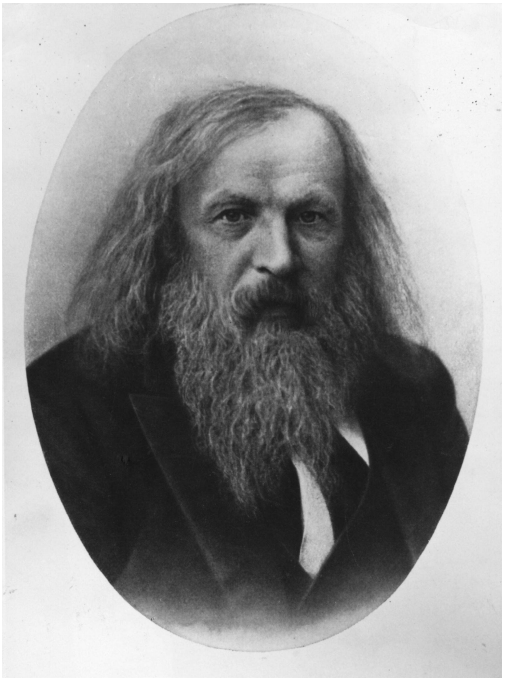
Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский технологический университет
Институт тонких химических технологий

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.

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



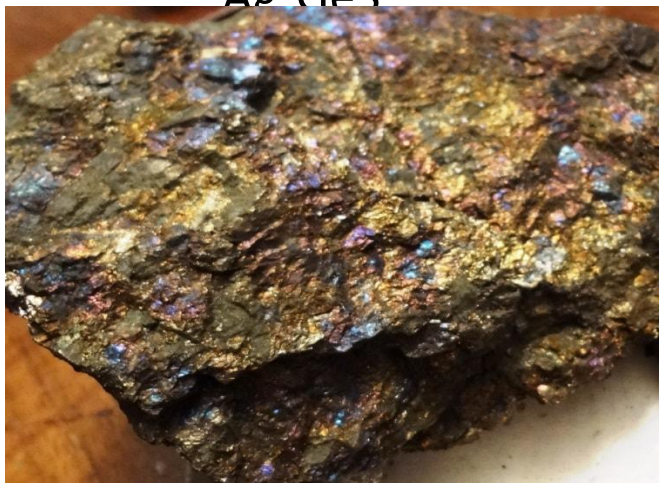
Существование и свойства Германия предсказал в 1871 году Д. И. Менделеев и назвал этот неизвестный еще элемент – «Экасилицием» из-за близости свойств его с кремнием.

В 1886 году немецкий химик К. Винклер, исследуя минерал серебра – аргиродит Ag_8GeS_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 .

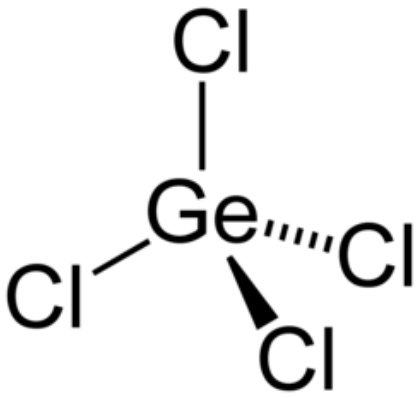
Аргироди
т
Ag_8GeS_6

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, диабазах и базальтах.



Германит
$Cu_{26}Ge_4Fe_4S_{32}$

Оксид GeO – темно – серый порошок, плохо растворим в воде и легко – в кислотах с образованием солей двухвалентного германия. Диоксид GeO_2 известен в различных кристаллических монофигурациях.
$GeCl_4$ – бесцветная тяжелая жидкость, дымящая на воздухе



- **Синтез органических производных германия** осуществляют, исходя из металлического германия и его неорганических соединений – диоксида GeO_2, тетра – и тригалогенидов ($GeHal_4$ и $HGeHal_3$) и производного двухвалентного германия – дигалогенида германия $GeHal_2$.
- Основные классы производных германия, которые схожи с производными кремния:
- Галогениды и гидридгалогениды германия;
- Органогидридгерманы H_nGeR_{4-n};
- Органогалогенгерманы R_nGeHal_{4-n}
- Алкокси-производные германия;
- Карбофункциональные германийорганические соединения;

Методы получения органических производных германия.

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

$$R_nMe + Ge\text{-}X \longrightarrow Ge\text{-}R + MeX$$

Me = Mg, Li, Na, K, Zn, Al, Hg

n= 1-3

Многие тетраалкилгерманы были успешно синтезированы с использованием реактивов Гриньяра:

$$4EtMgBr + GeCl_4 \xrightarrow{Et_2O} Et_4Ge + 4MgBrCl$$

Реактивы Гриньяра широко используют и для получения несимметричных производных германия:

$$Pr_3GeBr + MeCH{=}CHMgBr \longrightarrow Pr_3GeCH{=}CHMe + MgBr_2$$

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

$$R_3GeH \xrightarrow{HC\equiv CH} R_3GeCH{=}CH_2 \xrightarrow{R_3GeH} R_3GeCH_2CH_2GeR_3$$

Гексаалкилдигерманы можно получить взаимодействием алкилгерманий галогенидов с щелочными металлами:

$$2Bu_3GeCl + 2K \longrightarrow Bu_3GeGeBu_3 + 2KCl$$

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

$$RX + Ge \xrightarrow[Cu]{t\ ^oC} R_nGeX_{4-n}$$

Действия металлоорганических соединений (соединений магния, цинка, лития, натрия, ртути и др.) на $GeHal_4$ позволяет получить органогалогенгерманы различного состава:

$$GeHal_4 + RMgX \longrightarrow R_nGeHal_{4-1} + MgX_2 + MgHal_2$$

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

$$Me_4Ge + Hal_2 \xrightarrow[AlX_3]{t\ ^oC} Me_3GeHal + MeHal$$

Наиболее предпочтительным методом получения германийорганических гидридов R_nGeH_{4-n} является восстановление соотвествующих галогенидов алюмогидридом лития:

$$R_3GeCl \xrightarrow[Et_2O]{LiAlH_4} R_3GeH$$

Химические свойства

Германий реагирует с кислотами:

- $Ge + H_2SO_{4\ (конц)} = Ge(SO_4)_2 + 2SO_2\uparrow + 4H_2O$,
- $Ge + 6HF = H_2[GeF_6] + 2H_2\uparrow$,
- $Ge + 4HNO_{3\ (конц)} = H_2GeO_3 + 4NO_2\uparrow + 2H_2O$

С царской водкой:

- $Ge + 4HNO_3 + 12HCl = GeCl_4 + 4NO\uparrow + 8H_2O$

С растворами щелочей:

- $Ge + 2NaOH + 2H_2O_2 = Na_2[Ge(OH)_6]$

При нагревании на воздухе до 700 °С Ge загорается при температуре образуется диоксид германия GeO_2. Ge легко взаимодействует с галогенами и серой:

- $Ge + 2I_2 = GeI_4$

С водородом, азотом, углеродом германий непосредственно в реакции не вступает, соединения с этими элементами получают косвенным путем. Например, нитрид Ge_3N_4 образуется при растворении дииодида германия GeI_2 в жидком аммиаке:

- $GeI_2 + NH_{3\ (жидк)} = [GeNH]_n + Ge_3N_4$

Оксид германия (IV) 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 GeO_2 взаимодействует как кислотный оксид:

$$GeO_2 + 2NaOH = Na_2GeO_3 + H_2O$$

GeO_2 взаимодействует с кислотами:

$$GeO_2 + 4HCl = GeCl_4 + 2H_2O$$

Тетрагалогениды Ge — неполярные соединения, легко гидролизующиеся водой.

$$3GeF_4 + 2H_2O = GeO_2 + 2H_2GeF_6$$

или термическим разложением:

$$BaGeF_6 = GeF_4 + BaF_2$$

Моногерман получают восстановлением диоксида германия GeO_2 борогидридом натрия $NaBH_4$:

$$GeO_2 + NaBH_4 = GeH_4\uparrow + NaBO_2$$

Очень неустойчивый монооксид GeO образуется при умеренном нагревании смеси германия и диоксида GeO_2:

$$Ge + GeO_2 = 2GeO$$

Соединения Ge (II) легко диспропорционируют с выделением Ge:

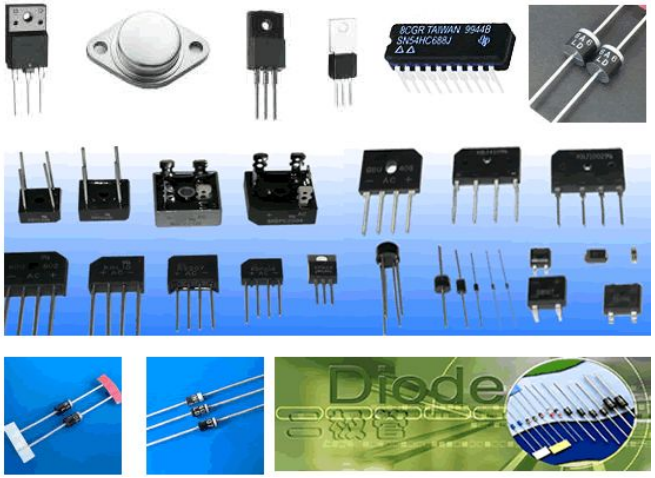
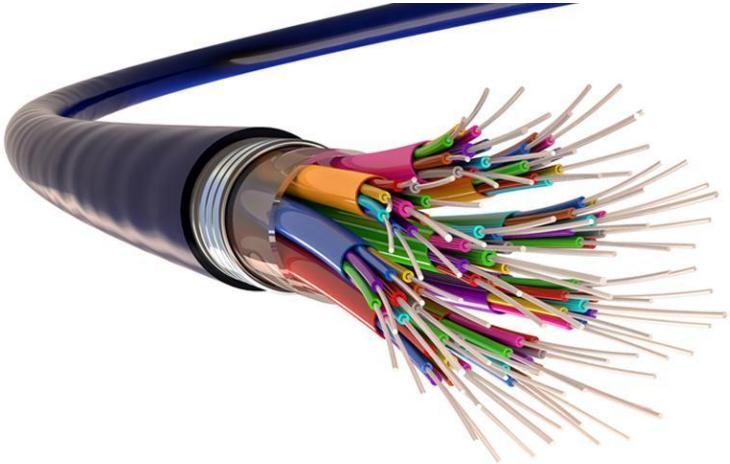
$$2GeCl_2 = Ge + GeCl_4$$

Дисульфид германия GeS_2 — белое аморфное или кристаллическое вещество, получается осаждением H_2S из кислых растворов $GeCl_4$:

$$GeCl_4 + 2H_2S = GeS_2 + 4HCl$$

GeS_2 растворяется в щелочах и сульфидах аммония или щелочных металлов:

$$GeS_2 + 6NaOH = Na_2[Ge(OH)_6] + 2Na_2S,$$

$$GeS_2 + (NH_4)_2S = (NH_4)_2GeS_3$$

Практическое использование германия и германийорганических соединений