



**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Московский технологический университет  
Институт тонких химических технологий**

# **Германий, его характеристика, способы получения органопроизводных, химические свойства. Практическое применение**

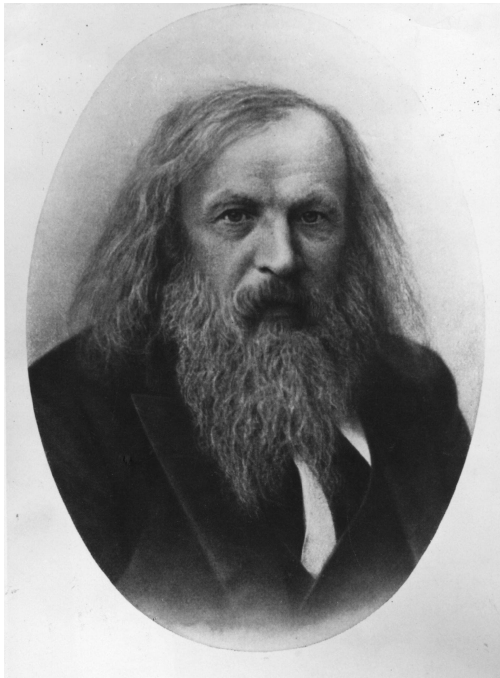
Выполнил: Ефименко Д.А.  
Студент группы ХЕМО-01-17

**Германий** (лат. Germanium) - химический элемент IV группы периодической системы Д.И. Менделеева, относится к семейству металлов. Обозначен порядковым номером 32. Представляет собой твердое вещество серо-белого цвета с металлическим блеском.



<b>Ge</b>	<b>32</b>
ГЕРМАНИЙ	4
72.59	18
$4s^2 4p^2$	8
	2

- Символ – Ge
- Атомный вес - 72.59
- Плотность - 5.32
- Температура плавления - 937.4 °С
- Температура кипения - 2830 °С



Существование и свойства Германия предсказал в 1871 году Д. И. Менделеев и назвал этот неизвестный еще элемент – «Экасилицием» из-за близости свойств его с кремнием.



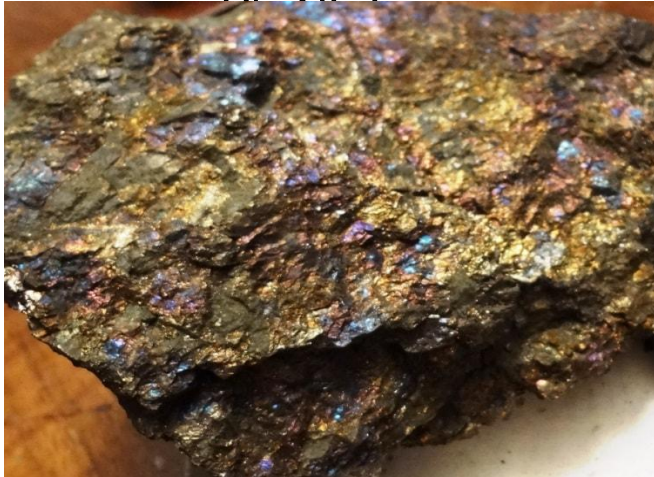
В 1886 году немецкий химик К. Винклер, исследуя минерал серебра – аргиродит  $\text{Ag}_8\text{GeS}_6$  выяснил, что помимо серебра, ртути, железа и оксида цинка в нём присутствует неизвестный элемент.

Винклер изучил его свойства и понял, что действительно нашел новый элемент. Винклер назвал открытый им элемент в честь своего отечества – Германий .



Аргироди

T

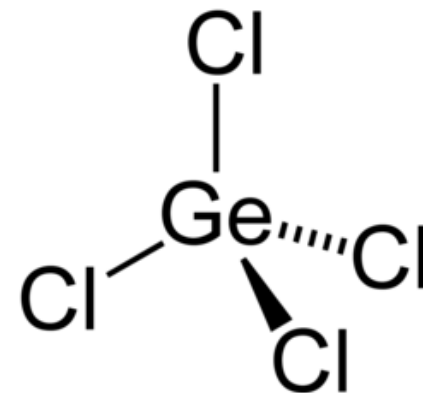


Германит



Германий концентрируется в месторождениях многих металлов — в сульфидных рудах цветных металлов, в железных рудах, в некоторых окисных минералах (хромите, магнетите, рутиле и др.), в гранитах, диабазе и базальтах.

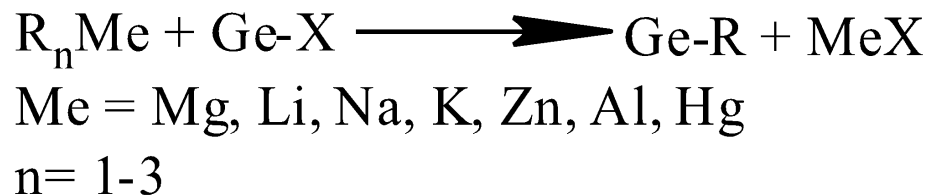
Оксид  $\text{GeO}$  – темно – серый порошок, плохо растворим в воде и легко – в кислотах с образованием солей двухвалентного германия.  
Диоксид  $\text{GeO}_2$  известен в различных кристаллических монофигурациях.  
 $\text{GeCl}_4$  – бесцветная тяжелая жидкость, дымящая на воздухе



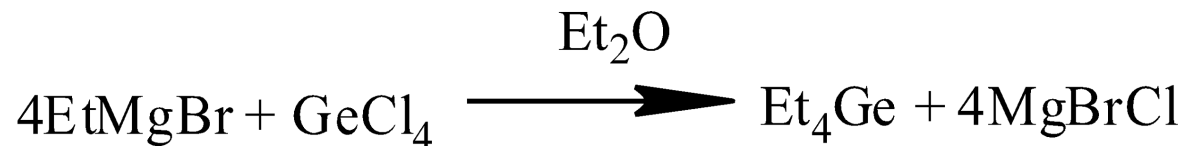
- **Синтез органических производных германия** осуществляют, исходя из металлического германия и его неорганических соединений – диоксида  $\text{GeO}_2$ , тетра – и тригалогенидов ( $\text{GeHal}_4$  и  $\text{HGeHal}_3$ ) и производного двухвалентного германия – дигалогенида германия  $\text{GeHal}_2$ .
- Основные классы производных германия, которые схожи с производными кремния:
- Галогениды и гидридгалогениды германия;
- Органогидридгерманы  $\text{H}_n \text{GeR}_{4-n}$ ;
- Органогалогенгерманы  $\text{R}_n \text{GeHal}_{4-n}$
- Алкокси-производные германия;
- Карбофункциональные германийорганические соединения;

## Методы получения органических производных германия.

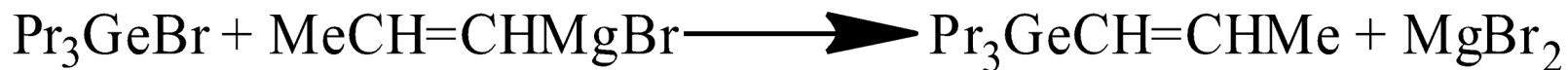
Большинство металлоорганических соединений получают из других металлоорганических соединений и производные германия не представляют исключения:



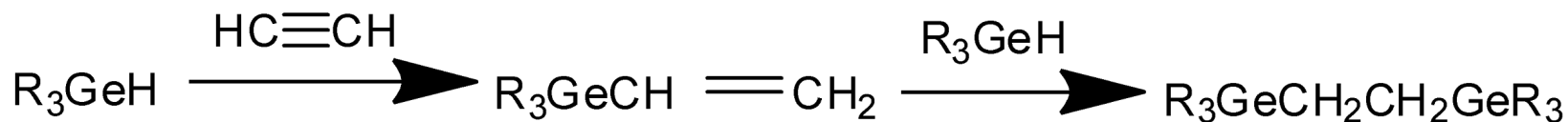
Многие тетраалкилгерманы были успешно синтезированы с использованием реактивов Гриньяра:



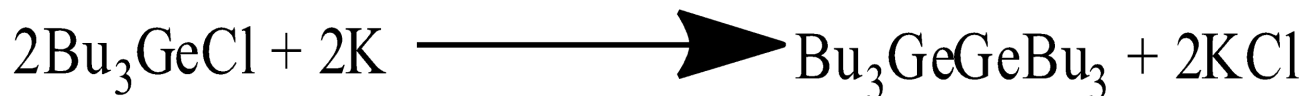
Реактивы Гриньяра широко используют и для получения несимметричных производных германия:



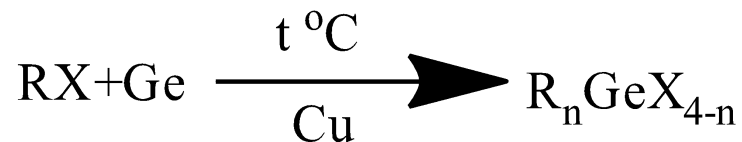
Тетраалкилгерманы могут быть получены присоединением гидридов германия к соединениям с кратными связями:



Гексаалкилдигерманы можно получить взаимодействием алкилгерманий галогенидов с щелочными металлами:



Прямой синтез заключается в нагревании германия с алкилгалогенидами в присутствии медного катализатора:

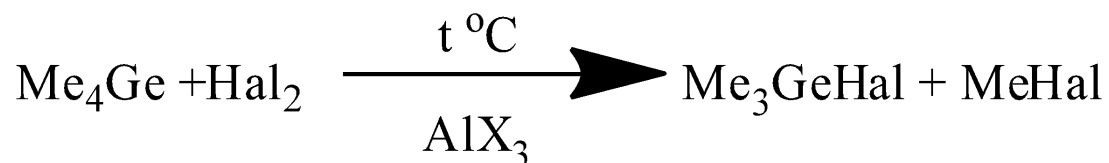




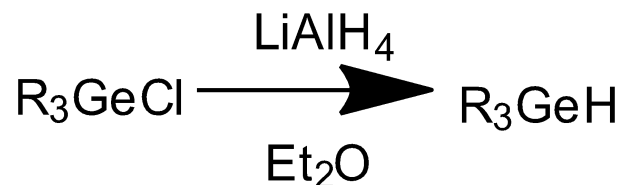
Действия металлоорганических соединений (соединений магния, цинка, лития, натрия, ртути и др.) на  $\text{GeHal}_4$  позволяет получить органогалогенгерманы различного состава:



Галогензамещенные германийорганические соединения могут быть получены путем разрыва связей Ge - C под действием галогенов:



Наиболее предпочтительным методом получения германийорганических гидридов  $\text{R}_n\text{GeH}_{4-n}$  является восстановление соответствующих галогенидов алюмогидридом лития:



# Химические свойства

**Германий реагирует с кислотами:**

- $\text{Ge} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} = \text{Ge}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{SO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ,
- $\text{Ge} + 6\text{HF} = \text{H}_2[\text{GeF}_6] + 2\text{H}_2\uparrow$ ,
- $\text{Ge} + 4\text{HNO}_{3(\text{конц})} = \text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

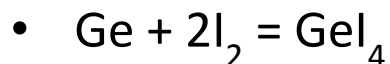
**С царской водкой:**

- $\text{Ge} + 4\text{HNO}_3 + 12\text{HCl} = \text{GeCl}_4 + 4\text{NO}\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

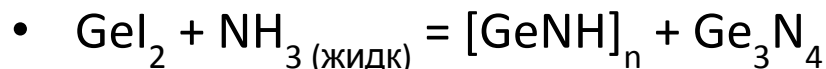
**С растворами щелочей:**

- $\text{Ge} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O}_2 = \text{Na}_2[\text{Ge}(\text{OH})_6]$

При нагревании на воздухе до 700 °C Ge загорается при температуре образуется диоксид германия  $\text{GeO}_2$ . Ge легко взаимодействует с галогенами и серой:

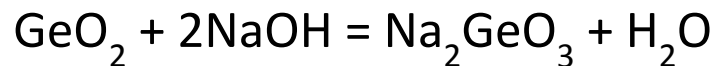


С водородом, азотом, углеродом германий непосредственно в реакции не вступает, соединения с этими элементами получают косвенным путем. Например, нитрид  $\text{Ge}_3\text{N}_4$  образуется при растворении диiodида германия  $\text{GeI}_2$  в жидком аммиаке:

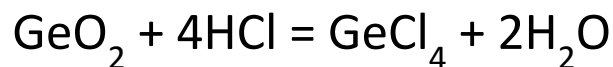


Оксид германия (IV)  $\text{GeO}_2$ , — белое кристаллическое вещество, существующее в двух модификациях. Одна из модификаций частично растворима в воде с образование сложных германиевых кислот. Проявляет амфотерные свойства.

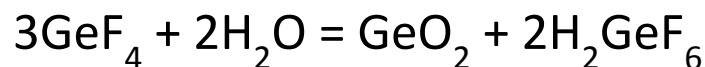
С щелочами  $\text{GeO}_2$  взаимодействует как кислотный оксид:



$\text{GeO}_2$  взаимодействует с кислотами:



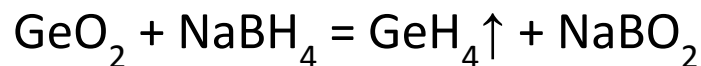
Тетрагалогениды Ge — неполярные соединения, легко гидролизующиеся водой.



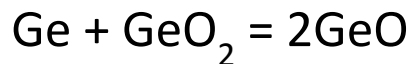
или термическим разложением:



Моногерман получают восстановлением диоксида германия  $\text{GeO}_2$  борогидридом натрия  $\text{NaBH}_4$ :



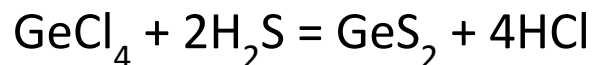
Очень неустойчивый монооксид  $\text{GeO}$  образуется при умеренном нагревании смеси германия и диоксида  $\text{GeO}_2$ :



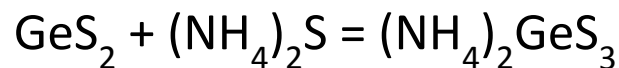
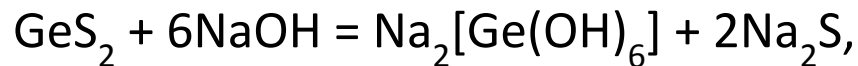
Соединения  $\text{Ge}$  (II) легко диспропорционируют с выделением  $\text{Ge}$ :



Дисульфид германия  $\text{GeS}_2$  — белое аморфное или кристаллическое вещество, получается осаждением  $\text{H}_2\text{S}$  из кислых растворов  $\text{GeCl}_4$ :



$\text{GeS}_2$  растворяется в щелочах и сульфидах аммония или щелочных металлов:



# Практическое использование германия и германийорганических соединений

