

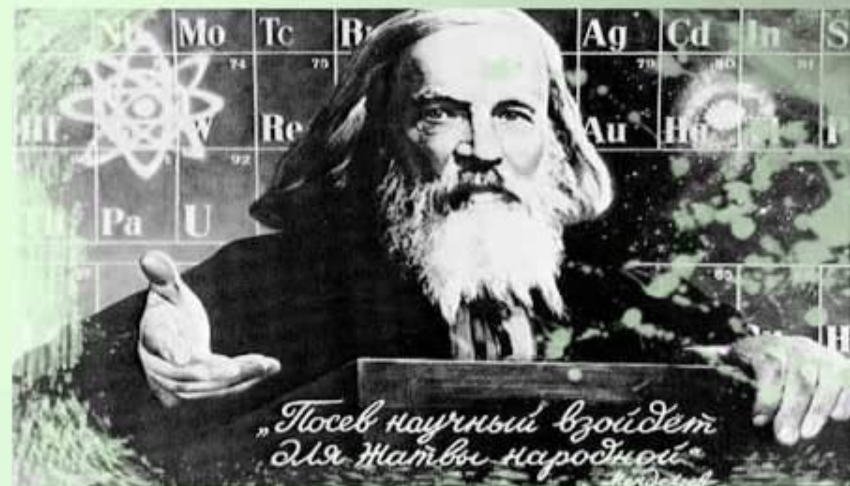
# Алюминий



|                                    |        |         |
|------------------------------------|--------|---------|
| 6                                  | 8      |         |
| 9                                  |        |         |
| 7                                  | 10     | Fr      |
| ВЫСШИЕ<br>ОКСИДЫ                   | $K_2O$ | $Rb_2O$ |
| ЛЕГКИЕ<br>ОДНОРОДНЫЕ<br>СОЕДИНЕНИЯ |        |         |

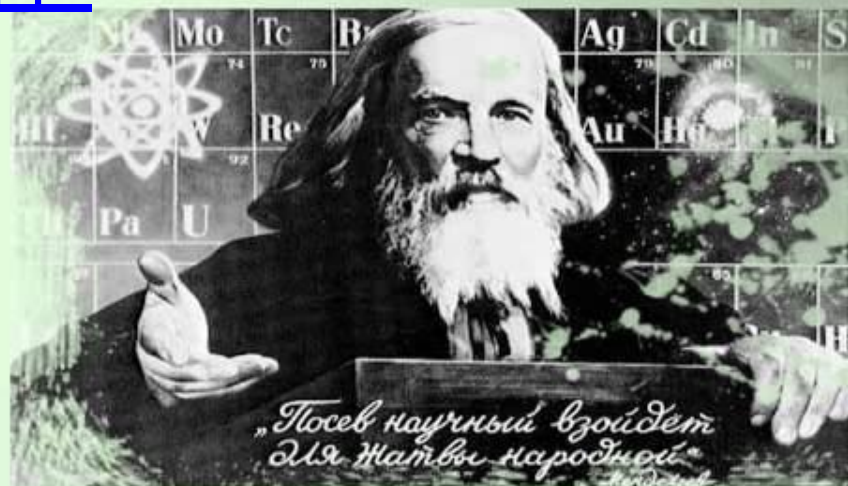
|                            |                          |                               |                           |                             |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 57 La<br>ЛАНТАН<br>138,906 | 58 Ce<br>ЦЕРИЙ<br>140,12 | 59 Pr<br>ПРАЗЕОДИМ<br>140,908 | 60 Nd<br>НЕОДИМ<br>144,24 | 61 Pm<br>ПРОМЕТТИЙ<br>(145) |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|

|                  |                |                      |              |                   |                   |
|------------------|----------------|----------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| 89 Ac<br>АКТИНИЙ | 90 Th<br>ТОРИЙ | 91 Pa<br>ПРОТАКТИНИЙ | 92 U<br>УРАН | 93 Np<br>НЕПТУНИЙ | 94 Pu<br>ПУМПИНИЙ |
|------------------|----------------|----------------------|--------------|-------------------|-------------------|



# Структура презентации

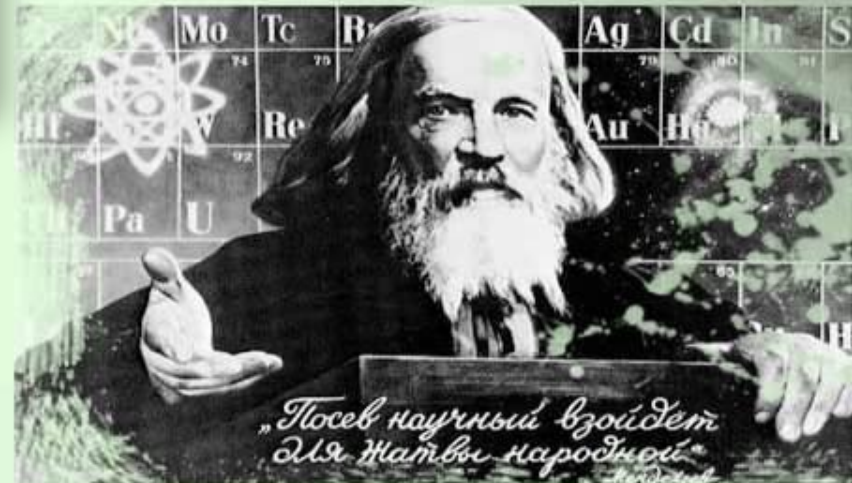
1. Положение в таблице
2. Получение
3. Физические свойства
4. Химические свойства
5. Нахождение в природе
6. Производство
7. Применение



# Положение в таблице

**Алюминий** — элемент главной подгруппы третьей группы третьего периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, атомный номер 13. Обозначается символом **Al** (от лат. *Aluminium*). Относится к группе легких металлов. Наиболее распространённый металл и третий по распространённости (после кислорода и кремния) химический элемент.

|     |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
|-----|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1   |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 2   |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 3   | Be<br>БЕРИЛЛИЙ<br>9,0122 | B<br>БОРО<br>10,811      | C<br>УГЛЕРОД<br>12,011  | N<br>АЗОТ<br>14,007     | O<br>КИСЛОРОД<br>15,999 | F<br>ФТОР<br>18,998      | Ne<br>НЕОН<br>20,180   |
| 4   |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 5   |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 6   |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 7   |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 8   |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 9   |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 10  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 11  | Mg<br>МАГНИЙ<br>24,312   | Al<br>АЛЮМИНИЙ<br>26,982 | Si<br>КРЕМНИЙ<br>28,086 | P<br>ФОСФОР<br>30,974   | S<br>СЕРНИЙ<br>32,06    | Cl<br>ХЛОРОД<br>35,45    | Ar<br>АРГОН<br>39,948  |
| 12  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 13  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 14  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 15  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 16  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 17  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 18  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 19  | Ca<br>КАЛЬЦИЙ<br>40,08   | Sc<br>СКАНДИЙ<br>44,956  | Ti<br>ТИТАН<br>47,867   | V<br>ВАНАДИЙ<br>50,942  | Cr<br>ХРОМ<br>51,996    | Mn<br>МАРГАНЕЦ<br>54,938 | Fe<br>ЖЕЛЕЗО<br>55,845 |
| 20  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 21  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 22  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 23  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 24  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 25  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 26  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 27  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 28  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 29  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 30  | Cu<br>МЕДИ<br>63,546     | Zn<br>ЦИНК<br>65,38      | Ga<br>ГАЛЛИЙ<br>69,723  | Ge<br>ГЕРМАНИЙ<br>72,63 | As<br>АРСЕН<br>74,922   | Se<br>СЕЛЕН<br>78,96     | Br<br>БРОМ<br>79,904   |
| 31  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 32  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 33  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 34  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 35  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 36  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 37  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 38  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 39  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 40  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 41  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 42  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 43  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 44  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 45  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 46  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 47  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 48  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 49  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 50  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 51  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 52  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 53  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 54  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 55  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 56  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 57  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 58  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 59  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 60  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 61  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 62  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 63  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 64  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 65  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 66  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 67  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 68  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 69  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 70  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 71  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 72  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 73  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 74  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 75  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 76  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 77  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 78  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 79  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 80  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 81  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 82  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 83  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 84  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 85  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 86  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 87  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 88  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 89  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 90  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 91  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 92  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 93  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 94  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 95  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 96  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 97  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 98  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 99  |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 100 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 101 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 102 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 103 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 104 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 105 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 106 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 107 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 108 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 109 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 110 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 111 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 112 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 113 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 114 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 115 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 116 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 117 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 118 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 119 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |
| 120 |                          |                          |                         |                         |                         |                          |                        |





# Получение

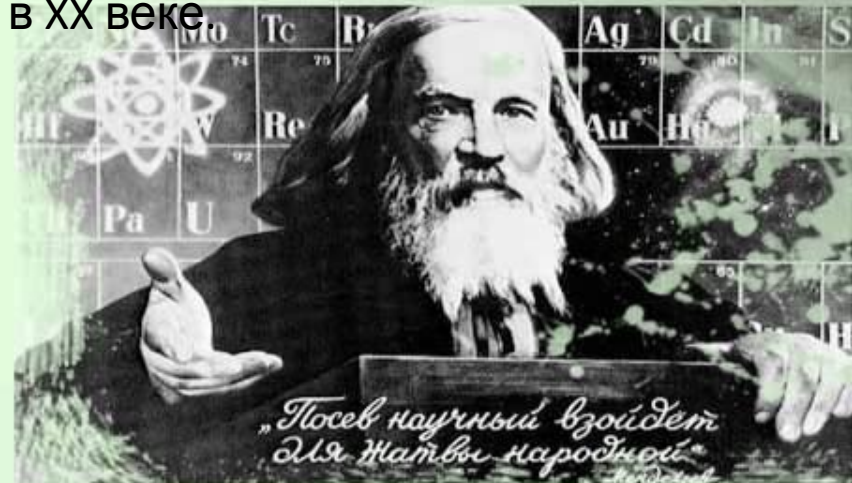
Интересно:

Для производства 1 т алюминия черногого требуется 1,920 т глинозёма, 0,065 т криолита, 0,035 т фторида алюминия, 0,600 т анодной массы и 17 тыс. кВт·ч электроэнергии постоянного тока.

Впервые алюминий был получен Гансом Эрстедом в 1825 году действием амальгамы калия на хлорид алюминия с последующей отгонкой ртути.

## Получение

Современный метод получения был разработан независимо американцем Чарльзом Холлом и французом Полем Эру в 1886 году. Он заключается в растворении оксида алюминия  $Al_2O_3$  в расплаве криолита  $Na_3AlF_6$  с последующим электролизом с использованием графитовых электродов. Такой метод получения требует больших затрат электроэнергии, и поэтому оказался востребован только в XX веке.



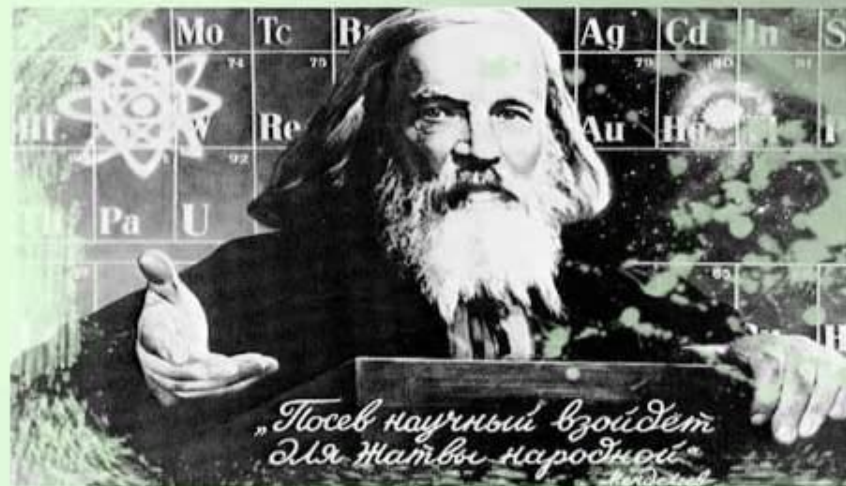
# Физические свойства

Металл серебристо-белого цвета, лёгкий, плотность —  $2,7 \text{ г/см}^3$ , температура плавления у технического алюминия —  $658 \text{ }^\circ\text{C}$ , у алюминия высокой чистоты —  $660 \text{ }^\circ\text{C}$ , удельная теплота плавления —  $390 \text{ кДж/кг}$ , температура кипения —  $2500 \text{ }^\circ\text{C}$ , удельная теплота испарения —  $10,53 \text{ МДж/кг}$ , временное сопротивление литого алюминия —  $10\text{-}12 \text{ кг/мм}^2$ , деформируемого —  $18\text{-}25 \text{ кг/мм}^2$ , сплавов —  $38\text{-}42 \text{ кг/мм}^2$ .

Твёрдость по Бринеллю —  $24\text{-}32 \text{ кгс/мм}^2$ , высокая пластичность: у технического —  $35 \%$ , у чистого —  $50 \%$ , прокатывается в тонкий лист и даже фольгу.

Алюминий обладает высокой электропроводностью ( $0,0265 \text{ мОм}\cdot\text{м}$ ) и теплопроводностью ( $1,24\cdot 10^{-3} \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$ ),  $65 \%$  от электропроводности меди, обладает высокой светоотражательной способностью. Слабый парамагнетик. Температурный коэффициент линейного расширения  $24,58\cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  ( $20\text{-}200 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Алюминий образует сплавы почти со всеми металлами. Наиболее известны сплавы с медью и магнием (дюралюминий) и кремнием (силумин).



# Химические свойства

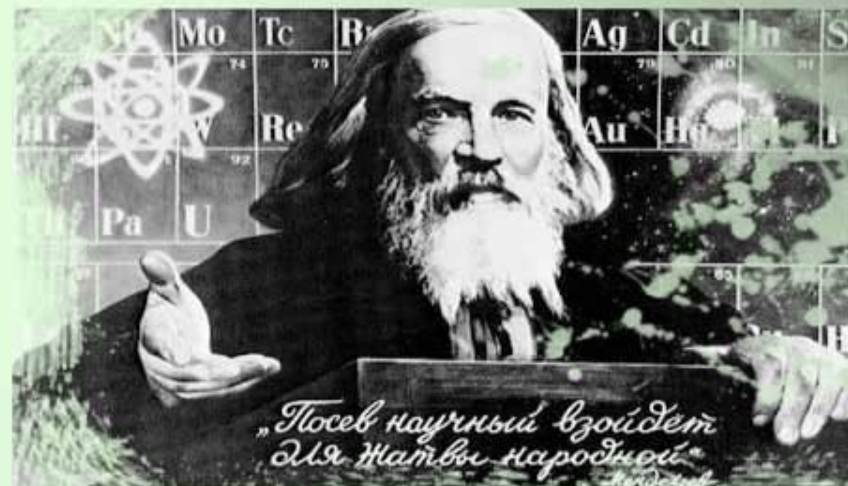
При нормальных условиях алюминий покрыт тонкой и прочной оксидной плёнкой и потому не реагирует с классическими окислителями: с  $\text{H}_2\text{O}$  ( $t^\circ$ );  $\text{O}_2$ ,  $\text{HNO}_3$  (без нагревания). Благодаря этому алюминий практически не подвержен коррозии и потому широко востребован современной индустрией. Однако при разрушении оксидной плёнки (например, при контакте с растворами солей аммония  $\text{NH}_4^+$ , горячими щелочами или в результате амальгамирования), алюминий выступает как активный металл-восстановитель.

- Легко реагирует с простыми веществами: кислородом, галогенами.
- С другими неметаллами реагирует при нагревании с: серой, азотом, углеродом.
- Со сложными веществами с: водой, щелочами

|                                     |                      |              |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|
| 6                                   | 8                    |              |
| 7                                   | 10                   | Fr           |
| ВЫСШИЕ<br>ОКСИДЫ                    | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{RaO}$ |
| ЛЕГКИЕ<br>ОДНОАТОМНЫЕ<br>СОЕДИНЕНИЯ |                      |              |

|                            |                          |                               |                           |                             |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 57 La<br>ЛАНТАН<br>138,905 | 58 Ce<br>ЦЕРИЙ<br>140,12 | 59 Pr<br>ПРАЗЕОДИМ<br>140,908 | 60 Nd<br>НЕОДИМ<br>144,24 | 61 Pm<br>ПРОМЕТТИЙ<br>(145) |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|

|       |       |       |      |       |       |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 89 Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | 93 Np | 94 Pu |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|





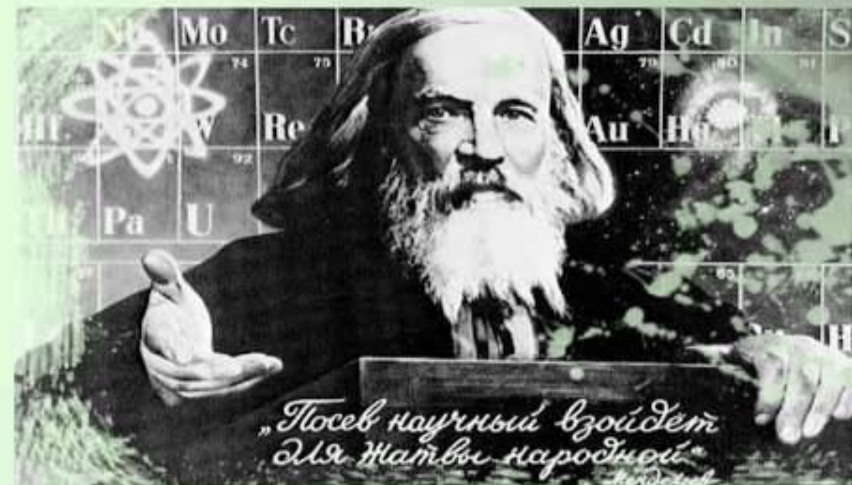
# Нахождение в природе

Природный алюминий состоит практически полностью из единственного стабильного изотопа  $^{27}\text{Al}$  со следами  $^{26}\text{Al}$ , радиоактивного изотопа с периодом полураспада 720 тыс. лет, образующегося в атмосфере при бомбардировке ядер аргона протонами космических лучей.

По распространённости в природе занимает 1-е среди металлов и 3-е место среди элементов, уступая только кислороду и кремнию. Процент содержания алюминия в земной коре по данным различных исследователей составляет от 7,45 до 8,14 % от массы земной коры.

В природе алюминий в связи с высокой химической активностью встречается почти исключительно в виде соединений. Некоторые из них:

1. Бокситы —  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (с примесями  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ )
2. Нефелины —  $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$
3. Алуныты —  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3$
4. Корунд —  $\text{Al}_2\text{O}_3$
5. Полевой шпат (ортоклаз) —  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
6. Каолинит —  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
7. Алунит —  $(\text{Na},\text{K})_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3$
8. Берилл —  $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
9. В природных водах алюминий содержится в виде малотоксичных химических соединений, например,
10. фторида алюминия. Вид катиона или аниона зависит,
11. Глинозёмы (смеси каолинов с песком  $\text{SiO}_2$ , известняком  $\text{CaCO}_3$ ,
12. магнезитом  $\text{MgCO}_3$ )
13. Тем не менее, в некоторых специфических восстановительных условиях возможно образование самородного алюминия.
14. в первую очередь, от кислотности водной среды. Концентрации алюминия в поверхностных водных объектах России колеблются от 0,001 до 10 мг/л.



# Производство

## Теория первая

К императору Тиберию (42 год до н. э. — 37 год н. э.) пришел один ювелир и показал ему тарелку сделанную из Al. Ювелир сказал, что только он знает способ создания такого металла из глины. Император испугался, что этот металл может обесценить золото и серебро. Поэтому приказал казнить ювелира.

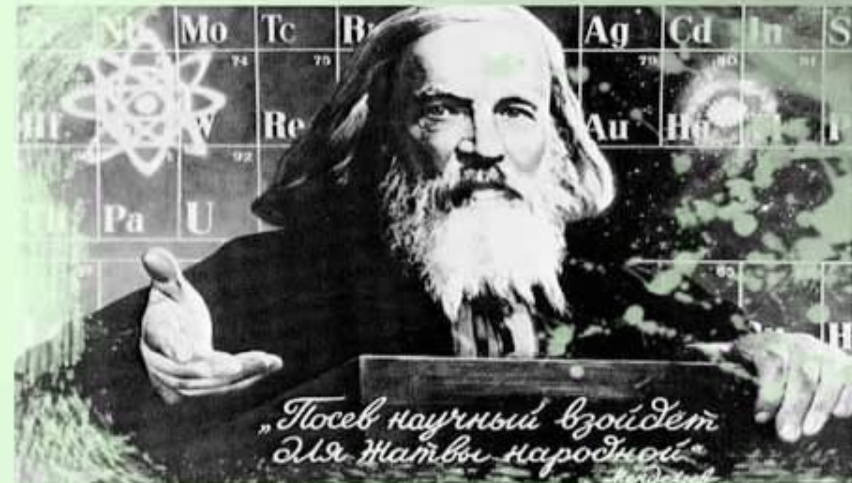
## Теория вторая

Лишь почти через 2000 лет — в 1825 году, датский физик Ханс Христиан Эрстед получил несколько миллиграммов металлического алюминия, а в 1827 году Фридрих Вёлер смог выделить крупинки алюминия, которые, однако, на воздухе немедленно покрывались тончайшей пленкой оксида алюминия.

До конца XIX века алюминий в промышленных масштабах не производился.

## Теория третья

Только в 1854 году Анри Сент-Клер Девиль изобрёл первый способ промышленного производства алюминия, основанный на вытеснении алюминия металлическим натрием из двойного хлорида натрия и алюминия  $\text{NaCl} \cdot \text{AlCl}_3$ . В 1855 году был получен первый слиток металла массой 6—8 кг. За 36 лет применения, с 1855 по 1890 год, способом Сент-Клер Девиля было получено 200 тонн металлического алюминия. В 1856 году он же получил алюминий электролизом расплава хлорида натрия-алюминия.



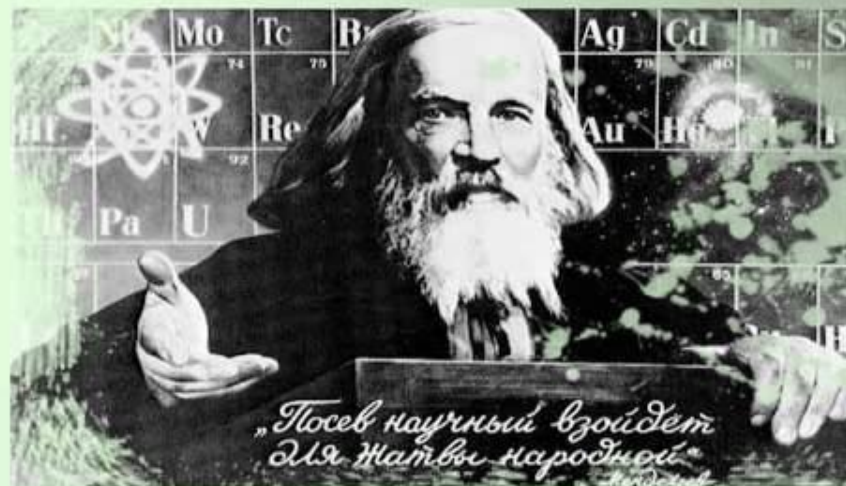


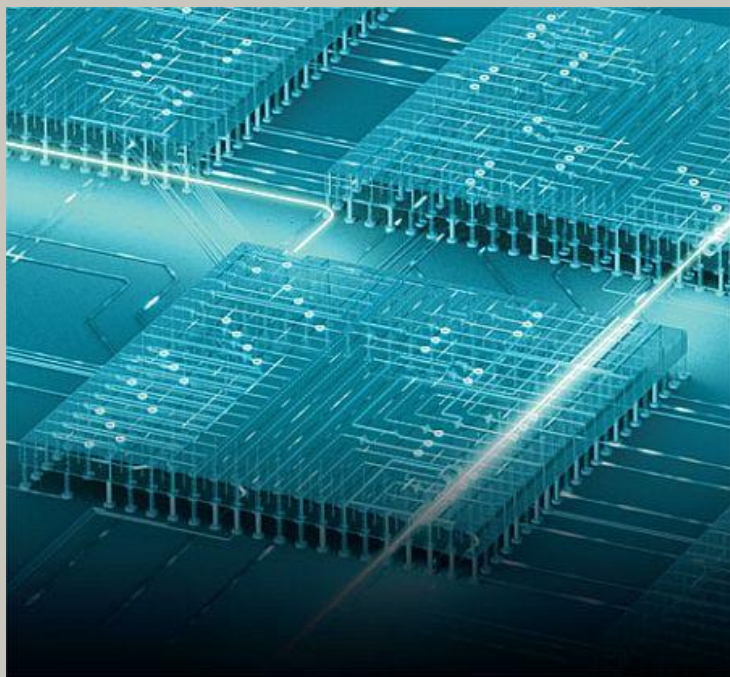
# Применение

Широко применяется как конструкционный материал. Основные достоинства алюминия в этом качестве — лёгкость, податливость штамповке, коррозионная стойкость (на воздухе алюминий мгновенно покрывается прочной плёнкой  $Al_2O_3$ , которая препятствует его дальнейшему окислению), высокая теплопроводность, неядовитость его соединений. В частности, эти свойства сделали алюминий чрезвычайно популярным при производстве кухонной посуды, алюминиевой фольги в пищевой промышленности и для упаковки. Высокий коэффициент отражения в сочетании с дешёвизной и лёгкостью напыления делает алюминий идеальным материалом для изготовления в строительстве строительных материалов как газообразующий агент.

Алитированием придают коррозионную и окислительную стойкость стальным и другим сплавам, например клапанам поршневых ДВС, лопаткам турбин, нефтяным платформам, теплообменной аппаратуре, а также заменяют цинкование. Сульфид алюминия используется для производства сероводорода.

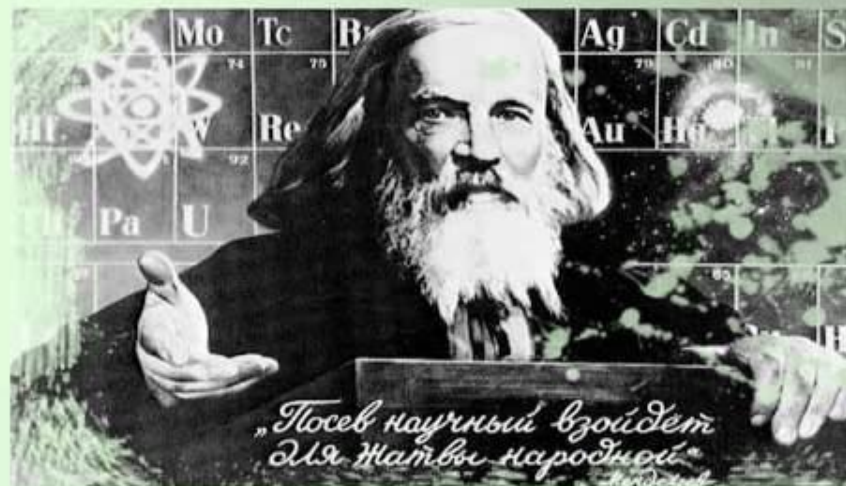
Идут исследования по разработке пенящегося алюминия как особо прочного и лёгкого материала.





Электропроводность алюминия всего в 1,7 раза меньше, чем у меди, при этом алюминий приблизительно в 2 раза дешевле. Поэтому он широко применяется в электротехнике для изготовления проводов, их экранирования и даже в микроэлектронике при изготовлении проводников в чипах.

Меньшую электропроводность алюминия (37 1/ом) по сравнению с медью (63 1/ом) компенсируют увеличением сечения алюминиевых проводников. Недостатком алюминия как электротехнического материала является наличие прочной оксидной плёнки, затрудняющей пайку.





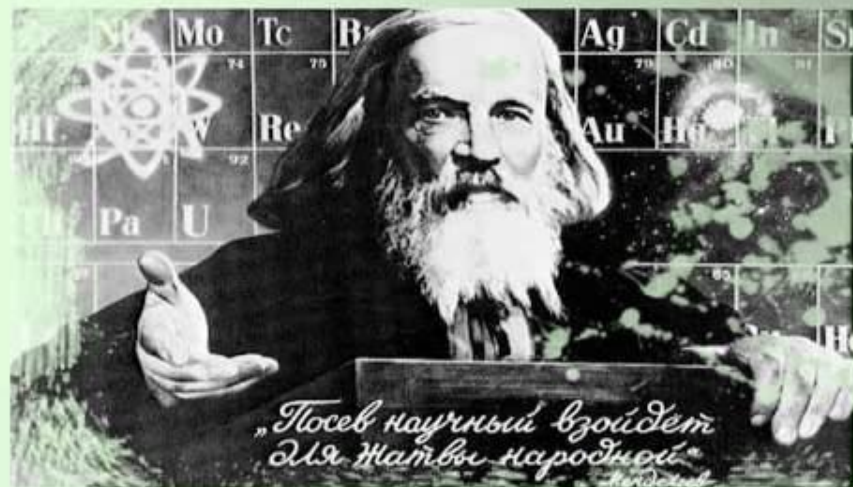
Основной недостаток алюминия как конструкционного материала — малая прочность, поэтому его обычно сплавляют с небольшим количеством меди и магния (сплав называется дюралюминий). Благодаря комплексу свойств широко распространён в тепловом оборудовании. Алюминий и его сплавы сохраняют прочность при сверхнизких температурах. Благодаря этому он широко используется в криогенной технике.



|                                     |        |         |
|-------------------------------------|--------|---------|
| 6                                   | 8      |         |
|                                     | 9      |         |
| 7                                   | 10     | Fr      |
| ВЫСШИЕ<br>ОКСИДЫ                    | $K_2O$ | $Rb_2O$ |
| ЛЕГКИЕ<br>ОДНОАТОМНЫЕ<br>СОЕДИНЕНИЯ |        |         |

|                            |                          |                              |                           |                             |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 57 La<br>ЛАНТАН<br>138,905 | 58 Ce<br>ЦЕРИЙ<br>140,12 | 59 Pr<br>ПРАЗОДИЙ<br>140,908 | 60 Nd<br>НЕОДИМ<br>144,24 | 61 Pm<br>ПРОМЕТТИЙ<br>(145) |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|

|       |       |       |      |       |       |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 89 Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | 93 Np | 94 Pu |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|





Высокий коэффициент отражения в сочетании с дешевизной и лёгкостью напыления делает алюминий идеальным материалом для изготовления зеркал.

