W.L.F. Armarego. - 2013. - 7ed. – 305 p.
3. Селиванов, Е.В. Красители в биологии и медицине: справочник [Текст] / Е.В. Селиванов. – Барнаул: Азбука, 2003. – 40с.
4. Бородкин, В.Ф. Химия красителей [Текст] / В.Ф. Бородкин. – М.: Химия, 1981. – 248 с.

## ЛАКМУС

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
<b>Природный лакмус представляет собой сложную смесь 10-15 различных субстанций. Основными компонентами лакмуса считаются:</b> 1. $C_9H_{10}NO_5$ 2. $C_{13}H_{22}O_6$	<b><i>Азолитмин</i></b> <b><i>Эритролитмин</i></b>	<b><i>Лакмусовая бумажка</i></b>
<i>Класс соединения</i>		
<b><i>Лакмус</i></b> – кислотно-основный индикатор, красящее вещество природного происхождения.		

## Физические свойства

Лакмус - темный порошок со слабым запахом аммиака.

<i>Показатель</i>		<i>Примечание</i>
<b>Цвет</b>	темный порошок	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	нет данных	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	нет данных	
<b>M<sub>r</sub>, г/моль</b>	нет данных	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	< 4,5 (красная) - > 8,3 (синяя)	
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	Хорошо растворяется в чистой воде	

### История открытия

Лакмус был известен уже в Древнем Египте и в Древнем Риме, где его использовали в качестве фиолетовой краски - заменителя дорогостоящего пурпура. Затем рецепт приготовления лакмуса был утерян. Лишь в начале 14 века во Флоренции вновь была открыта фиолетовая краска орсейль, тождественная лакмусу, причем способ ее приготовления в течение многих лет держали в секрете.

Новая история лакмуса началась в XVII веке в лаборатории известного английского физика и химика Роберта Бойля (1627-1692). В лаборатории, как обычно, кипела напряжённая работа: горели свечи, в ретортах нагревались разнообразные вещества. В кабинет к Бойлю вошел садовник и поставил в углу корзину с великолепными тёмно-фиолетовыми фиалками. В это время Бойль собирался проводить опыт по получению серной кислоты. Восхищённый красотой и ароматом фиалок, учёный, захватив с собой букетик, направился в лабораторию. Его лаборант Уильям сообщил Бойлю, что вчера доставили две бутылки соляной кислоты из Амстердама. Бойлю захотелось взглянуть на эту кислоту, и, чтобы помочь Уильяму налить кислоту, он положил фиалки на стол. Затем он взял со стола букетик и отправился в кабинет. Здесь Бойль заметил, что фиалки слегка дымятся от попавших на них брызг кислоты. Чтобы промыть цветы, Бойль опустил их в стакан с водой. Через некоторое время он бросил взгляд на стакан с фиалками, и случилось чудо: тёмно-фиолетовые фиалки стали красными. Естественно, Бойль, как истинный учёный, не мог пройти мимо такого случая и начал исследования.

Он обнаружил, что и другие кислоты окрашивают лепестки фиалок в красный цвет. Учёный подумал, что если приготовить из лепестков настой и добавить немного к исследуемому раствору, то можно будет узнать, кислый он или нет. Бойль начал готовить растворы из целебных трав, древесной коры, корней растений. Однако самым интересным оказался фиолетовый настой, полученный из лакмусового лишайника. Кислоты изменили его цвет на красный,

а щёлочи – на синий. Бойль распорядился пропитать этим настоем бумагу и затем высушить её. Так была создана первая лакмусовая бумажка, которая теперь имеется в любой химической лаборатории. Клочок такой бумажки, погружённый в испытуемый раствор, изменяет цвет и показывает, кислый это раствор или щелочной. В 1704 году немецкий ученый М. Валентин назвал этот индикатор лакмусом.

### Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	Добывается из лишайев <i>Rocella tinctoria</i> , <i>Lecanora tartarea</i> и пр., из которых готовится также орсин и орсеин.
<b>Приготовление лакмуса по Жели</b>	Измельченные растения смешивают с половинным (по весу) количеством поташа и смачивают несколько раз мочой, насыщенной углекислым аммонием или водным раствором этой соли. Через 8 дней масса принимает рыжий оттенок, через 20 - 25 дней она становится ярко-красной, а через 30 -синей; лучшего качества лакмус получается через 40 дней. Массу после этого смешивают с мелом и гипсом, формуют в небольшие кубики и высушивают, так что в продажном лакмусе, кроме собственно красящих веществ, всегда встречаются аммиачные соли, поташ, мел, гипс, известь и пр.
<b>Современное производство</b>	<p>Современный способ получения орцеинового пигмента и лакмуса, запатентованный двумя английскими химиками (G. Gordon и Cuthbert Gordon) в 1758 году, заключался в следующем:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) растительное сырьё измельчают до порошкообразного состояния;</li> <li>2) порошок смешивают с водным раствором-суспензией извести-поташа и карбоната аммония и оставляют для ферментации на воздухе;</li> <li>3) примерно через 3 недели ферментации цвет смеси изменяется с фиолетового или коричневого на насыщенный синий;</li> <li>4) смесь разделяется на сите, выделенный раствор содержит до 90 % орцеина и до 8 % веществ лакмуса в пересчете на сухой остаток;</li> <li>5) далее раствор может использоваться для прессовки блоков из мела или гипса, либо выпариваться для последующей спиртовой экстракции орцеина.</li> </ol> <p>Для получения чувствительного лакмуса раствор готовят другим способом. Вначале лакмус экстрагируется обычным спиртом, после чего раствор удаляется. В остаток добавляют воду и настаивают в течение суток. Затем раствор выпаривают на водяной бане и добавляют в него абсолютный спирт, подкисленный уксусной кислотой. Обрабатывать лакмус подкисленным спиртом необходимо до тех пор, пока раствор не перестанет окрашиваться. Обработанный таким образом порошок вновь выпаривают на водяной бане с чистым абсолютным спиртом, а затем растворяют его в воде. Хранится</p>

	лакмус в невысоких сосудах. Плотнo закрывать сосуд не следует, достаточно лишь закупорить горлышко ватой.
--	---

### **Химические свойства**

Лакмус - универсальный индикатор, потому что он изменяет свою окраску как в кислой, так и в щелочной среде.

Единицей измерения кислотности, или щелочности, растворов служит показатель рН, определяемый по цветной шкале, на которой 0 означает самую кислую среду (багровый цвет), 14 - максимально щелочную среду (темно-синий цвет), середина шкалы 7 - соответствует нейтральной среде (зеленый цвет). Дистиллированная вода нейтральна и имеет показатель рН - 7.

### **Области применения**

Применяется как индикатор для определения реакции среды. На практике используется несколько препаративных форм лакмуса: водный раствор лакмуса, полоски и клочки ленты фильтровальной бумаги, пропитанные лакмусом - т. н. лакмусовая бумага, «лакмусовое молоко».

Для того чтобы запомнить цвет лакмуса в различных средах, существует стихотворение:

Индикатор лакмус – красный  
Кислоту укажет ясно.  
Индикатор лакмус - синий,  
Щёлочь здесь - не будь разиней,  
Когда ж нейтральная среда,  
Он фиолетовый всегда.

### **Токсичность, воздействие на живые организмы**

Токсичное воздействие на живые организмы не выявлено.

### **Список использованных литературных источников**

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Гитис, С.С. Органический синтез [Текст]: практикум по органической химии / С.С. Гитис, А.И. Глаз, А.В. Иванов - М.: Высшая школа, 1991. – С. 255-256.
3. Артемьева, Н.Н. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии [Текст]: Пособие для вузов / Н.Н. Артемьева, В.Л. Белобородова, С.Э. Зурабян и др.; под ред. Н.А. Тюкавкиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2002. – 318 с.
4. Справочник химика [Текст] / под ред. Б. Н. Никольского и др. – Л.: Химия, 1964. – 1169 с.

# МЕТИЛЕНОВЫЙ ГОЛУБОЙ

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{16}H_{18}ClN_3S$ 	<i>N,N,N',N'</i> - <b>тетраметилтионина</b> <b>хлорид тригидрат,</b> <b>3,7-бисдиметиламино-</b> <b>фенотиоцианит хлорид</b>	<b>Метиленовый</b> <b>голубой,</b> <b>метиленовый</b> <b>синий,</b> <b>метиловая синь</b>
Класс соединения		
<b>Метиленовый голубой</b> – окислительно-восстановительный индикатор, основной тиазиновый краситель.		

## Физические свойства

**Метиленовый голубой** – тёмно-зеленые кристаллы с бронзовым блеском.

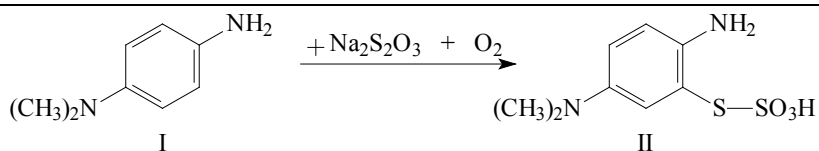
Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	тёмно-зеленый	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	190	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>		
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	1.0 г/мл при 20 С	
<b>M<sub>г</sub>, г/моль</b>	319.85	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	окислительно-восстановительный индикатор (приобретает синюю окраску)	Изменение окраски происходит при изменении окислительно-восстановительного потенциала от +0,54 до –0,146 В. Легко восстанавливается E <sub>0</sub> =+0.53 В. В водных растворах мономерная форма поглощает свет в λ <sub>max</sub> = 668 нм, димер - в λ <sub>max</sub> = 612 нм; константа димеризации K <sub>дим</sub> = 5.00·10 <sup>3</sup> (рН 4-5.5).
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 20 °C	4.36 Растворим в воде с окрашиванием раствора в темно-синий цвет	В диэтиловом эфире: практически нерастворим; хлороформ: практически нерастворим; этанол: 1.3 г на 100 г воды.

## История открытия

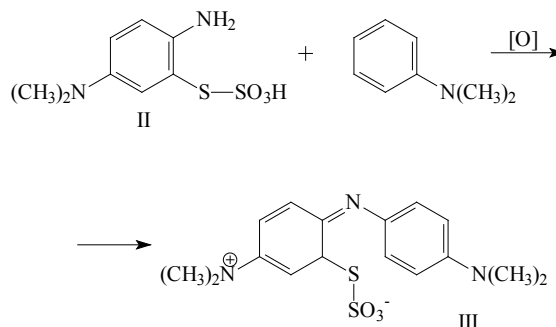
Метиленовый синий впервые был синтезирован Генрихом Каро в 1876 г., работавшим на BASF. Тем самым он положил начало развитию химии фенотиазинов.

### Промышленное производство, лабораторные способы получения

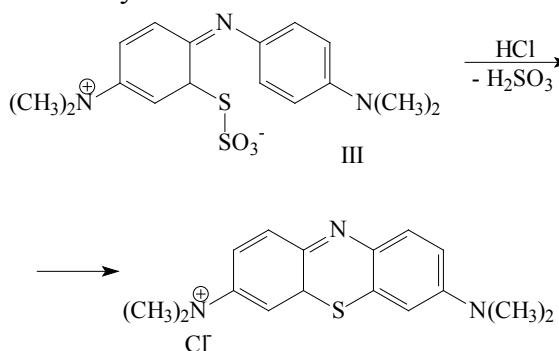
<b>Промышленное производство</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ГК "Техпром" (РФ, г. Волжский)</li> <li>- ОАО ПО "Тонкий Органический Синтез" (РФ, г. Долгопрудный)</li> <li>- и многие другие.</li> </ul> <p>Импортные производства:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "MOSINTER" (Шаньдун, Китай)</li> </ul>
<b>Лабораторный способ синтеза:</b>  <b>Синтез метиленового голубого по Каро</b>	<p>Синтез метиленового голубого был впервые осуществлен Каро (1876 г.), строение его выяснено Беритсеном. Первый синтез метиленового голубого был проведен по реакции Лаута и заключался в окислении несимм-димети-п-фенилендиамин и сероводорода хлорным железом. При этом в качестве промежуточного продукта образуется соль индамония (зеленый Бриндшедлера), которая затем, конденсируясь с сероводородом, превращается в тиазиновый краситель:</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <p>Так же, как для красителей оксазинового ряда, для красителей типа метиленового голубого теперь считаются равноправными и орто-, и пара-хиноидная формулы.</p>
<b>Синтез метиленового голубого по Бернтсену</b>	<p>Старый синтез метиленового голубого по Каро был впоследствии заменен синтезом по Бернтсену, исходя из 1 мол. диметил-п-фенилендиамин, 1 мол. диметанилина и тиосульфата натрия.</p> <p>Исходным продуктом в синтезе метиленового голубого является нитрозодиметиланилин, который восстанавливают цинковой пылью в солянокислой среде в п-аминодиметиланилин (I). п-Аминодиметиланилин при действии тиосульфата в нейтральной среде в присутствии бихромата натрия и хлористого цинка превращается в диметил-п-фенилендиаминтиосульфокислоту (II).</p>



Диметил-п-фенилендиаминтиосульфокислота взаимодействует с диметиланилином в присутствии бихромата натрия в кислой среде. При этом образуется труднорастворимая тетраметииндаминтиосульфокислота (III):

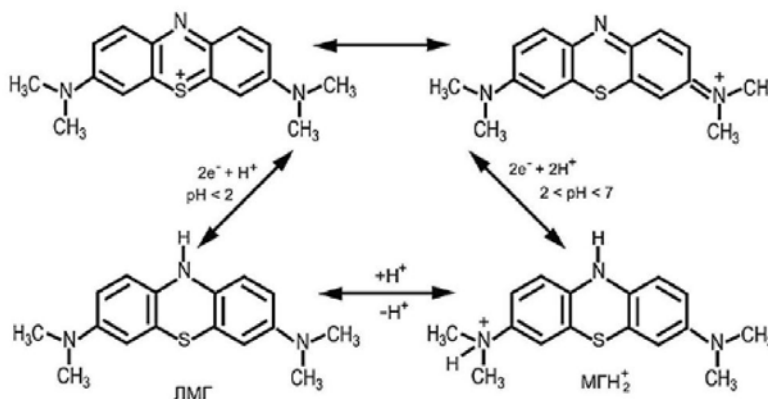


Тетраметииндаминтиосульфокислота при нагревании с хлористым цинком в присутствии соляной кислоты отщепляет сернистую кислоту, превращаясь в краситель метиленовый голубой:

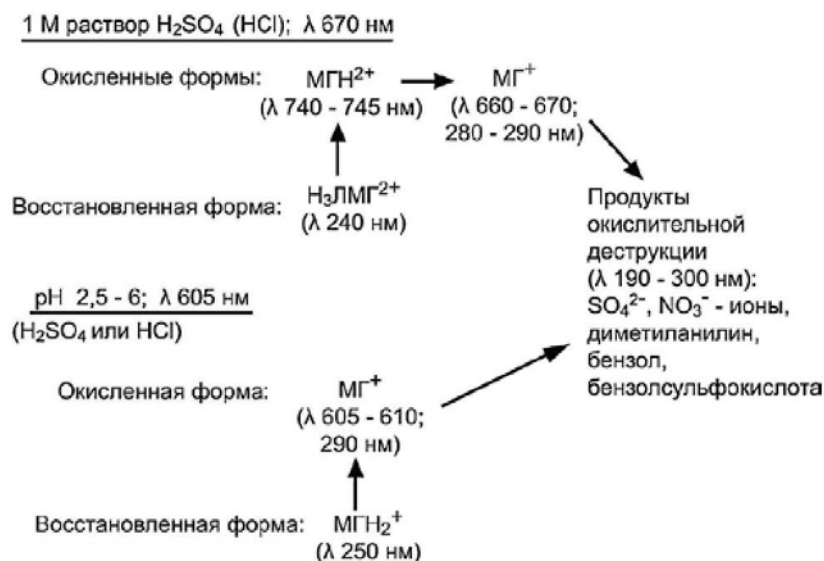


### Химические свойства

Меиленовый голубой вступает в протолитические и окислительно-восстановительные реакции:

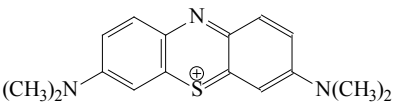
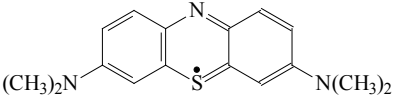
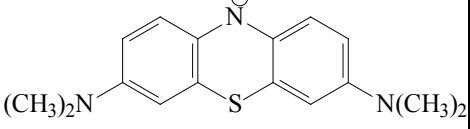


Установлены закономерности процессов разрушения метиленового голубого в водных растворах при действии озона и образование продуктов окислительной деструкции:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ -ионов, диметиланилина, бензола и бензолсульфокислоты.



Несмотря на большое число исследований, описание физико-химического состояния метиленового голубого в растворах различной кислотности остается противоречивым. В большинстве работ недостаточное внимание уделялось чистоте применяемого редокс-индикатора и сохранению стабильным во времени соотношения его окисленных и восстановленных форм. Вероятно, по этой причине спектроскопические характеристики метиленового голубого (величины  $\lambda_{\text{макс}}$  и  $\epsilon$ ) отличаются.

Формы нахождения и редокс-свойства метиленового голубого представлены в таблице:

Форма метиленового голубого ( $\text{Mg}$ )	Структурная формула (непротонированные частицы)	Значение рК	Электродный потенциал, В (редокс-пара)	Максимум полосы поглощения, нм
Окисленная форма ( $\text{Mg}^+$ )		0	0,54	660 614 292
«Полувосстановленная» форма; радикал ( $\text{Mg}^\cdot$ )		-3 2 9	-0,23 ( $\text{Mg}^+/\text{Mg}^\cdot$ )	420
Восстановленная лейкоформа ( $\text{LMg}$ )		4,5 5,8 1,7	0,532 (pH=0) 0,011 (pH=7) ( $\text{Mg}^+/\text{LMg}^-$ )	256

Метиленовый голубой, относящийся к группе тиазиновых красителей, при взаимодействии с галогенными окислителями способен к деструктивному окислению с образованием неокрашенных продуктов, что позволяет увеличить чувствительность фотометрического анализа.

Метиленовый голубой обладает свойствами кислотно-основных индикаторов. Четкое изменение окраски показывают те индикаторы, кислотная и основная формы которых окрашены в дополнительные цвета, например красный и зеленый. Таких идеальных индикаторов не существует, поэтому путем добавки инертного красителя изменяют обе окраски индикатора так, чтобы они стали дополнительными цветами. Вместо перехода красной окраски в желтую, характерного для метиленового оранжевого, метиленового красного и диметилового желтого, можно, добавив синий краситель, например метиленовый голубой, получить более контрастный переход из фиолетового в зеленый.

### **Области применения**

Органический основной тиазиновый краситель, применяют для окраски хлопка, шерсти, шелка в ярко-голубой цвет, однако окраска слабоустойчива на свету. Из-за низкой светостойкости в крашении тканей не применяется. Данный краситель широко применяется в микроскопии в виде водных и спиртовых растворов. Входит как важная составная часть во многие красящие растворы, например, метиленовый синий по Леффлеру, в бактериологии раствор метиленового синего в разведении 1:40, для прижизненных (витальных) окрасок разведение 1:5000.

В аналитической химии применяется для определения хлоратов, перхлоратов, катионов ртути, олова, магния, кальция, кобальта, кадмия; при определении железа (III) и хрома (IV) титаном (III). Метиленовый голубой также предложен в качестве индикатора в иодометрии. А также его можно использовать для определения растворенного кислорода.

В медицине используется в качестве антисептика, антидота при отравлении цианидами, угарным газом и сероводородом. Имеются сообщения о высокой эффективности этого соединения при лечении болезни Альцгеймера.

В аквариумистике применяется довольно часто во время инкубирования икры в качестве антисептика.

В водоочистке применяется при тестировании активированных углей по ГОСТ 4453-74.

Применяется в лазерной технике.

Хранить в сухом, темном месте. Срок годности порошка метиленового синего не ограничен.

### **Токсичность, воздействие на живые организмы**

В больших дозах метиленовый голубой считается токсичным.

Токсичность метиленового голубого - вопрос сложный. Этот краситель отнесен к первому классу опасности как огнеопасное и токсичное вещество.

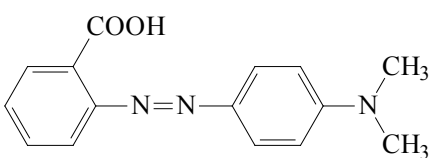
Метиленовый синий у человека может вызывать: повреждение тканей мочевого пузыря, почек, боли в эпигастрии, рвоту, тошноту, анемию,

аллергические реакции на коже (при наружном применении). Риск развития побочных эффектов возрастает при обработке большого участка кожных покровов.

### Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Наянова, Е.В. Редокс-свойства метиленового голубого как перспективного фотометрического реагента для определения галогенных окислителей [Текст] / Е.В. Наянова, Е.В. Елипашева, Г.М. Сергеев, В.П. Сергеева // Аналитика и контроль. - 2015. - Т.19, №2. - С.154-160.
3. Коган, И.М. Химия красителей [Текст] / И.М. Коган; под редакцией А.И. Королева. - 3-е изд. - М., 1956. - 696 с.
4. Индикаторы [Текст] / перевод с английского И.В. Матвеевой; под редакцией И.Н. Марова. – Том 1. – М.: Мир, 1976. – 496 с.
5. Индикаторы [Текст] / перевод с английского И.В. Матвеевой; под редакцией И.Н. Марова. – Том 2. – М.: Мир, 1976. – 446 с.

## МЕТИЛОВЫЙ КРАСНЫЙ

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{15}H_{15}N_3O_2$ 	<b>4-диметиламино-азобензол-2-карбоновая кислота</b>	<b>Метиловый красный, метилрот</b>
<i>Класс соединения</i>		
<b>Метиловый красный</b> – кислотно-основный индикатор, синтетический анилиновый краситель.		

### Физические свойства

**Метиловый красный** – блестящие фиолетовые кристаллы или темно-красный порошок.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	фиолетово-бордовый	
<b><math>T_{пл.}, ^\circ C</math></b>	175	
<b><math>T_{кип.}, ^\circ C</math></b>	-	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	-	
<b><math>M_r</math>, г/моль</b>	269.3	

<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	4,4 (красная) - 6.2 (желтая)	
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °С	плохо растворим в воде	Хорошо растворим в уксусной кислоте, бензоле (особенно нагретом), умеренно растворим в этаноле. Натриевая соль растворима в воде.

### Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- АО "Уральский завод промышленной химии" (РФ, г. Москва)</li> <li>- ООО «База химической продукции "Югреактив"» (РФ, г. Ростов-на-Дону)</li> <li>- и многие другие.</li> </ul> <p>Импортные производства:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fisher Chemicals</li> </ul>
<b>Лабораторный способ синтеза</b>	<p>В смеси из 1,5 л воды и 500 мл концентрированной соляной кислоты уд. веса 1,17 (<i>примечание 1</i>) растворяют при нагревании 685 г (4,75 мол.) технической антралиновой кислоты (обычно 95%-ной чистоты; <i>примечание 2</i>). Небольшое количество темной нерастворимой примеси отфильтровывают и фильтрат выливают в 16-литровый глиняный сосуд, где его охлаждают при перемешивании. Затем к фильтрату добавляют 2,5 кг льда и 750 мл концентрированной соляной кислоты. Сосуд охлаждают снаружи льдом, а содержимое непрерывно перемешивают. Когда температура достигнет 3°C, медленно прикапывают профильтрованный раствор 360 г (5 мол.) нитрита натрия в 700 мл воды через длинную капиллярную трубку, конец которой находится под поверхностью жидкости (<i>примечание 3</i>). Приливание продолжают до тех пор, пока не появится слабая, но не исчезающая реакция на иодкрахмальную бумажку. Температуру раствора все время поддерживают при 3 – 5°C (<i>примечание 4</i>). Эта операция требует почти всего количества приготовленного раствора нитрита (остается обычно около 30 мл) и продолжается 1,5 – 2 часа.</p> <p>После этого к раствору диазониевой соли добавляют 848 г (885 мл; 7 мол.) диметиланилина; это можно сделать быстро, так как температура раствора заметно не повышается. Перемешивание продолжают еще 1 час, причем температуру поддерживают при 5°C; затем прибавляют 500 мл профильтрованного раствора 680 г (8,3 мол.) кристаллического уксуснокислого натрия в 1200 мл воды, после чего продолжают перемешивание еще 4 часа. Если в течение этого времени на поверхности реакционной смеси всплывает пена, которую не удастся сбить с помощью мешалки, то добавляют несколько капель этилацетата. Смесь оставляют на ночь в ледяной воде, причем баню хорошо изолируют несколькими слоями плотной ткани.</p>

Для получения хорошего выхода продукта температуру необходимо поддерживать ниже 7°C. На другой день при работающей мешалке добавляют оставшийся раствор уксуснокислого натрия; после 1 – 3-часового размешивания смеси температуре дают медленно подняться до 20 – 25°C в течение 24 ч. Затем к реакционной смеси добавляют при перемешивании ровно столько раствора едкого натра, чтобы стал отчетливо заметным запах диметиланилина (обычно требуется около 240 мл 40%-ного раствора), после чего смесь оставляют стоять на 48 ч. или несколько дольше при комнатной температуре (20 – 25°C; *примечание 5*).

Твердый осадок отсасывают, промывают сначала водой, затем 400 мл 10%-ной уксусной кислоты (для освобождения от диметиланилина) и, наконец, дистиллированной водой. Последний фильтрат обычно окрашен в светло-розовый цвет. Осадок тщательно отсасывают, отжимают и высушивают на воздухе для удаления большей части воды (15 – 20 ч), затем продукт взбалтывают с 4 л метилового спирта в 12-литровой колбе. Смесь перемешивают и нагревают на водяной бане с обратным холодильником 1–2 ч, после чего ей дают медленно охладиться, а затем охлаждают льдом и фильтруют. Твердый продукт промывают 4 л метилового спирта (*примечание 6*). После сушки на воздухе получают 820 – 870 г.

Продукт экстрагируют кипящим толуолом; для этого 150 г вещества помещают на бумажный складчатый фильтр диаметром 29 см, вложенный в стеклянную воронку диаметром 25 см. Конец воронки вставлен в корковую пробку, закрывающую 2-литровую плоскодонную коническую колбу, в которую налито 1250 мл толуола. Колбу нагревают на электроплитке, а над воронкой ставят 12-литровую круглодонную колбу, удерживаемую с помощью зажима; через эту колбу циркулирует холодная вода: колба должна служить холодильником. Толуол кипятят до тех пор, пока стекающая из трубки воронки жидкость не станет почти бесцветной, на что требуется 4 – 10 ч. Нагревание прекращают и, как только жидкость перестанет кипеть, колбу снимают и ставят в баню с водой, нагретой до 90 – 100°C; уровень воды должен несколько превышать уровень жидкости в колбе. Такой способ гарантирует медленное понижение температуры, что позволяет получить продукт в виде крупных кристаллов. Тем временем вторую коническую колбу, содержащую 1250 мл толуола, присоединяют к воронке, а на бумажный фильтр помещают вторую порцию из 150 г неочищенного продукта. Этот процесс повторяют до тех пор, пока не будет переработан весь метиловый красный. После экстракции всего количества красителя на фильтре остается некоторое количество черного аморфного нерастворимого вещества; его выбрасывают. Кристаллы метилового красного (*примечание 7*) отсасывают и промывают небольшим количеством толуола. Вес чистого продукта 755 – 805 г. Маточные растворы упаривают до  $\frac{1}{4}$  первоначального объема и выпавшие по охлаждению кристаллы

перекристаллизовывают из свежего толуола. Естественно, что полученный обратно толуол может быть вновь использован для следующих операций. Общий выход чистого продукта составляет 790 – 840 г (62 – 66% теоретич.; *примечание 8*).

Водные маточные растворы от неочищенного красителя подщелачивают едким натром, а затем отгоняют диметиланилин. Этим путем получают 250 – 400 г влажного диметиланилина.

#### *Примечания*

1. Указанное количество соляной кислоты не следует уменьшать, так как в противном случае образуется диазоаминосоединение.

2. До начала опыта рекомендуется оттитровать неочищенную антралиловую кислоту титрованным раствором щелочи с фенолфталеином в качестве индикатора.

3. Применение капиллярной трубки при приливании раствора нитрита натрия предохраняет от потерь азотистой кислоты, происходящих в результате местной реакции на поверхности кислой жидкости. Трубку не следует плотно соединять с капельной воронкой. Конец капельной воронки входит в трубку настолько свободно, что с каждой каплей нитрита просасывается воздух. Таким путем предотвращается поднятие кислого раствора в капилляре.

4. Весьма существенным является поддержание низкой температуры раствора до тех пор, пока в растворе содержится непрореагировавшая диазобензойная кислота; этим избегается ее разложение. Если не соблюдать этой предосторожности, выходы резко падают в результате образования побочных смолистых продуктов.

5. Образование азосоединения при прибавлении диметиланилина протекает медленно; однако скорость реакции, значительно увеличивается, если понизить концентрацию водородных ионов добавлением уксуснокислого натрия. Все же реакционную смесь необходимо оставить стоять на достаточно продолжительное время. Если осадок отфильтровать через 24 часа, то при стоянии фильтрата выделится еще некоторое количество красителя. Солянокислая соль индикатора метилового красного плохо растворима в холодной воде и выделяется в виде синеватых игл, если кислотность раствора недостаточно понижена.

6. Спиртовой фильтрат, полученный при обработке и промывке неочищенного красителя метилового красного, содержит лучше растворимый красный побочный продукт, который со щелочью образует буровато-желтый раствор. Метилловый спирт можно регенерировать с очень небольшой потерей путем перегонки; однако невыгодно пытаться выделить из остатка метилловый красный вследствие смолистой природы побочного продукта. Количество этого побочного продукта значительно возрастает, если было допущено слишком быстрое повышение температуры смеси после прибавления уксуснокислого натрия.

7. Метилловый красный кристаллизуется из ледяной уксусной

	<p>кислоты в виде игл; при кристаллизации из толуола он выпадает в виде пластинок.</p> <p>При перекристаллизации из толуола метиловый красный иногда выпадает в виде ярко красных кусочков, что обусловлено, вероятно, слишком быстрой кристаллизацией. В таком случае целесообразно продукт вновь перекристаллизовать, взяв большее количество толуола.</p> <p>Натриевую соль можно получить растворением сырого продукта в равном весовом количестве 35%-ного раствора едкого натра, разбавленного до 3 – 4 л, с последующим фильтрованием и упариванием в вакууме. При выделении метилового красного в виде натриевой соли избегается экстракция толуолом. При этом получается растворимый в воде продукт (оранжевые листочки), весьма удобный для применения в качестве индикатора.</p> <p>8. При проверке этого метода применялась также 80%-ная антраниловая кислота; в результате был получен соответственно меньший выход красителя (650 – 700 г).</p>
--	--

### **Химические свойства**

Метиловый красный более чувствителен к основаниям, чем к кислотам (точка перехода лежит в области кислотных значений pH). Ошибки, обусловленные присутствием солей и белковых веществ, очень малы, но индикатор чувствителен к двуокиси углерода.

Метиловый красный входит в состав нескольких смешанных индикаторов. Общеизвестный смешанный индикатор, состоящий из метилового красного и метиленового голубого, резко изменяет свою окраску при pH 5,4 от красно-фиолетовой на зеленую, проходя через промежуточную серию. Смеси метилового красного с бромкрезоловым зеленым в различных соотношениях оказываются отличными смешанными индикаторами. Изменение окраски метилового красного улучшается, если смешать его с фталоцианинсульфонатом меди. Такой смешанный индикатор, состоящий из 2 частей метилового красного и 3 частей фталоцианин-4,4',4'',4'''-тетрасульфоната меди, рекомендуется применять для установления конечной точки при кислотно-основном титровании вместо метилового красного. Смесь метилового красного и альфазурина является чувствительным индикатором для объемного определения щелочности воды, питающей котлы.

### **Области применения**

Метиловый красный используют для титрования алифатических аминов, гетероциклов, содержащих азот, и различных фармацевтических препаратов в 1,4-диоксане, смешанных растворителях гликоль + углеводород и в хлороформе. В большинстве случаев титруют раствором хлорной кислоты в 1,4-диоксане. В этих условиях метиловый красный не очень удачный индикатор для ароматических аминов, родственных анилину.

В качестве индикатора применяют 0,1%-ный спиртовой раствор. В качестве кислотно-основного индикатора применяют при титровании сильных кислот, сильных и слабых оснований, даже в разбавленных растворах.

Также его рекомендуют использовать для определения конечной точки при микротитровании; при титровании фторидов раствором нитрата тория; в качестве внешнего индикатора для цериметрического титрования ионов железа (II) и гидрохинона. Избыток окислителя разрушает индикатор.

Его часто применяют для колориметрических определений pH с использованием буферных растворов или без них по методу Джилеспи. Метиловый красный – довольно хороший адсорбционный индикатор для аргентометрии, особенно для установления конечной точки при титровании иодид-ионов.

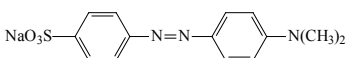
### Токсичность, воздействие на живые организмы

Не токсичен.

### Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Бородкин, В.Ф. Химия красителей [Текст] / В.Ф. Бородкин. – М.: Химия, 1981. – 248 с.
3. Коган, И.М. Химия красителей [Текст] / И.М. Коган; под редакцией А.И. Королева. - 3-е изд. - М., 1956. - 696 с.

## МЕТИЛОВЫЙ ОРАНЖЕВЫЙ

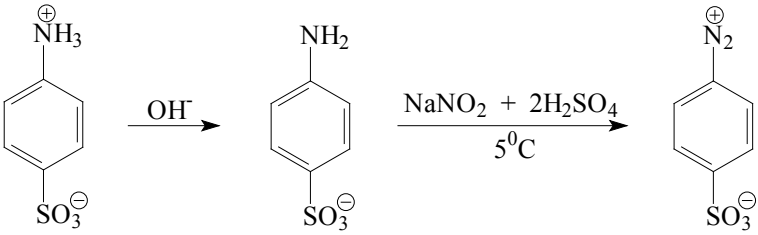
Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{14}H_{14}N_3O_3SNa$ 	<b>4-(4-диметиламинофенилазо)- бензолсульфонат натрия; натриевая соль 4-диметиламиназобензол-4'- сульфо кислоты; 4-диметиламин-4'- сульфоазобензол</b>	<b>Метиловый оранжевый; гелиантин; гелиантин В; тропеолин D; оранж III</b>
Класс соединения		
<b>Метиловый оранжевый</b> – кислотно-основной индикатор, синтетический органический краситель из группы азокрасителей		

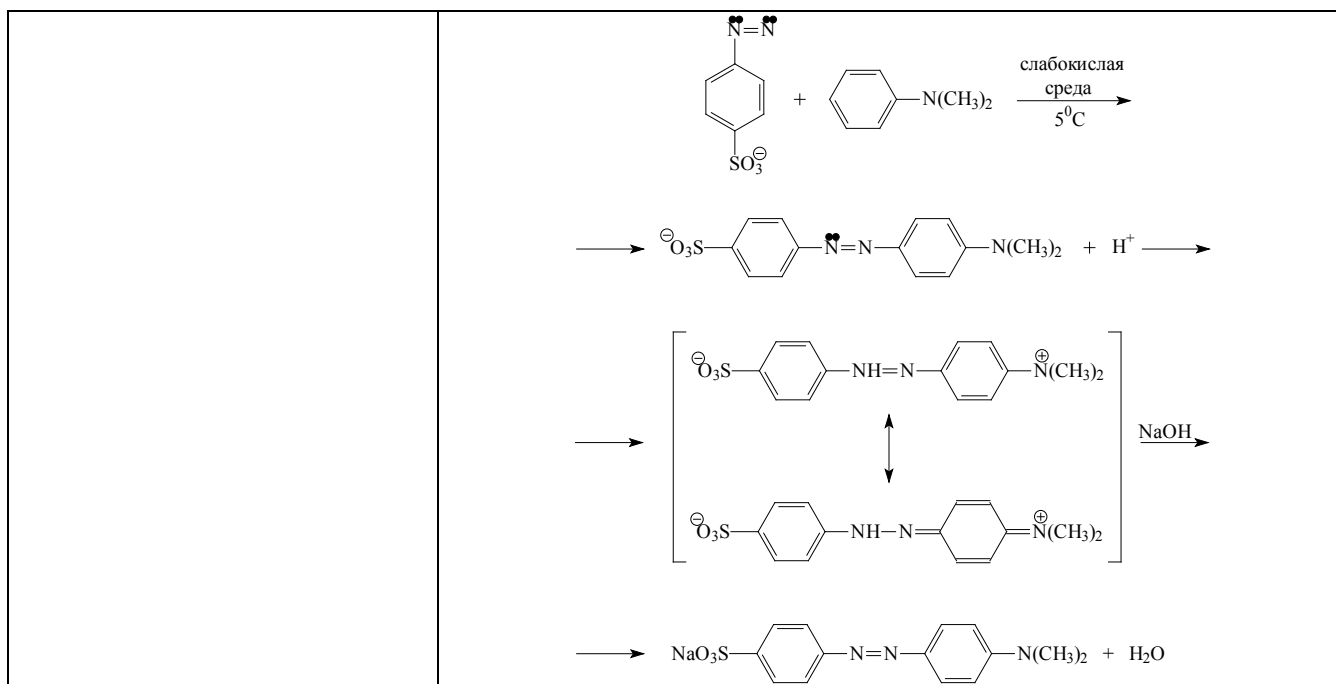
## Физические свойства

**Метиловый оранжевый** – оранжево-жёлтые листочки или порошок.

Показатель		Примечание
Цвет	оранжево-жёлтые	
$T_{пл.}, ^\circ C$	Свыше 300	
$T_{кип.}, ^\circ C$	-	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1.28	
$M_r$ , г/моль	327.33	
$\Delta pH$ (окраска раствора)	3.1 (красная) – 4.4 (желтая)	Приобретает переходную окраску 0,01 М водного раствора уксусной кислоты, тогда как в присутствии 40%-ного спирта окраска ярко-желтая. При 100°C интервал pH становится 2,5 – 3,7.
Растворимость в воде, г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	0.2	Хорошо растворим в горячей воде и практически нерастворим в спирте. Также растворяется в 50% (по массе) растворе пиридина.

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ООО "Химаналит" (РФ, г. Клин)</li> <li>- ООО "Ализарин СПб" (РФ, г. Санкт-Петербург)</li> <li>- ООО "Вита Реактив" (РФ, г. Дзержинск)</li> <li>- и многие другие.</li> <li>Импортные производства.</li> <li>- Acros</li> </ul>
Лабораторный способ синтеза: метиловый оранжевый получают, диазотируя сульфаниловую кислоту, а затем сочетая полученное вещество с диметиланилином.	

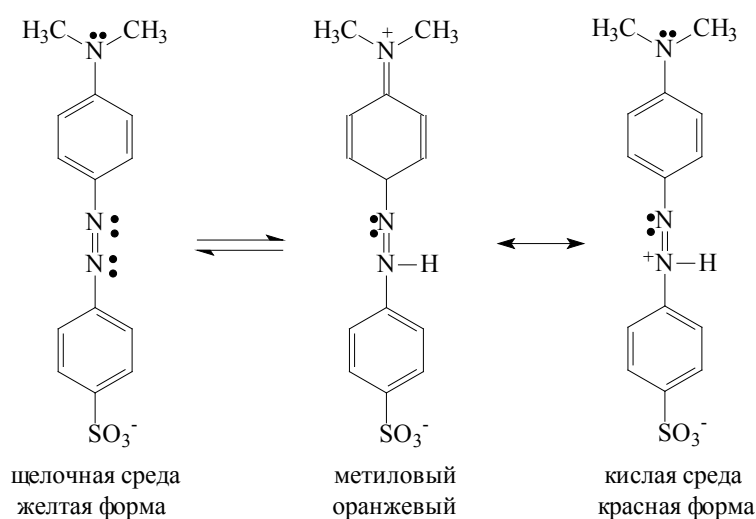


### Химические свойства

Метилоранжевый более чувствителен к основаниям, чем к кислотам (точка перехода лежит в области кислотных значений pH), а также чувствителен к двуокиси углерода.

Исходными соединениями в ряду азоиндикаторов являются п-аминоазобензол или п-диметиламиноазобензол, нерастворимые в воде. При введении в их молекулу полярной группы, в случае метилоранжевого, сульфогруппы, получают растворимые в воде соединения.

Изменение окраски в кислой среде связано с образованием катиона индикатора. Атомы азота азогруппы имеют неподеленную пару электронов и могут присоединять протоны с образованием хиноидного бензольного кольца соответственно резонансной системы.



В кислой среде образуется структура так называемого "промежуточного" иона. В таких случаях солевая ошибка многих азоиндикаторов совсем незначительна, и, следовательно, эти индикаторы можно использовать для колориметрического определения pH.

### **Области применения**

Метиловый оранжевый используют сам по себе или в смеси с ксиленцианоловым для титрования в 1,4-диоксане и других растворителях. В диоксане его поведение и применение аналогично метиловому красному.

Используется в качестве индикатора в виде 0,04%-ного водного раствора.

Применяется в качестве кислотно-основного индикатора, титранта при определении сильных окислителей, спектрофотометрическом определении окислителей (хрома, брома).

0,1%-ный водный раствор применяется в аналитической химии как индикатор.

Применяется как индикатор и в текстильной промышленности.

### **Токсичность, воздействие на живые организмы**

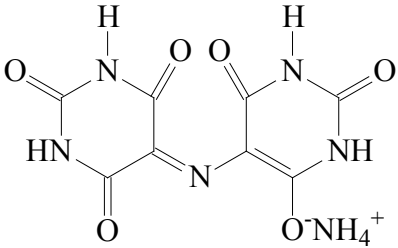
У белых крыс при длительном введении через рот с пищей не вызывает никаких изменений. У собак повторное введение 2 г вызывает рвоту и окрашивание мочи, позже явления паралича. Неканцерогенен.

Опыты с 19-дневным ношением на руке человека компресса, пропитанного метиловым оранжевым, не обнаружили раздражающего действия. Однако имеются указания на то, что 5%-ный водный раствор вызывает экземы.

### **Список использованных литературных источников**

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Иванов, В.М. Оптические, цветометрические и кислотно-основные характеристики метилового оранжевого [Текст] / В.М. Иванов, М.Г. Цепков, В.Н. Фигуровская // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. - 2010. - Т.51. №6. - С.445-449.
3. Электронные ресурсы

# МУРЕКСИД

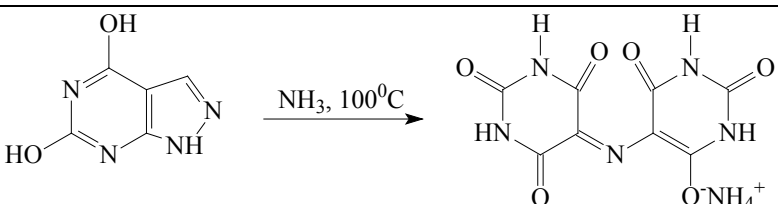
Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_8H_8O_6N_6$ 	Аммониевая соль 5,5'-нитрилодибарбитуровой кислоты	Мурексид
Класс соединения		
<b>Мурексид</b> – металлоиндикатор, комплексометрический индикатор; класс: азометиновый краситель.		

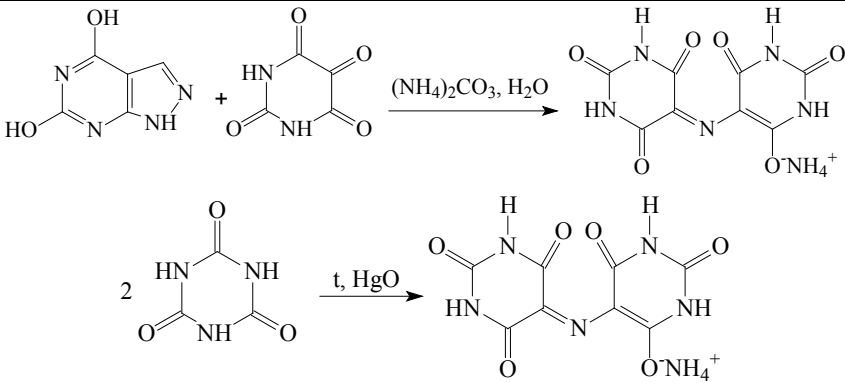
## Физические свойства

**Мурексид** – красные, коричневатые или пурпурные мелкие кристаллы с зеленоватым блеском.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	красный	
<b>T<sub>разл.</sub>, °C</b>	>250	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	-	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	>1	
<b>M<sub>r</sub>, г/моль</b>	284,19	
<b>Растворимость в воде, г/100 г H<sub>2</sub>O при 25 °C</b>	≈0,1	Нерастворим в этаноле и диэтиловом эфире.

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	- ОАО "Уралбиофарм" (РФ, г. Екатеринбург) - ОАО "Синтез" (РФ, г. Курган) и многие другие. Импортные производства. Фирмы Merck, Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют мурексид в Россию.
<b>Способы получения:</b> 1) при нагревании аллоксантина при 100° в струе аммиачного газа; 2) при прибавлении	

<p>к водному раствору смеси аллоксана и аллоксантина, аммиака или еще лучше углекислого аммония;</p> <p>3) при кипячении барбитуровой кислоты с окисью ртути.</p>	
---	--

### Химические свойства

Мурексид – металлоиндикатор – это органическое вещество, которое с ионами металла образует окрашенные комплексы. При  $pH > 9$  раствор мурексида окрашен в сине-фиолетовый цвет, при  $pH < 9$  – в красно-фиолетовый цвет. Растворы мурексида в этиленгликоле или в смеси триэтанолamina и спирта при соотношении от (1:1) до (4:1) устойчивы два года, водные растворы – один день.

Металл	pH	Изменение окраски	Примечание
Ag	8,5		
Ca	>10	Розовая или красная/фиолетовая	Раствор NaOH, 25%-ный спирт
Co	8-10	Желтая/фиолетовая	Аммиачный буфер
Cu	4	Оранжевая/красная	Ацетатный буфер
	7-8	Желтая/фиолетовая	Аммиачный буфер
Mn	10	Оранжевая/красная	Аммиачный буфер
Ni	8,5-11,5	Желтая/пурпурная	Аммиачный буфер
Sc	2,6	Желтая/фиолетовая	Раствор HCl
	3-7,5	Желтая/фиолетовая	
Th	2,5	Желтая/розовая	
Zn	8-9	Розовая/фиолетовая	Аммиачный буфер, моноэтанолaмин
	>11,5		

## Области применения

- В начале XX века употреблялся для окрашивания хлопка, шелка и шерсти в красные тона; в настоящее время в качестве красящего вещества практически не используется;
- в аналитической химии 0,1%-ный водный раствор как индикатор для комплексонометрического определения ионов металлов.

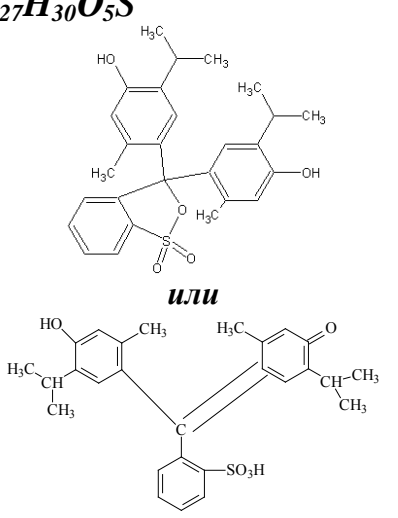
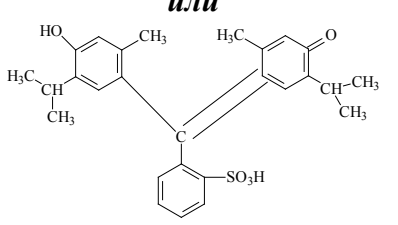
## Токсичность, воздействие на живые организмы

Безопасное вещество согласно Регламенту (ЕС) № 1272/2008.

## Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Алексеев, В.Н. Количественный анализ [Текст] / В.Н. Алексеев. - М.: Химия, 1972. – 254 с.
3. Справочник химика [Текст] / под ред. Б.Н. Никольского и др. – Л.: Химия, 1964. – 1169 с.
4. Химический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. И. Л. Кнунянца и др. – М.: Советская энциклопедия, 1983.

# ТИМОЛОВЫЙ СИНИЙ

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{27}H_{30}O_5S$  или 	<b>2,2'-диметил- 5,5'-диизопропилфенолсульфо- фталейн; тимолсульфопфталейн</b>	<b>Тимоловый синий; тимолбляу</b>
Класс соединения		
<b>Тимоловый синий</b> – кислотно-основной индикатор; класс: сульфопфталейны.		

## Физические свойства

**Тимоловый синий** – темно-синий, либо красный аморфный порошок, либо зеленые кристаллы, которые при измельчении образуют шоколадно-коричневый порошок. Цвет зависит от способа его получения.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	От красного до синего в зависимости от pH среды	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	221-224	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	580,5	
<b>M<sub>r</sub>, г/моль</b>	466,589	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	1,252	
<b>Показатель преломления</b>	1,599	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	1,2 (красная) – 2,8 (желтая) 8,0 (желтая) – 9,6 (синяя) Кислая среда – малиново-красная Нейтральная среда – желтая Щелочная среда - синяя	
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	Плохо растворим pK <sub>1</sub> = 1,65 (T=15-30°C) pK <sub>2</sub> = 9,20 (T=15-30°C)	Легко растворяется в спирте или растворах едких щелочей.

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	<p>- "Реактивы и материалы" (РФ, г. Челябинск)          - "Химмед" (РФ, г. Москва)          и многие другие.          Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich.</p>
Тимоловый синий получают из тимола (1-метил-4-изопропил-3-оксибензол)	

## Химические свойства

Используется при титровании кислот в бензоле, бутилаmine, диметилформамиде, пиридине, *трет*-бутиловом спирте и других растворителях.

Это один из лучших индикаторов для определения карбоновых и других умеренно слабых кислот раствором алкоголята щелочного металла или гидроокисью четвертичного аммония.

В УФ-свете при рН 2 0,01%-ный спиртовой раствор тимолового синего начинает флуоресцировать светло-оранжевым светом, а в слабощелочной среде флуоресцирует светло-желтым светом, который в сильнощелочной среде переходит в голубой.

### **Области применения**

Обычно используют для колориметрического определения рН, поскольку первый интервал перехода находится в области низких значений рН. Тимоловый синий является хорошим индикатором при нейтрализации водных растворов, но его можно также с успехом применять для титрования в неводных растворителях, например в бутилаmine, смеси бензола с метиловым спиртом, в апротонных растворителях, в пиридине, концентрированных растворах нейтральных неорганических солей и пр.

Тимоловый синий используется для определения малых количеств аммиака в воздухе (0,002-0,07%). Порошок акриловой смолы, пропитывают спиртовым раствором тимолового синего и затем высушивают. При пропускании образца воздуха через индикаторную трубку с порошком такой смолы образуется желтая полоса, ширина которой пропорциональна количеству аммиака.

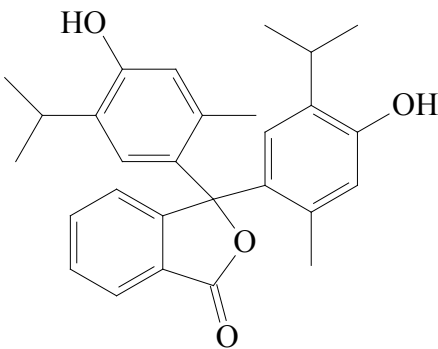
### **Токсичность, воздействие на живые организмы**

Стабильный. Горючий. Пыль может образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.

### **Список использованных литературных источников**

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Справочник «Химик 21». Химия и химическая технология [Электронный ресурс] – Режим доступа: chem21.info.
3. Коган, И.М. Химия красителей [Текст] / И.М. Коган; под редакцией А.И. Королева. - 3-е изд. - М., 1956. - 696 с.
4. Химический энциклопедический словарь [Текст] / гл. редактор И.Л. Кнунянц – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 786с.

# ТИМОЛФТАЛЕИН

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{28}H_{30}O_4$ 	<b>3,3-Бис [4-гидрокси-2-метил-5-(пропан-2-ил) фенил] -2-бензофуран-1 (3H)-он</b> или <b>2,2'-диметил-5,5'-диизопропилфенолфталеин</b> <b>дитимолфталид</b>	<b>Тимолфталеин</b>
Класс соединения		
<b>Тимолфталеин</b> – кислотно-основный индикатор; класс: трифенилметановый краситель.		

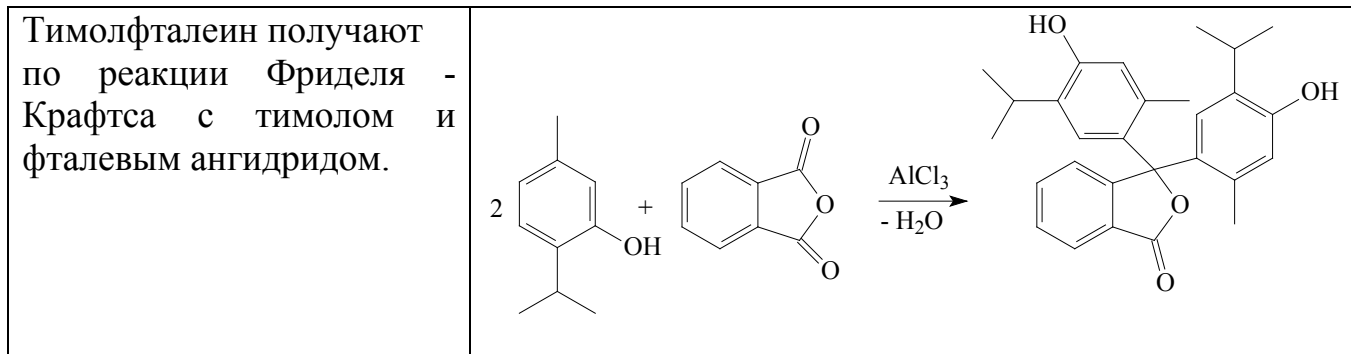
## Физические свойства

**Тимолфталеин** – мелкокристаллический белый порошок.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	белый	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	248-252	
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	571,6	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	1,187	
<b>M<sub>r</sub>, г/моль</b>	430,5354	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	9,3(бесцветная) - 10,5 (голубая)	
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	Нерастворим	Хорошо растворим в этаноле, ацетоне, хлороформе.

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	- ОАО "Уралбиофарм" (РФ, г. Екатеринбург) - ОАО "Синтез" (РФ, г. Курган) и многие другие. Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют тимолфталеин в Россию.
----------------------------------	--



### Химические свойства

Первый голубой оттенок появляется при pH 9,3. Интенсивность окраски достигает максимума при pH 10,5. В концентрированной серной или соляной кислоте имеет пурпурно-фиолетовую окраску. При стоянии интенсивность окраски голубого щелочного раствора уменьшается. Равновесие индикатора смещается в сторону кислоты, так как выпадает в осадок часть малорастворимой бесцветной формы индикатора. В сильнощелочных средах происходит обесцвечивание из-за образования карбинольного основания.

### Области применения

- В аналитической химии применяется в кислотно-основном титровании для определения значения pH. В темноокрашенных растворах изменение окраски в присутствии тимолфталейна значительно легче обнаружить, чем в случае фенолфталейна;
- может быть использован в качестве невидимых чернил.

### Токсичность, воздействие на живые организмы

Возможно канцерогенное воздействие.

### Список использованных литературных источников

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Свойства органических соединений: справочник [Текст] / под ред. А.А. Потехина. – Л.: Химия, 1984. – 520 с.
3. Справочник химика [Текст] / под ред. Б.Н. Никольского и др. – Л.: Химия, 1964. – 1169 с.
4. Химический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. И.Л. Кнунянца и др. – М.: Советская энциклопедия, 1983.

# ФЕНОЛОВЫЙ КРАСНЫЙ

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{19}H_{14}O_5S_1$ 	4-[(4-Гидроксициклогекса-2,5-диен-1-илиден)(2-сульфофенил)метил]фенол	Феноловый красный, фенолсульфоталеин, фенолрот, сульфенталь
Класс соединения		
<b>Феноловый красный</b> – кислотно-основный индикатор; класс: трифенилметановый краситель.		

## Физические свойства

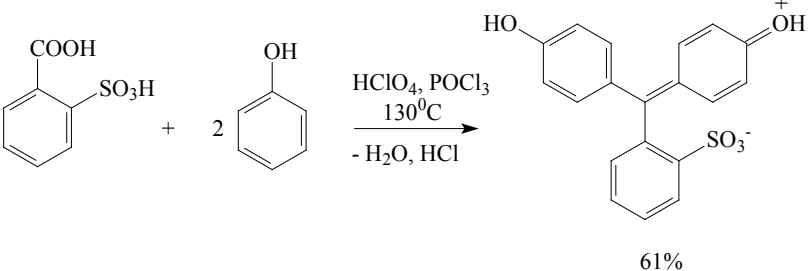
**Феноловый красный** – мелкодисперсный порошок тёмно-красного цвета, устойчив в воздухе. Кристаллы его имеют ромбическую форму и характерный запах.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	темно-красный	
<b><math>T_{пл.}, ^\circ C</math></b>	300	
<b><math>T_{кип.}, ^\circ C</math></b>	возгоняется	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	>1	
<b><math>M_r</math>, г/моль</b>	354,38	
<b><math>\Delta pH</math> (окраска раствора)</b>	6,8 (желтая)–8,4 (красная)	
<b>Растворимость в воде, г/100 г H<sub>2</sub>O при 25 °C</b>	7,7	Хорошо растворим в этаноле (29), ацетоне, разбавленных растворах едких щелочей; слабо растворим в диэтиловом эфире, хлороформе.

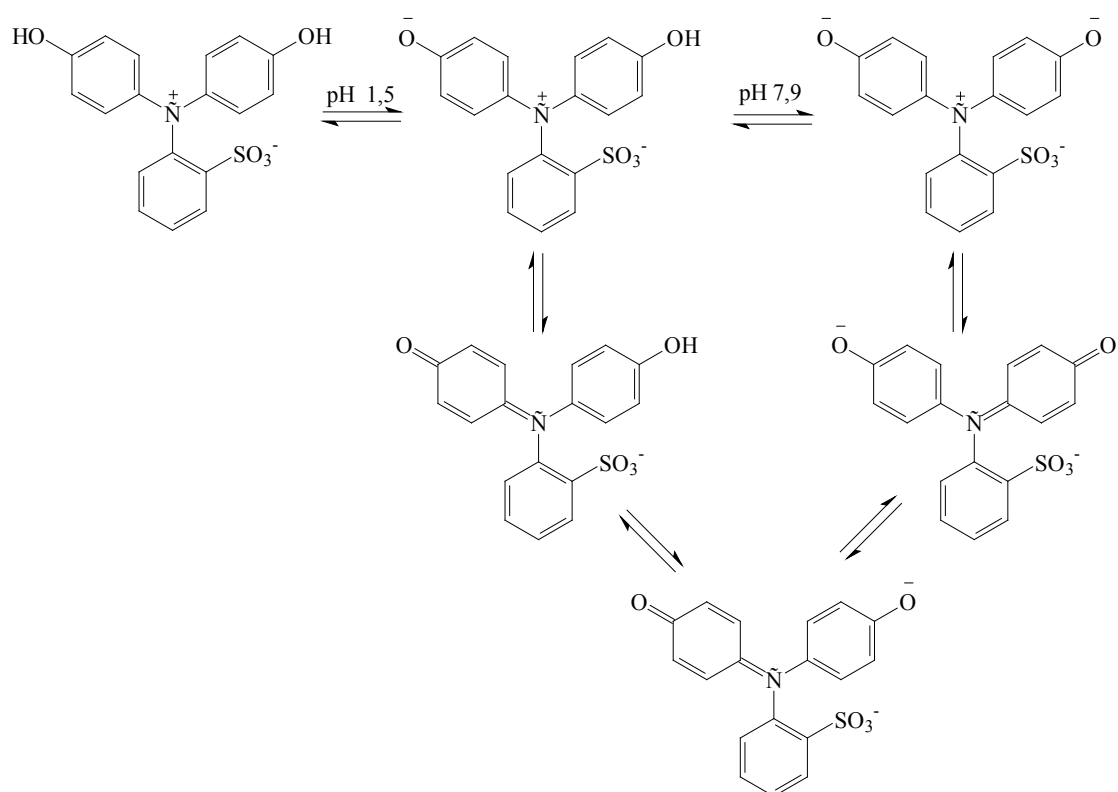
## История открытия

Приготовление наиболее важных сульфоталеинов описали Кларк и Лабс в 1915 году. Они исходили из *o*-сульфобензолдихлорида, расплавленного хлорида цинка и фенола.

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	- ОАО "Уралбиофарм" (РФ, г. Екатеринбург) - ОАО "Синтез"(РФ, г. Курган) и многие другие. Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют феноловый красный в Россию.
Феноловый красн <sup>ый</sup> получают путем нагревания <i>o</i> -сульфобензойной кислоты с фенолом в присутствии $\text{HClO}_4$ и $\text{POCl}_3$ .	

## Химические свойства



В сильнощелочной среде отщепление одного протона от фенолового красного нарушает симметричность структуры, а отщепление второго протона снова приводит к симметрии. Последовательная диссоциация обуславливается главным образом зарядом, который остается у молекулы после диссоциации первого протона и который препятствует отрыву второго протона. Кислород, несущий отрицательный заряд после диссоциации первого протона, является лучшим донором электрона для центрального атома углерода, чем оставшаяся

гидроксильная группа, и вследствие этого образуется хиноидное кольцо с одной стороны молекулы. *бис*-Фенолят-иону, образовавшемуся при дальнейшей диссоциации, соответствует две системы с хиноидными кольцами; с их образованием появляется темно-красная окраска. Оранжево-красная окраска в сильноокислой среде объясняется, по-видимому, тоже симметричной структурой. Оба гидроксила участвуют в переносе электрона к центральному атому углерода, но атому кислорода гидроксильных групп менее пригодны для переноса электрона, чем  $O^-$ -группы.

### **Области применения**

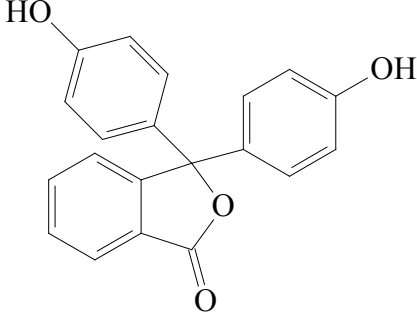
- В аналитической химии используют для нахождения точки эквивалентности при титровании растворов;
- в медицинской практике известно использование для определения почечной канальцевой секреции и определения функции проксимальных почечных канальцев (диагностика пиелонефрита);
- в микробиологии используют для приготовления жидких питательных сред для дифференциации различных микроорганизмов.

В качестве индикатора используют 0,1%-ный раствор кислотной формы в 20%-ном спирте или 0,04%-ный водный раствор натриевой соли. Для приготовления водного раствора растирают 0,04 г кислотной формы индикатора 1,13 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия и доливают водой до 100 мл.

### **Список использованных литературных источников**

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Свойства органических соединений: справочник [Текст] / под ред. А.А. Потехина. – Л.: Химия, 1984. – 520 с.
3. Справочник химика [Текст] / под ред. Б.Н. Никольского и др. – Л.: Химия, 1964. – 1169 с.
4. Химический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. И.Л. Кнунянца и др. – М.: Советская энциклопедия, 1983.

# ФЕНОЛФТАЛЕИН

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{20}H_{14}O_4$ 	<b>4,4'-Диоксифталофенон</b> или <b>3,3-бис-(4-гидроксифенил)фталид</b>	<b>Фенолфталеин,</b> <b>пурген</b>
Класс соединения		
<b>Фенолфталеин</b> – кислотно-основной индикатор; класс: трифенилметановый краситель.		

## Физические свойства

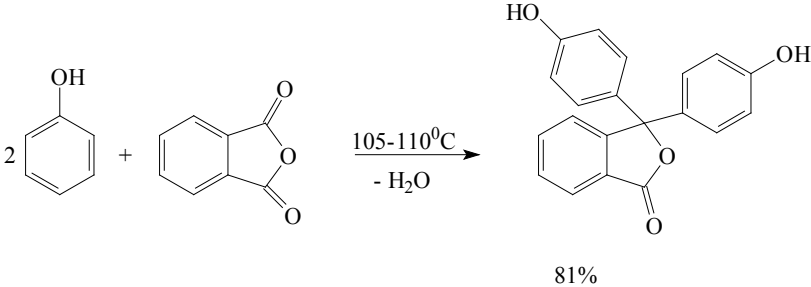
**Фенолфталеин** – белые или слегка желтоватые кристаллы преимущественно ромбоподобной формы, без запаха.

Показатель		Примечание
<b>Цвет</b>	Белый	
<b>T<sub>пл.</sub>, °C</b>	261-263	неустойчив на воздухе
<b>T<sub>кип.</sub>, °C</b>	возгоняется	
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	1,3	
<b>M<sub>r</sub>, г/моль</b>	318,31	
<b>ΔpH</b> (окраска раствора)	8,2(бесцветная)-9,8 (пурпурная)	
<b>Растворимость в воде,</b> г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	0,0002	Хорошо растворим в этаноле (26,5) и ацетоне (26,4); слабо растворим в диэтиловом эфире, петролейном эфире, бензоле, толуоле, хлороформе. Растворим в щелочных растворах.

## История открытия

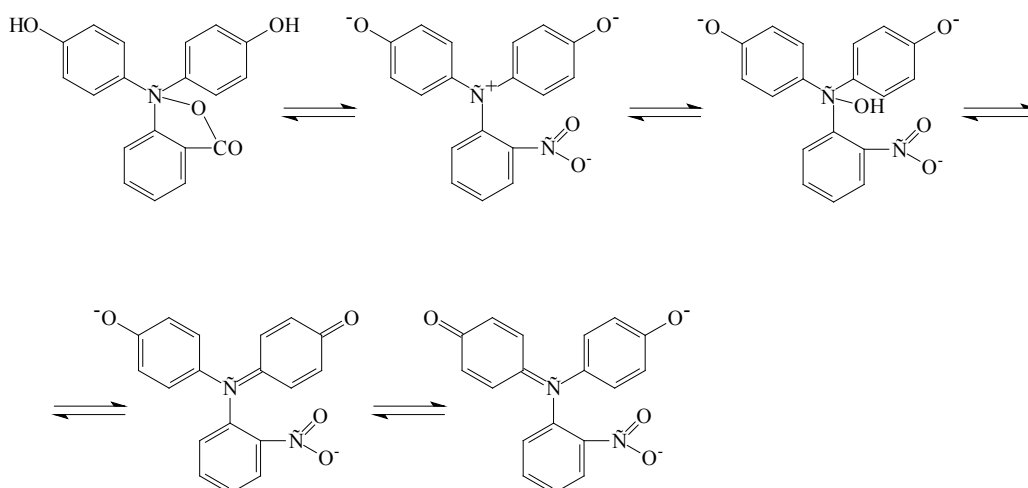
Фенолфталеин впервые синтезировал немецкий химик Адольф Байер в 1871 году реакцией конденсации фенола и фталевого ангидрида в присутствии серной кислоты как водоотнимающего средства.

## Промышленное производство, лабораторные способы получения

<b>Промышленное производство</b>	- ОАО "Уралбиофарм" (РФ, г. Екатеринбург) - ОАО "Синтез"(РФ, г. Курган) и многие другие. Импортные производства. Фирмы Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют фенолфталеин в Россию.
<b>Промышленный и лабораторный способ получения:</b> конденсация фенола с фталевым ангидридом при 105-110 °С в присутствии $ZnCl_2$ или концентрированной серной кислоты	

## Химические свойства

В щелочной среде сначала отщепляются протоны двух фенольных гидроксильных групп с образованием бис-фенолят-аниона; кроме того, связь О-С фталида подвергается гетеролизу и образуется карбоксилатный ион. Положительный заряд центрального атома углерода нейтрализуется электроном одного из фенольных кислородов, что приводит к образованию хинон-метидной связи, и система стабилизируется. Появление окраски объясняется наличием двух переходящих друг в друга хиноидных кольцевых систем и двух отрицательных зарядов, т.е. полярными свойствами молекулы.



При сплавлении с едким натром фенолфталеин дает 4,4'-дигидроксифенол, а при нагревании с концентрированной серной кислотой дает фенол и 2-гидроксиантрахинон.

## **Области применения**

- Индикация остаточных количеств щелочных компонентов моющих препаратов на изделиях специализированного, в частности, медицинского назначения;
- в промышленности и аналитической химии препарат используют для определения общей кислотности спиртов и спиртовых растворов, калориметрического анализа уровня кислотности;
- в качестве красителя фенолфталеин используют обычно для свинца, магния, цинка;
- имел широкое применение в фармакологии благодаря выраженным слабительным свойствам и реализовывался под торговой маркой "пурген".

В качестве индикатора обычно применяют 0,1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина. Для этого 0,1 г начального кристаллического вещества растворяют в 100 мл этилового спирта. Срок годности рабочего раствора составляет один месяц. Хранят раствор в холодильной камере.

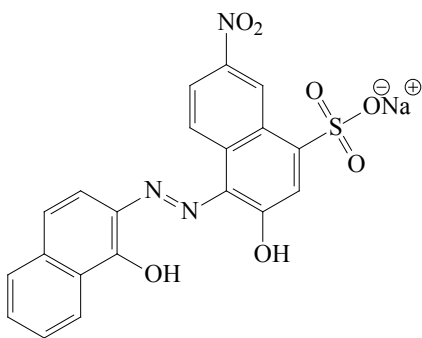
## **Токсичность, воздействие на живые организмы**

Применение фенолфталеина в качестве лекарственного препарата неактуально, т.к. обусловлено сильным кумулятивным эффектом и возможностью поражения тканей почек человека при длительном использовании. Кроме этого, при применении перорально были замечены свойства аналогичные канцерогенам. Однако полного отказа от лекарственного средства в медицинской практике не было, но применение должно проводиться с высокой осторожностью.

## **Список использованных литературных источников**

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Гитис, С.С. Органический синтез [Текст]: практикум по органической химии / С.С. Гитис, А.И. Глаз, А.В. Иванов. - М.: Высшая школа, 1991. – с. 255-256.
3. Артемьева, Н.Н. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии [Текст]: Пособие для вузов / Н.Н. Артемьева, В.Л. Белобородова, С.Э. Зурабян и др.; под ред. Н.А. Тюкавкиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2002. – 318 с.
4. Свойства органических соединений: справочник [Текст] / под ред. А.А. Потехина. – Л.: Химия, 1984. – 520 с.
5. Справочник химика [Текст] / под ред. Б.Н. Никольского и др. – Л.: Химия, 1964. – 1169 с.

# ЭРИОХРОМ

Формула	Название систематическое	Название тривиальное, традиционное
$C_{20}H_{12}O_7N_3SNa$ 	(4Z)-4-[(1-гидроксинафталин-2-илгидразинилиден]-7-нитро-3-оксо-У-нафталин-1-сульфонат натрия	Эриохром черный Т, хромоген чёрный ET-00
Класс соединения		
Эриохром черный Т – металлоиндикатор, комплексонометрический индикатор; класс: азокраситель.		

## Физические свойства

Эриохром черный Т – чёрные или коричневые кристаллы.

Показатель		Примечание
Цвет	чёрный	
$T_{\text{разл.}}, ^\circ\text{C}$	>250	
$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	-	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,9	
$M_r$ , г/моль	461,38	
Растворимость в воде, г/100 г H <sub>2</sub> O при 25 °C	≈0,1	Хорошо растворим в этаноле.

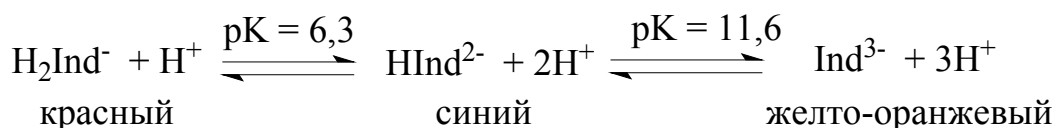
## Промышленное производство, лабораторные способы получения

Промышленное производство	- ОАО "Уралбиофарм" (РФ, г. Екатеринбург) - ОАО "Синтез" (РФ, г. Курган) и многие другие. Импортные производства. Фирмы Merck, Merck, Acros, Alfa Aesar, Scharlau, Fluka, Sigma, Aldrich поставляют мурексид в Россию.
---------------------------	---

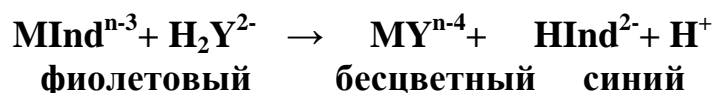
## Химические свойства

Эриохром черный Т – металлоиндикатор – это органическое вещество, которое с ионами металла образует окрашенные комплексы. Эриохром черный Т

представляет собой трехпротонную кислоту, ионы которой имеют разную окраску:



При  $\text{pH} = 6-11$  доминирующим будет ион  $\text{HInd}^{2-}$ , окрашенный в синий цвет. В этом интервале  $\text{pH}$  большинство ионов металлов образуют с эриохромом черным Т комплексы состава 1:1 фиолетового цвета. Координационные связи в комплексе образуются за счет атомов азота азогруппы и атомов кислорода депротонированных фенольных групп. В процессе титрования раствором ЭДТА вблизи точки эквивалентности происходит вытеснение индикатора комплексоном из внутренней сферы комплекса с образованием бесцветного комплексоната и окрашенной в синий цвет формы свободного индикатора  $\text{HInd}^{2-}$ :



Таким образом, при титровании ионов металлов трилоном Б в нейтральной и слабощелочной среде в присутствии эриохрома черного Т переход окраски индикатора от фиолетовой к синей указывает на конечную точку титрования, которая с определенной степенью точности близка к точке эквивалентности. Как правило, комплексонометрическое титрование с эриохромом черным Т проводят в присутствии аммонийной буферной смеси ( $\text{pH} \sim 9$ ); в кислой ( $\text{pH} < 6$ ) и сильнощелочной ( $\text{pH} > 11$ ) средах этот металлохромный индикатор не применяют, так как в этих условиях затруднено определение перехода окраски от фиолетовой к красной или оранжевой.

Металл	pH	Изменение окраски	Примечание
Ba	10,5	Красная/зеленая	Аммиачный буфер, родизонат натрия
Cd	6,8-11,5	Красная/синяя	Аммиачный буфер
In	8-10	Красная/синяя	Аммиачный буфер, горячий тартрат
Mg	10	Красная/синяя	Аммиачный буфер
Mn	8-10	Красная/синяя	Аммиачный буфер, аскорбиновая кислота
Pb	10	Красная/синяя	Аммиачный буфер, тартрат
PЗЭ	8-9	Красная/синяя	Аммиачный буфер, тартрат
Zn	6,8-10	Красная/синяя	Аммиачный буфер

### **Области применения**

- В аналитической химии 0,05-0,5%-ый спиртовой раствор как индикатор для комплексонометрического определения ионов металлов. Эриохром черный Т применяют либо в растворе, либо (вследствие нестойкости раствора) в твердом виде. В последнем случае индикатор смешивают в отношении 1: 200 с каким-либо индифферентным наполнителем, например NaCl или KCl. Смесь тщательно растирают в ступке перед титрованием вносят в раствор около 20-30 мг этой смеси.

### **Токсичность, воздействие на живые организмы**

Токсичен.

### **Список использованных литературных источников**

1. Бишоп, Э. Индикаторы [Текст] / Э. Бишоп. – М.: Мир, 1976. – 356 с.
2. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии [Текст] / Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия, 1971. – С. 210.
3. Справочник химика [Текст] / под ред. Б.Н. Никольского и др. – Л.: Химия, 1964. – 1169 с.
4. Химический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. И.Л. Кнунянца и др. – М.: Советская энциклопедия, 1983.

Учебное издание

Михайлова Наталья Николаевна, Красько Светлана Анатольевна,  
Богомазова Анна Александровна, Дехтярь Татьяна Федоровна

## Индикаторы

Редактор Л.А. Маркешина

Подписано в печать 03.05.2017. Формат 60×84 1/8.

Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 7,44.

Тираж 200 экз. Заказ № 86.

Отпечатано с готового электронного файла

Издательство Уфимского государственного нефтяного  
технического университета

Адрес издательства:

450062, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1