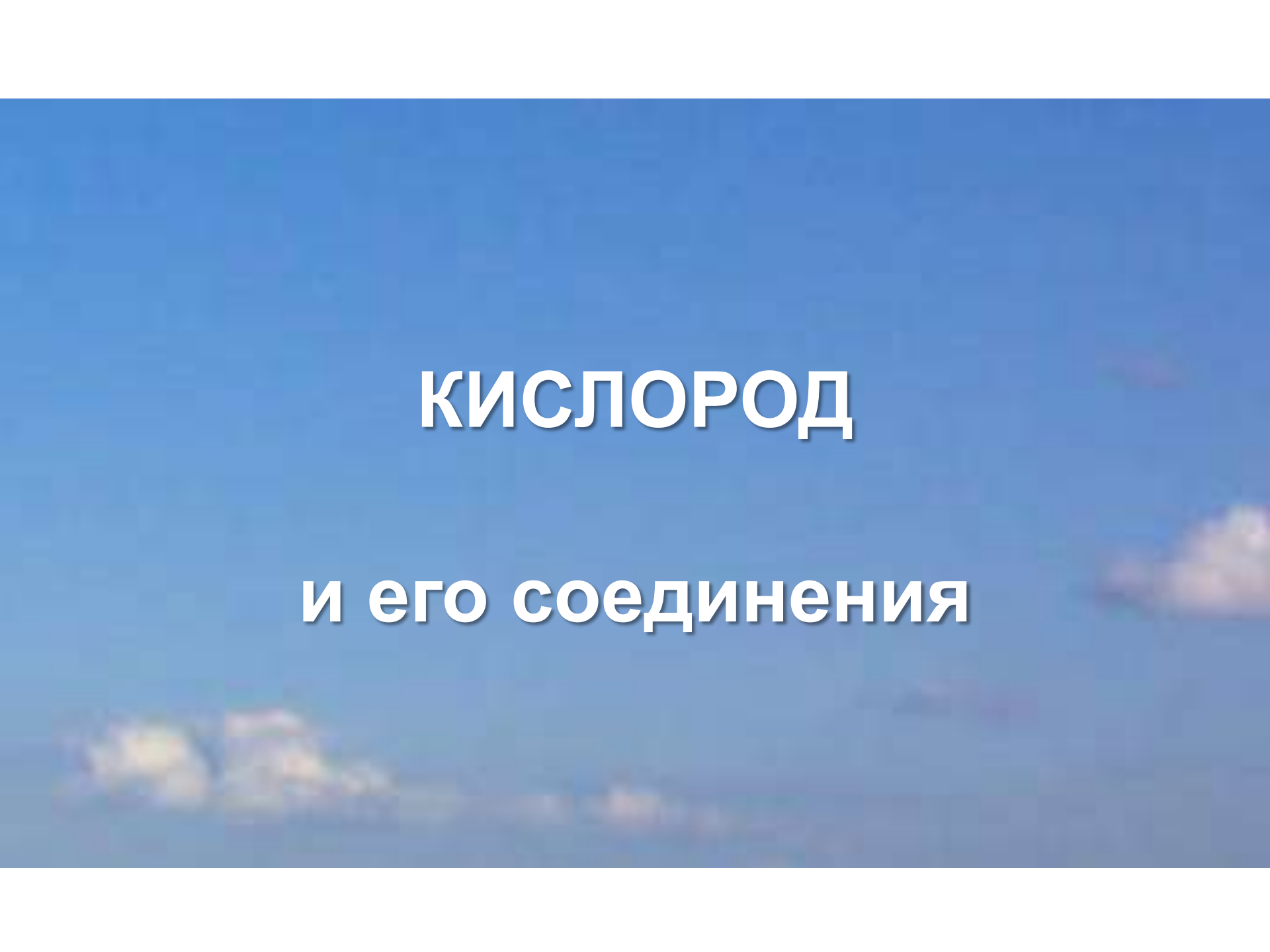




КИСЛОРОД

и его соединения

Распространение

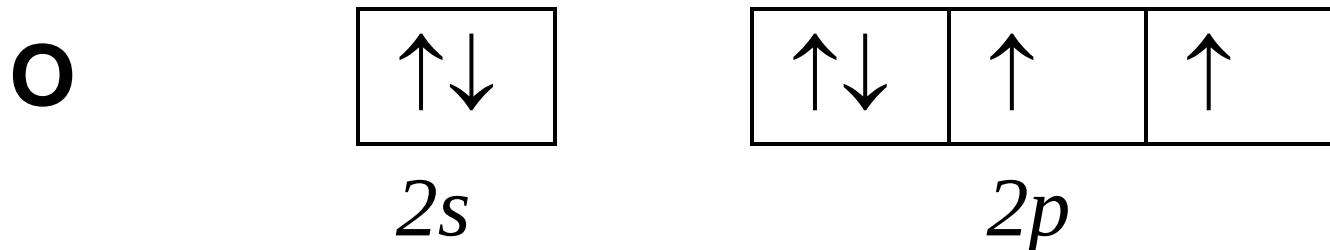
- Солнце: 3-е место
- Земная кора: 47%, 1-е место
- Земная атмосфера: 21%, 2-е место
- Изотопный состав:



^{16}O 99,76%, ^{17}O 0,04%, ^{18}O 0,2%

Почему атомная масса O 15,9994?

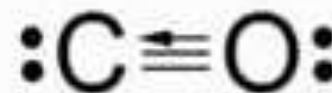
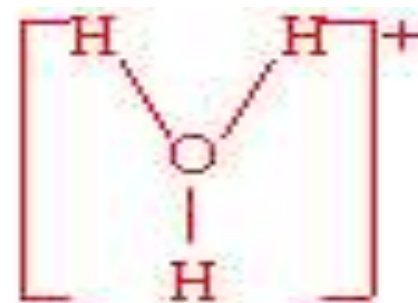
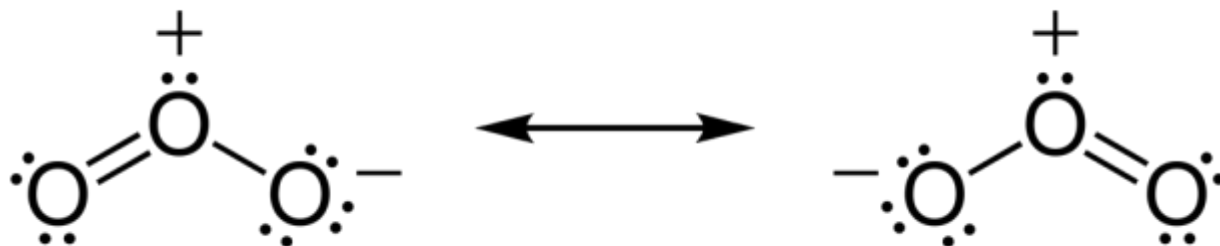
Строение атома и валентные возможности



Максимальное число связей по обменному механизму? Степени окисления?



Максимальное число связей?



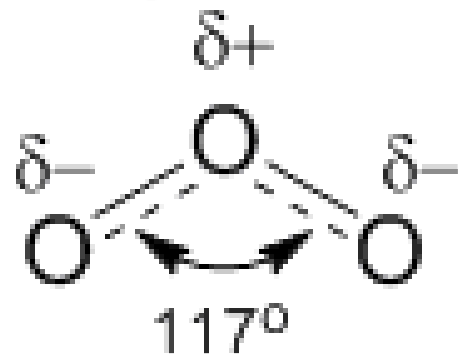
Простые вещества (физические свойства)

Строение молекулы O_2



Строение

молекулы O_3



- Полярность? → Кислород $-180^{\circ}C$, озон $-112^{\circ}C$
- $T_{\text{кип}}$? → Кислород 5V/100V H_2O , озон 50 V/100V H_2O
- Растворимость? → Кислород б/ц, ж. - голубой, озон голубоват., ж. – сине-фиол.
- Цвет? → Кислород нет, озон да
- Запах? → Кислород нет, озон да

Жидкие кислород и озон

<http://spacegid.com/wp-content/uploads/2016/01/Fioletovyy-zhidkiy-ozon-i-siniy-kislород-pri-temperature-768x576.jpg>



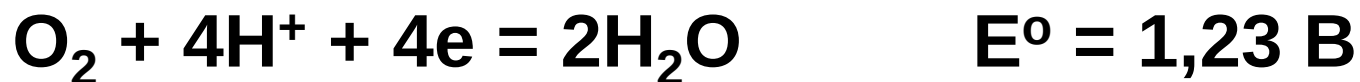
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c3/Liquid_oxygen_in_a_beaker_4.jpg/800px-Liquid_oxygen_in_a_beaker_4.jpg



www.periodictable.ru

Простые вещества (химические свойства)

- Кислород – хороший окислитель



- Озон – очень сильный окислитель

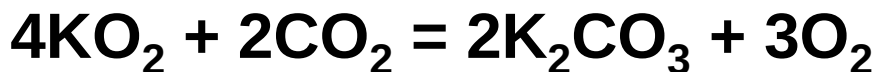
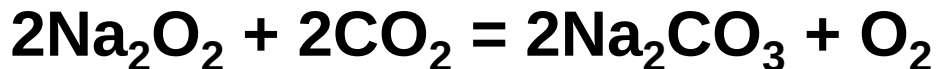


Получение кислорода

- Промышленное – из воздуха
- Лабораторное
 - из баллона
 - электролиз водных растворов солей, кислот, оснований: $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
 - разложение кислородсодержащих соединений:



- Регенерация



Водородные соединения

• H_2O

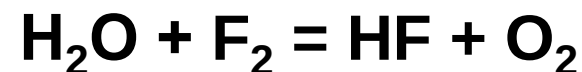
$T_{\text{кип}}?$

100°C

Кислотность?

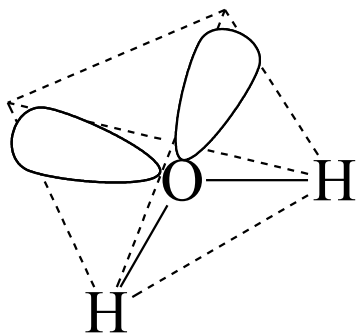
$K = 1,8 \cdot 10^{-16}$

Восстановительные свойства O?



Окислительные свойства O?

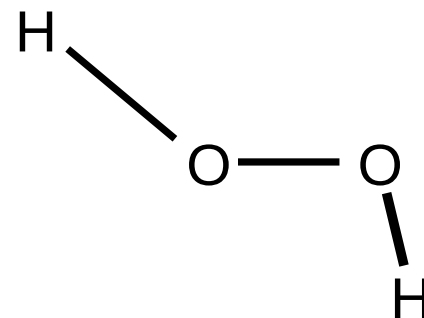
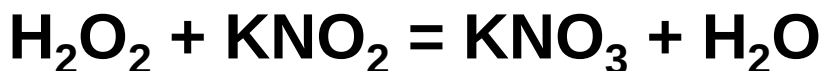
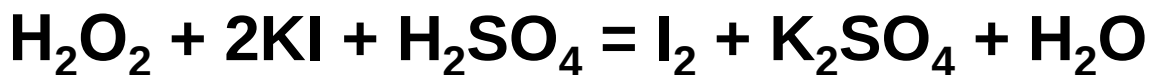
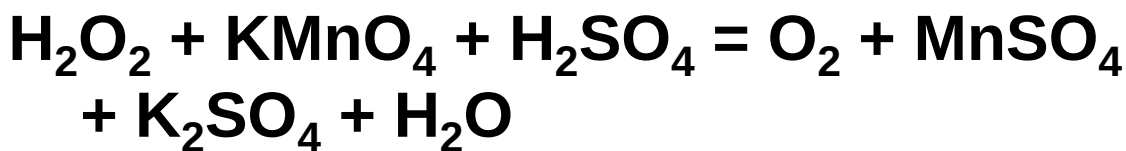
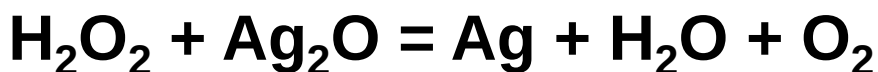
нет



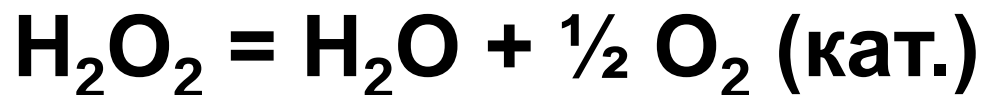
• H_2O_2

152°C

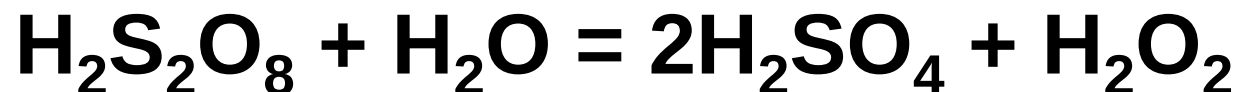
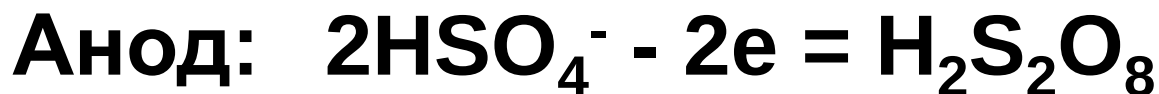
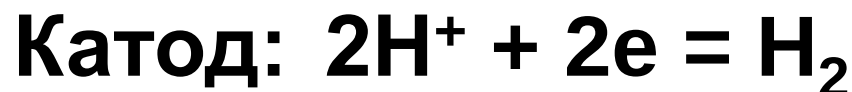
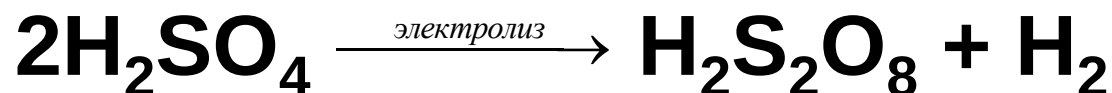
$K = 1,5 \cdot 10^{-12}$



Диспропорционирование H_2O_2 :



Получение H_2O_2

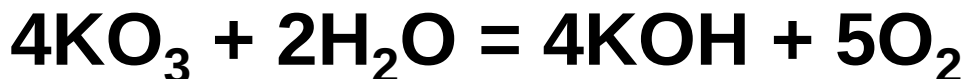
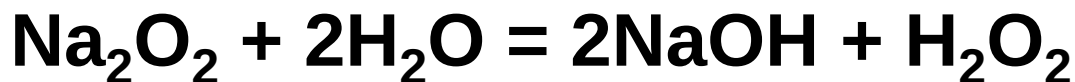


Ионные соединения кислорода

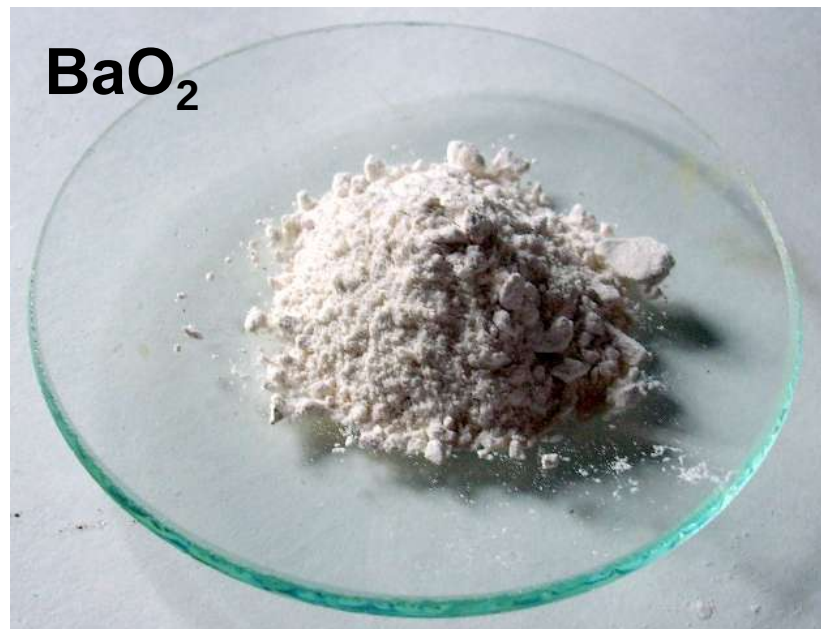
- Оксиды: Li_2O , BaO б/ц
- Пероксиды: Na_2O_2 , BaO_2 б/ц
- Надпероксиды (супероксиды):
 KO_2 , CsO_2 желт. – оранж.
- Озониды: KO_3 , RbO_3 оранж. – кр.

Степени окисления?

Как различить?



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Peroxid_barnat%C3%BD.JPG



<http://oopmk.com/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F>



Пероксид натрия технический (Na_2O_2)



Надперекись натрия техническая (NaO_2)



Надперекись калия (продукт О-5) (KO_2)



Оксиды

солеобразные

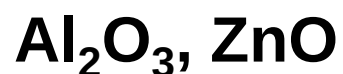
солеобразующие

несолеобразующие

основные

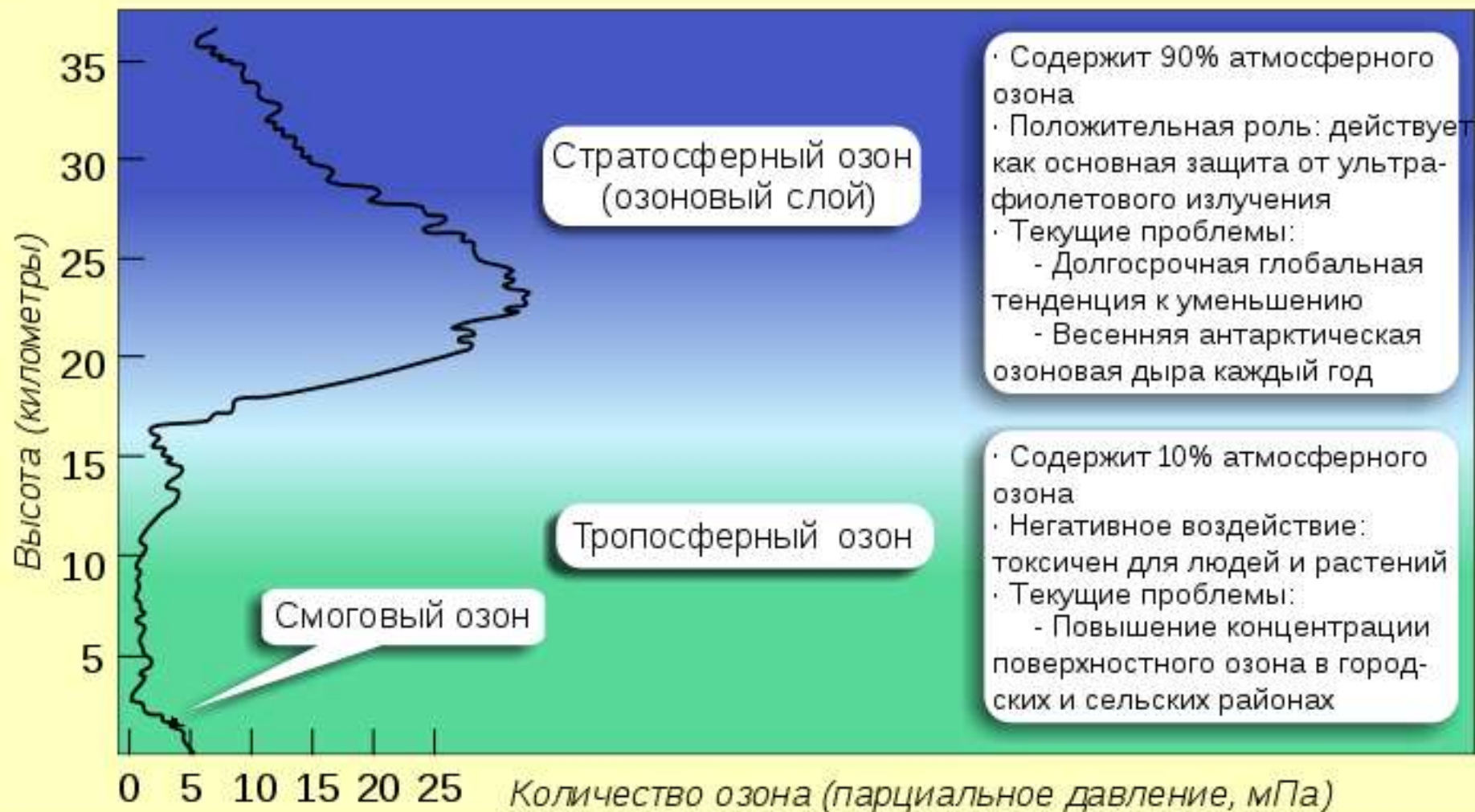
амфотерные

кислотные





Озоновый слой



Механизм Чэпмана (круговорот озона)



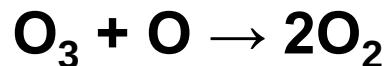
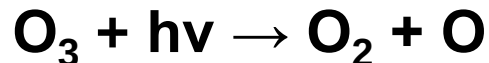
Образование озона:

> 30 км – диссоциация O_2 ($175 \text{ нм} < \lambda < 242 \text{ нм}$)

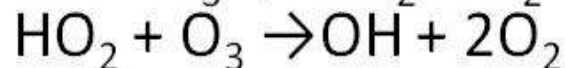
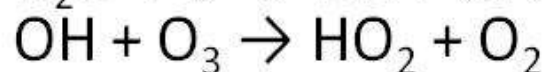
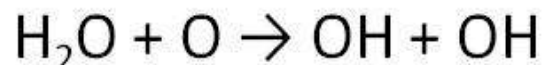


Расход озона:

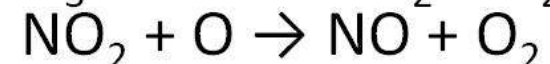
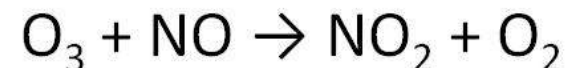
($\lambda = 280\text{-}320 \text{ нм}$)



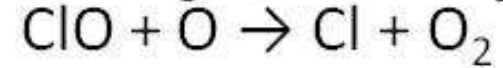
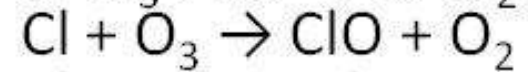
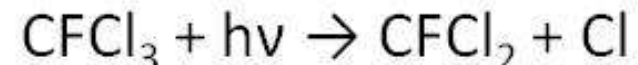
- Водородный цикл (HO_x):



- Азотный цикл (NO_x)



- Хлорный цикл (ClO_x):



Окислительные свойства кислорода

- Активные металлы (пленка, $t^{\circ} \rightarrow$ полное окисление, + Q – т.е. горение)



- Переходные металлы (t°)

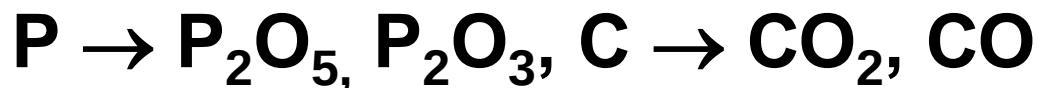
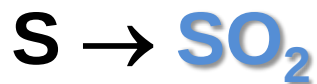


Свойства двухатомных кислородных частиц

Частица	Кратность связи	Длина связи, нм	Энергия связи, кДж/моль	Пример
O_2^+	2,5	0,1123	642	O_2PtF_6
O_2	2	0,1207	494	O_2
O_2^-	1,5	0,125	394	KO_2
O_2^{2-}	1	0,149	204	Na_2O_2
-O-O-	1	0,1453	213	H_2O_2

Окислительные свойства кислорода

- Неметаллы (t^0 , + Q)



- Инертные газы $\neq$

Окислительные свойства кислорода



- **Сложные вещества**

- **низшие оксиды**



- **другие соединения**

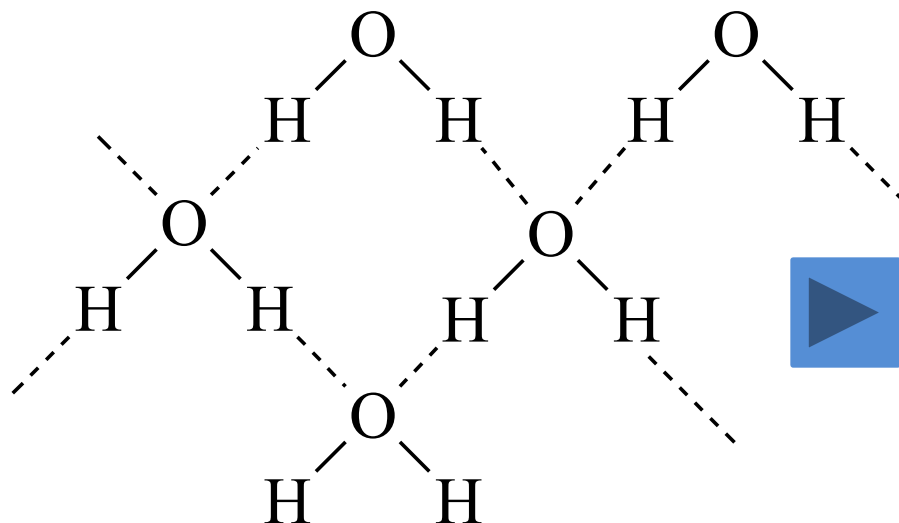
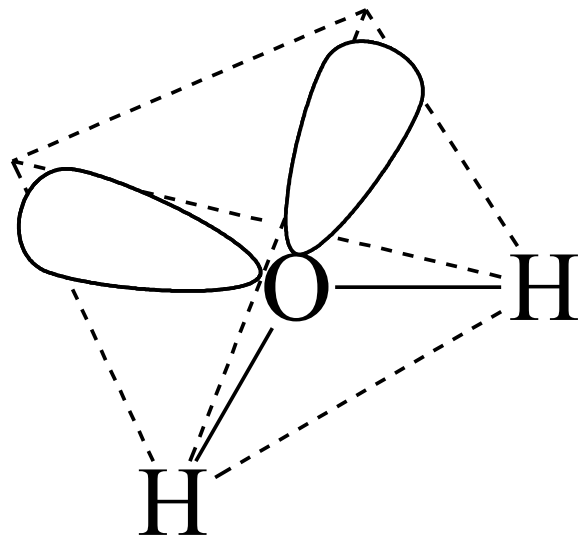


Окислительные свойства озона



- $2\text{NO}_2 + \text{O}_3 = \text{N}_2\text{O}_5 + \text{O}_2$
- $\text{ClO}_2 + \text{O}_3 = \text{ClO}_3 + \text{O}_2$
- $\text{KO}_2 + \text{O}_3 = \text{KO}_3 + \text{O}_2$
- $2\text{Ag} + \text{O}_3 = \text{Ag}_2\text{O} + \text{O}_2$
- $\text{CaS} + 2\text{O}_3 = \text{CaSO}_4 + \text{O}_2$
- $2\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{I}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH}$ (проба на озон)
- + Au, платиновые $\neq$

Вода

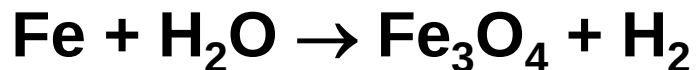
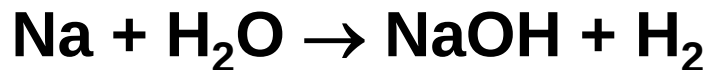


Физические свойства обычной и тяжелой воды

	H_2O	D_2O
Молекулярная масса	18	20
Т замерзания, $^{\circ}\text{C}$	0	3,8
Т кипения, $^{\circ}\text{C}$	100	101,4
Плотность при 25°C , г/см^3	0,9971	1,1042
Т максимальной плотности, $^{\circ}\text{C}$	4	11,6

Химические свойства воды

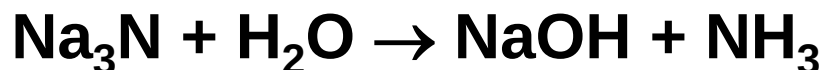
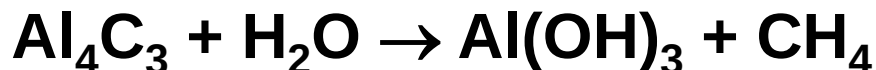
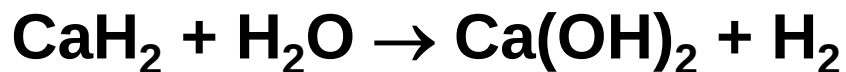
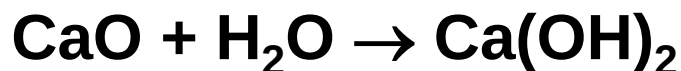
- С металлами – окислитель за счет H^+



- С неметаллами – среда для диспропорционирования



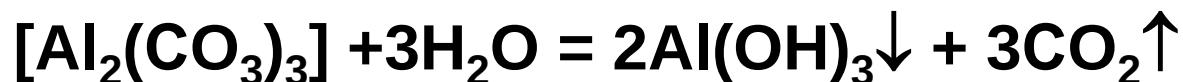
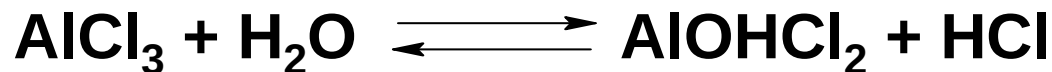
- Гидролиз –идов (полный)



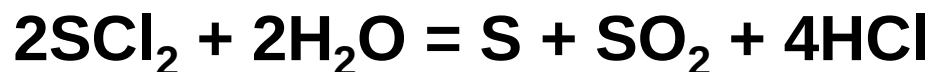
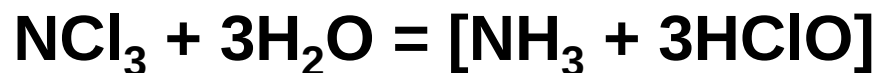
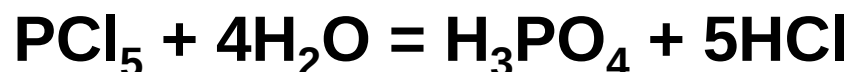
Химические свойства воды



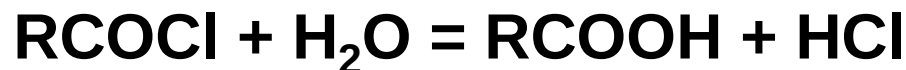
- Гидролиз солей



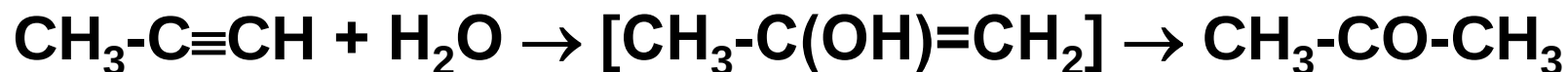
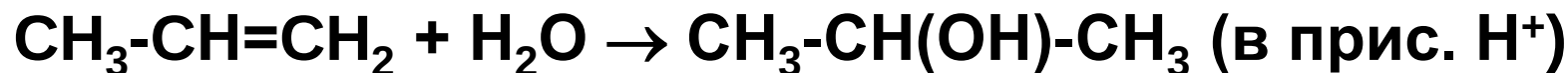
- Гидролиз бинарных соединений неметаллов



- Гидролиз органики (S_N)



- Присоединение к непредельной органике (A_E)

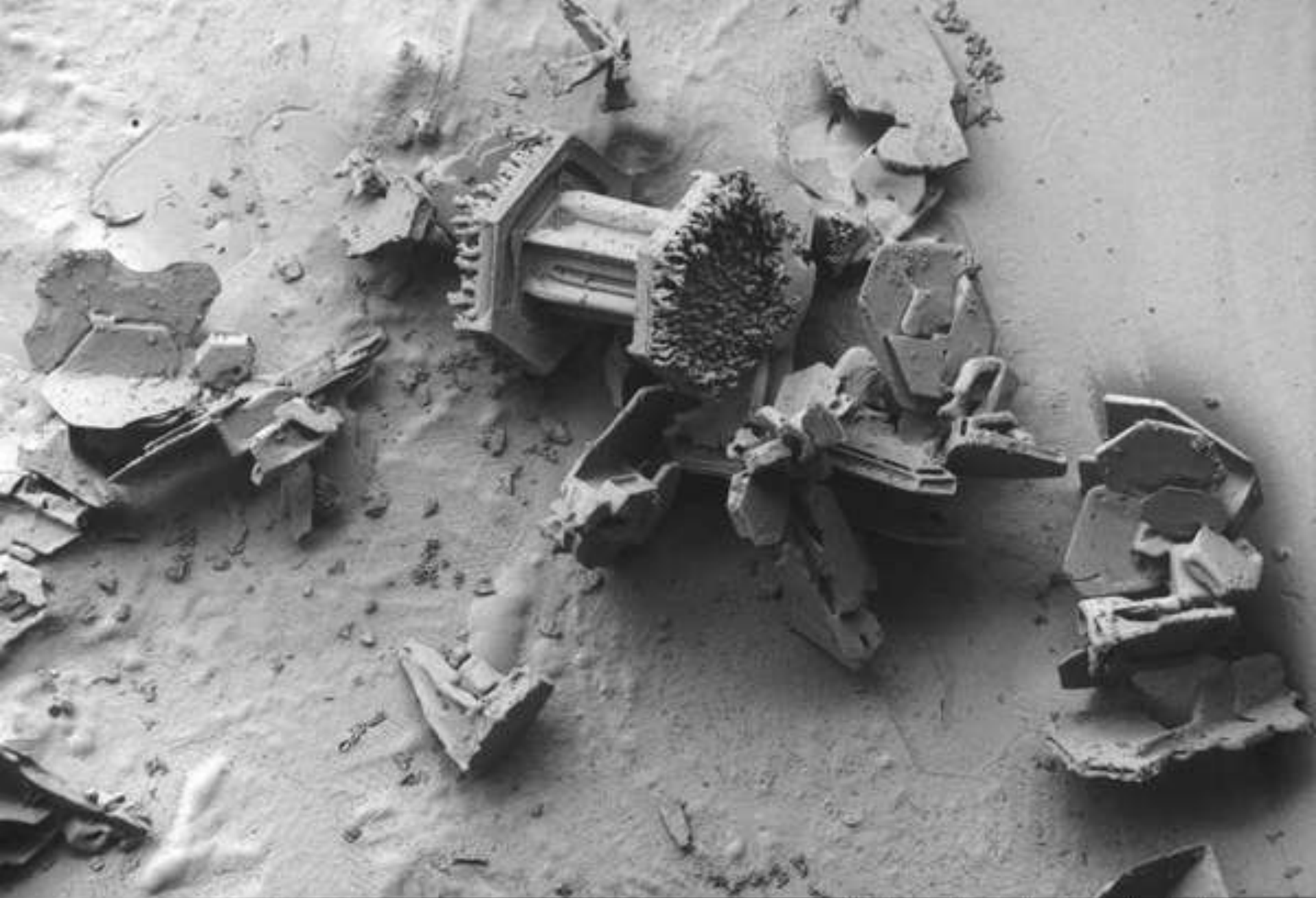


(реакция Кучерова, в прис. H^+ и Hg^{2+})

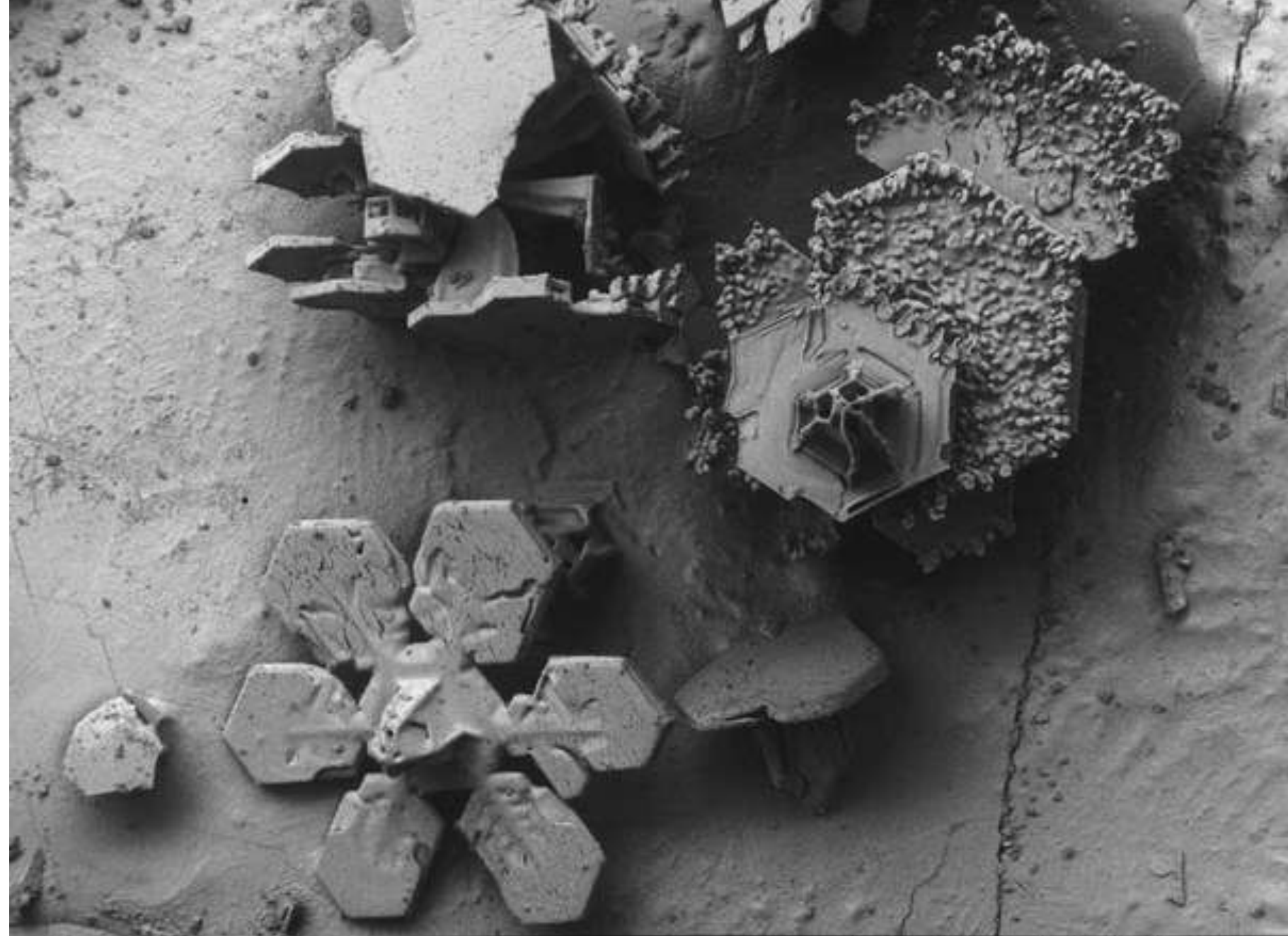


А стоит только присмотреться...

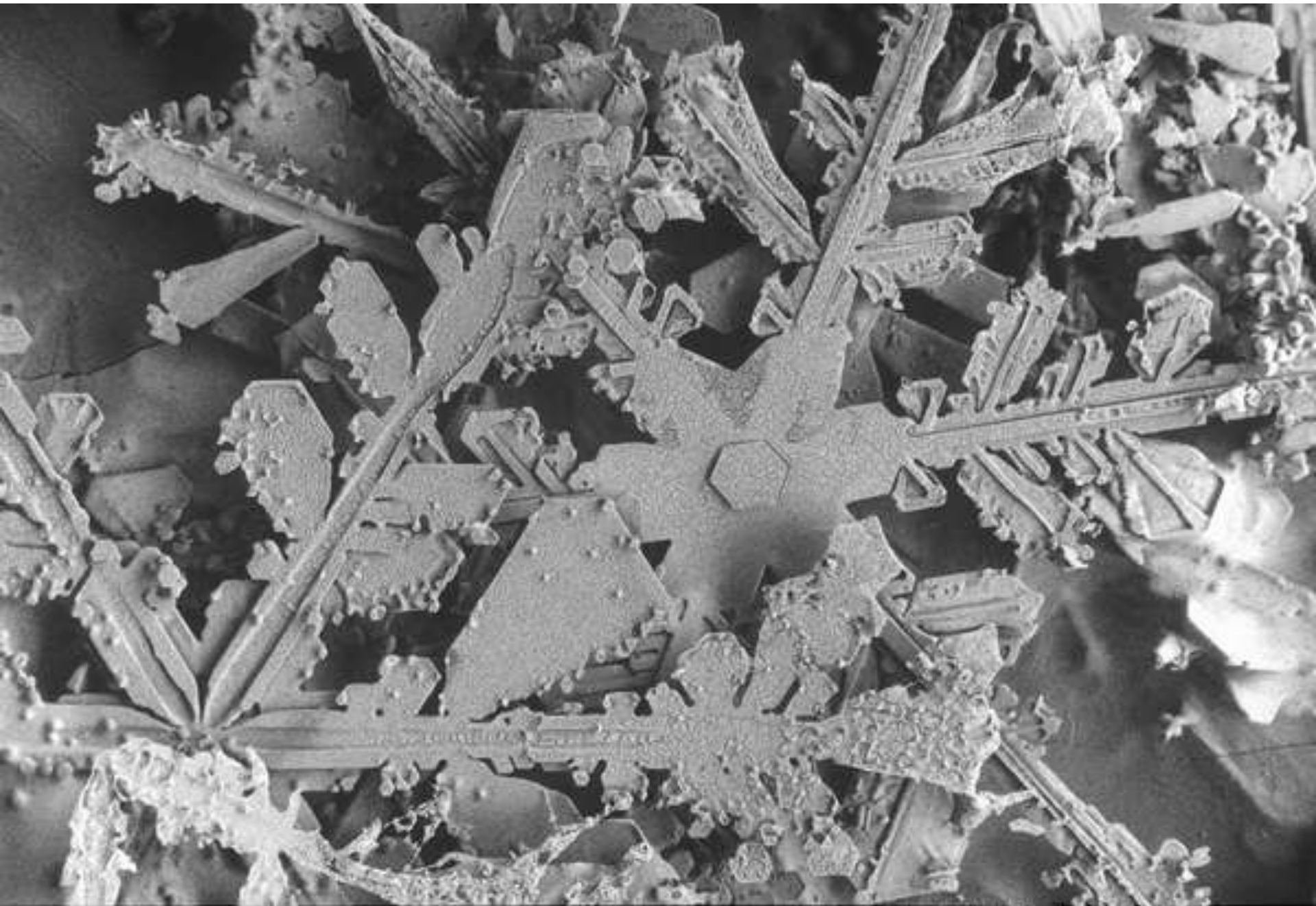




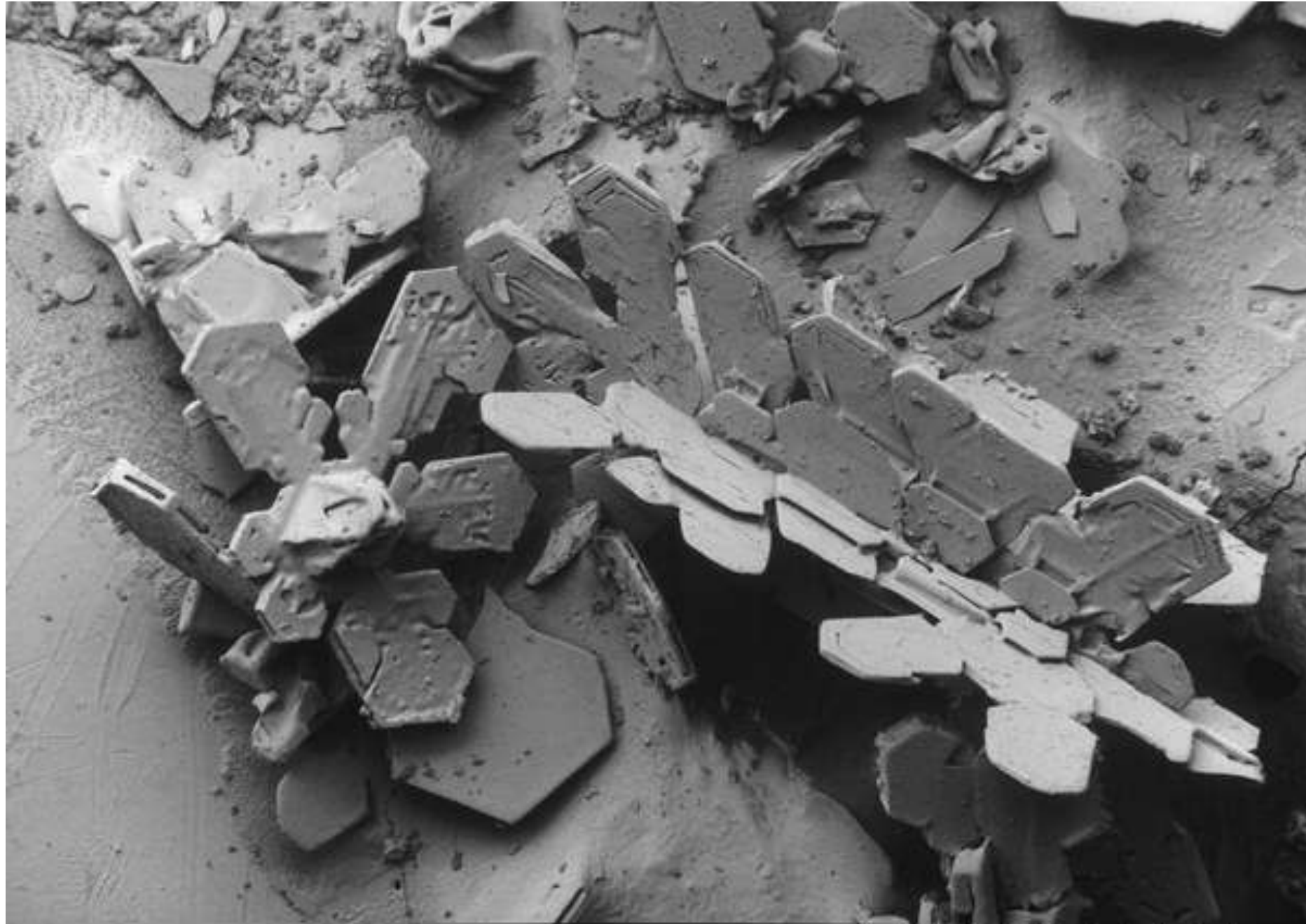
013367 2.0 kV X30.0 1.00mm



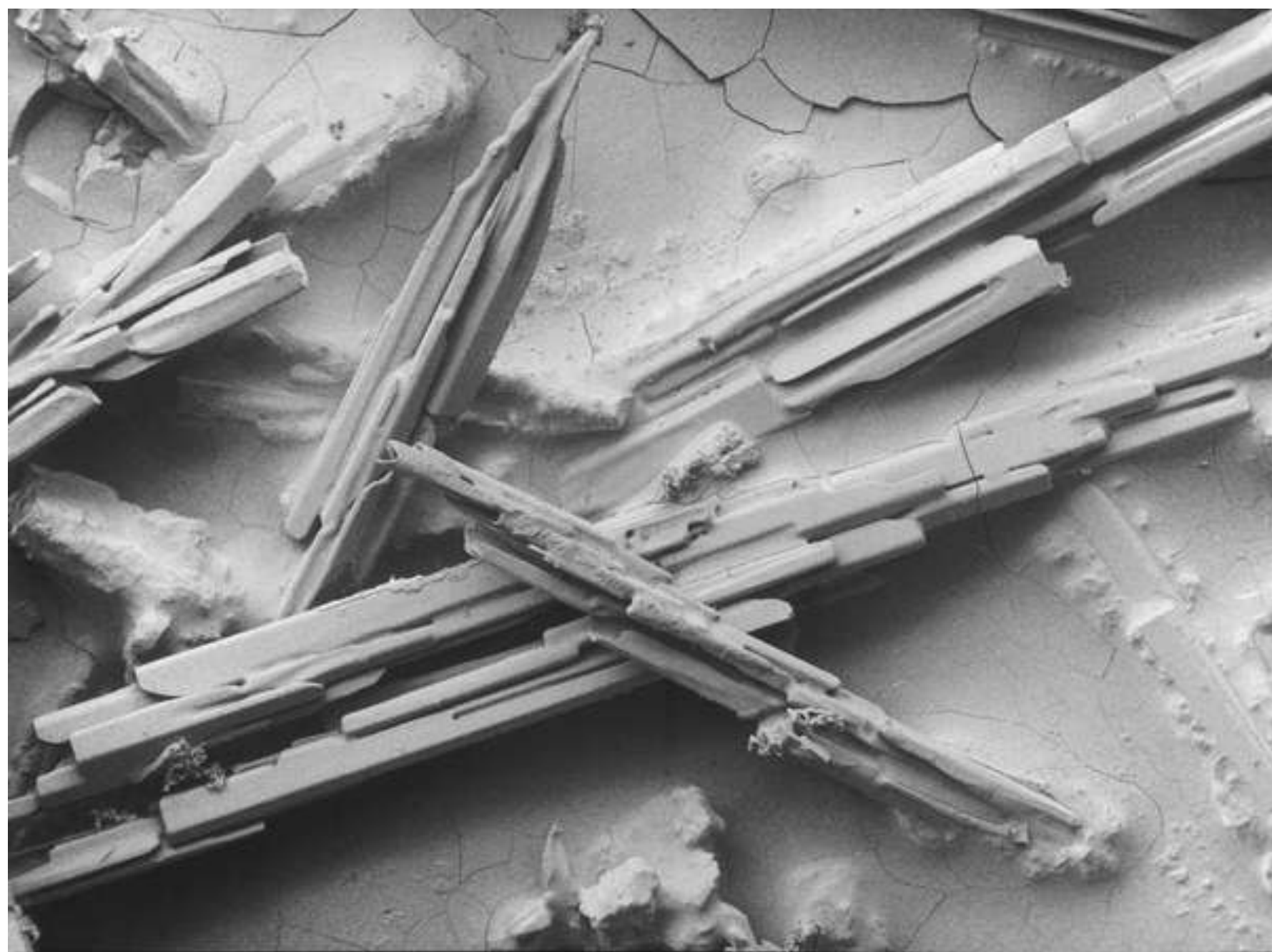
013446 2.0 kV X30.0 1.00mm



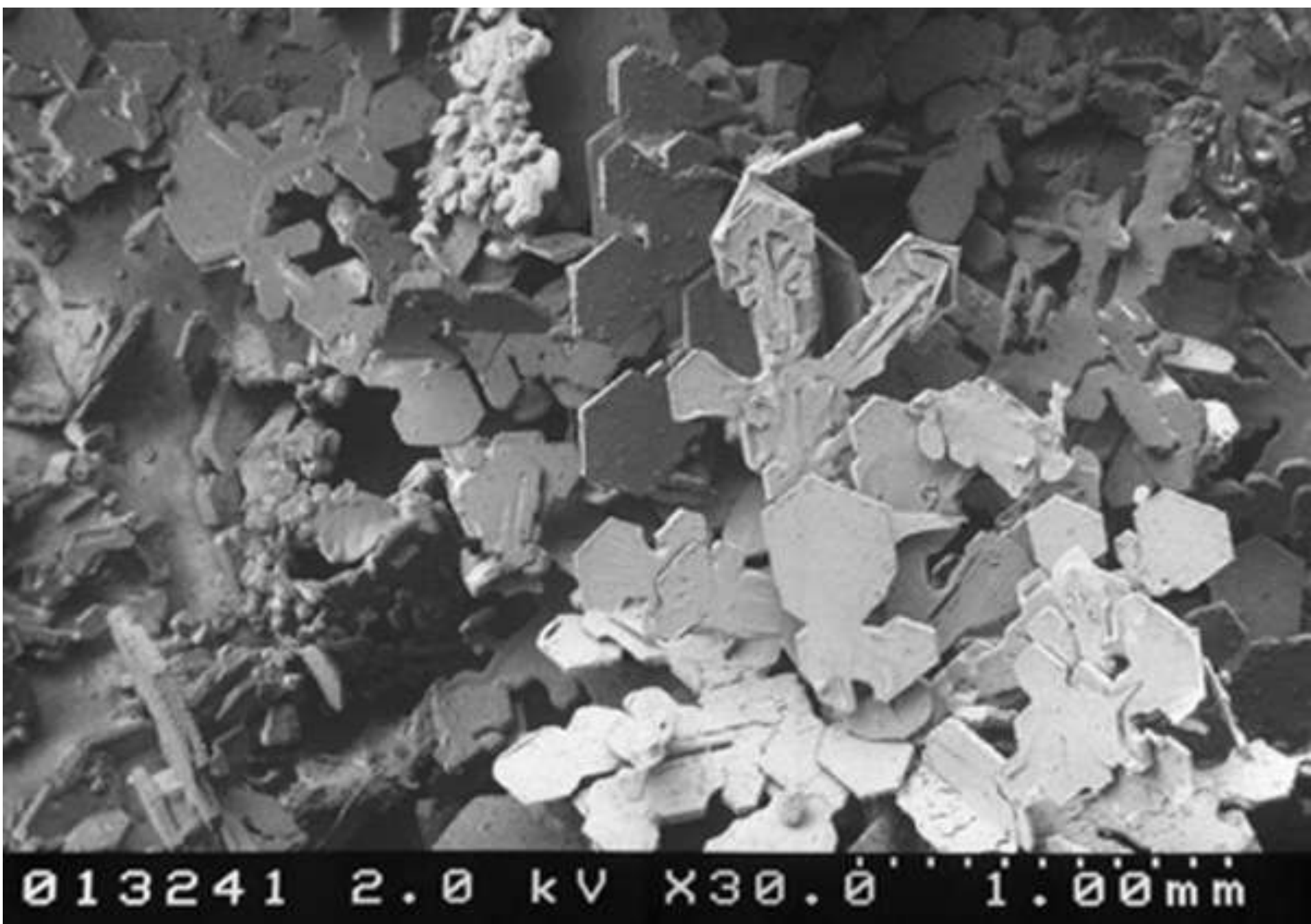
012844 2.0 kV X30.0 1.00mm

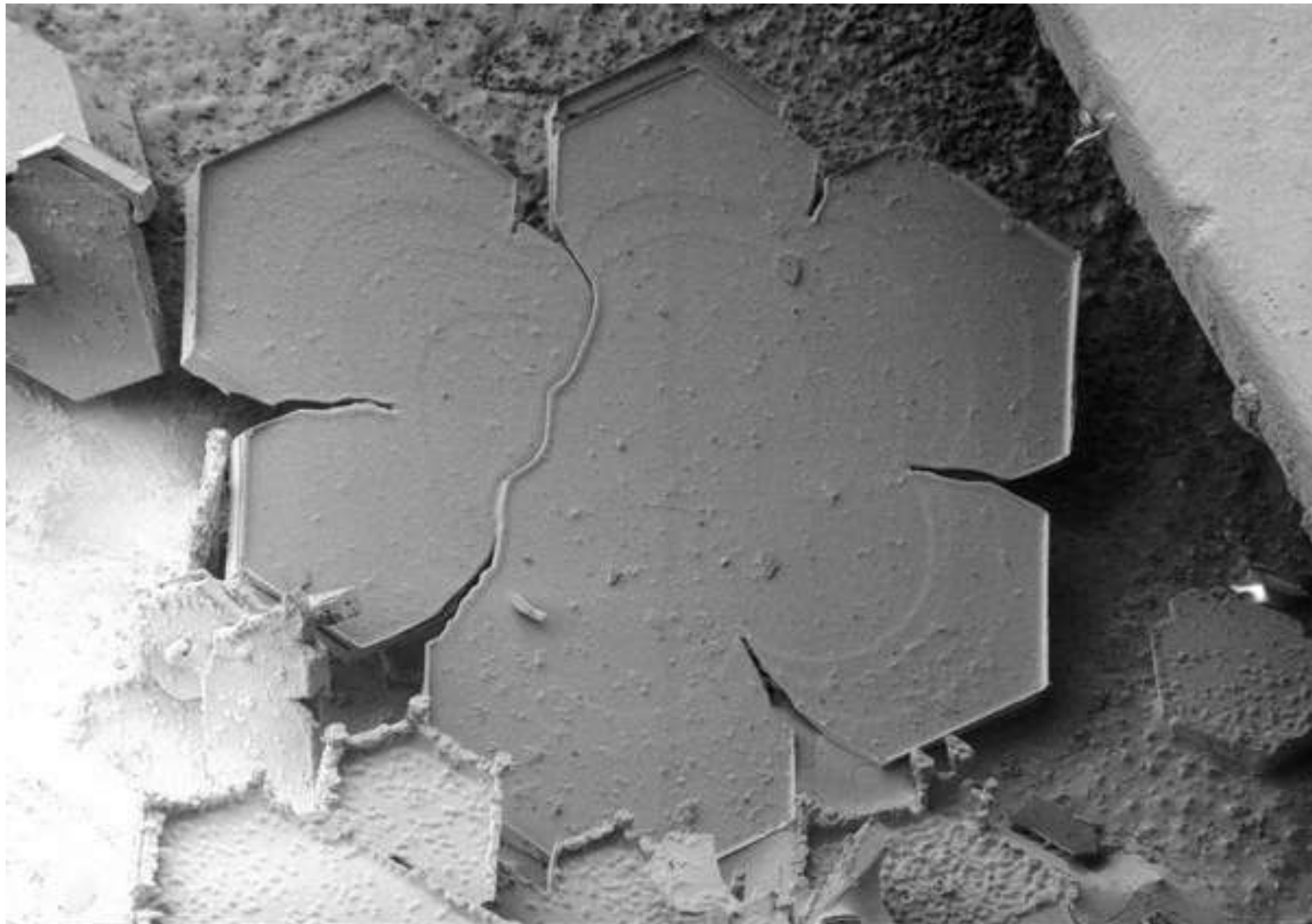


013462 2.0 kV X30.0 1.00mm



012688 2.0 kV X30.0 1.00mm

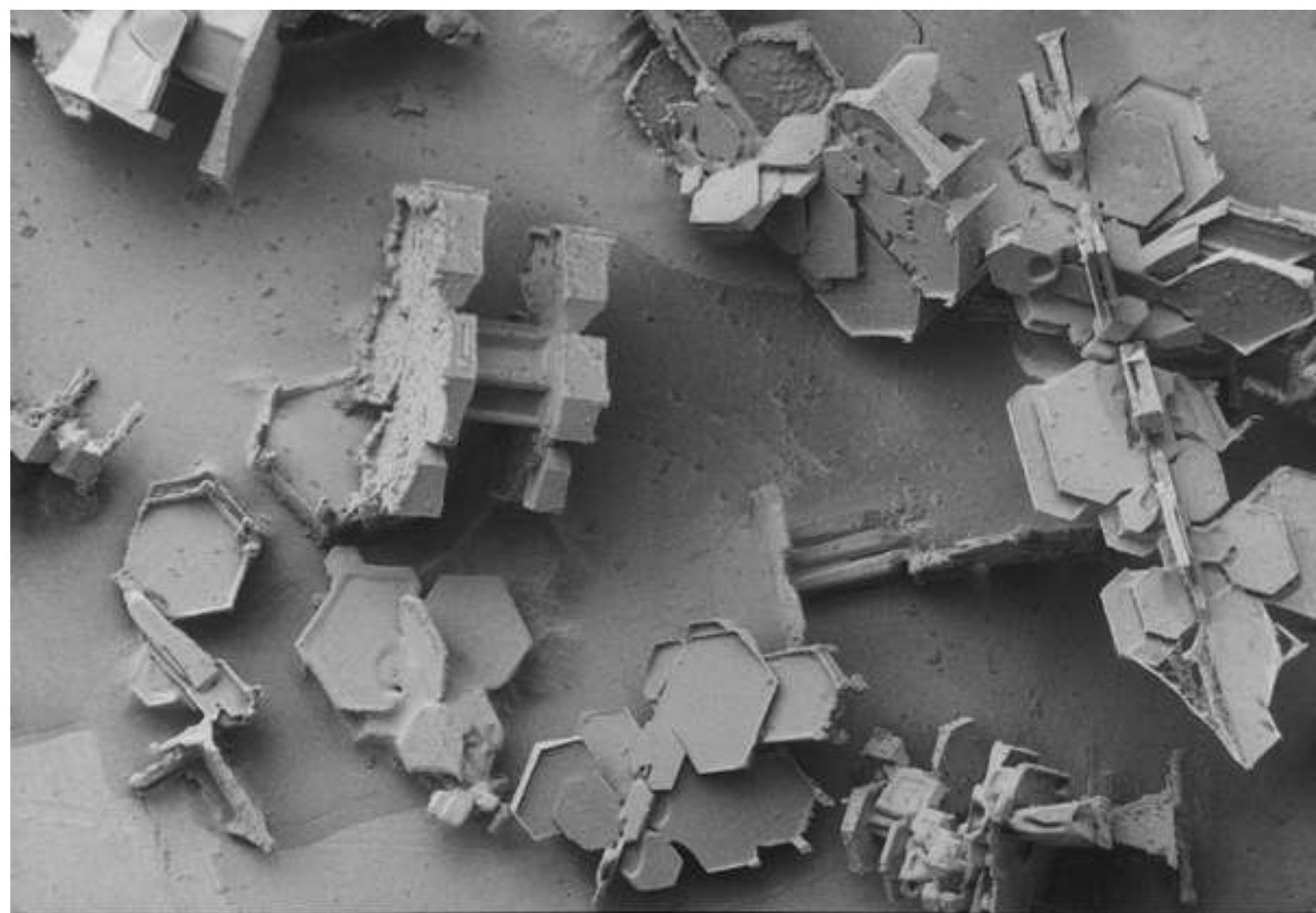




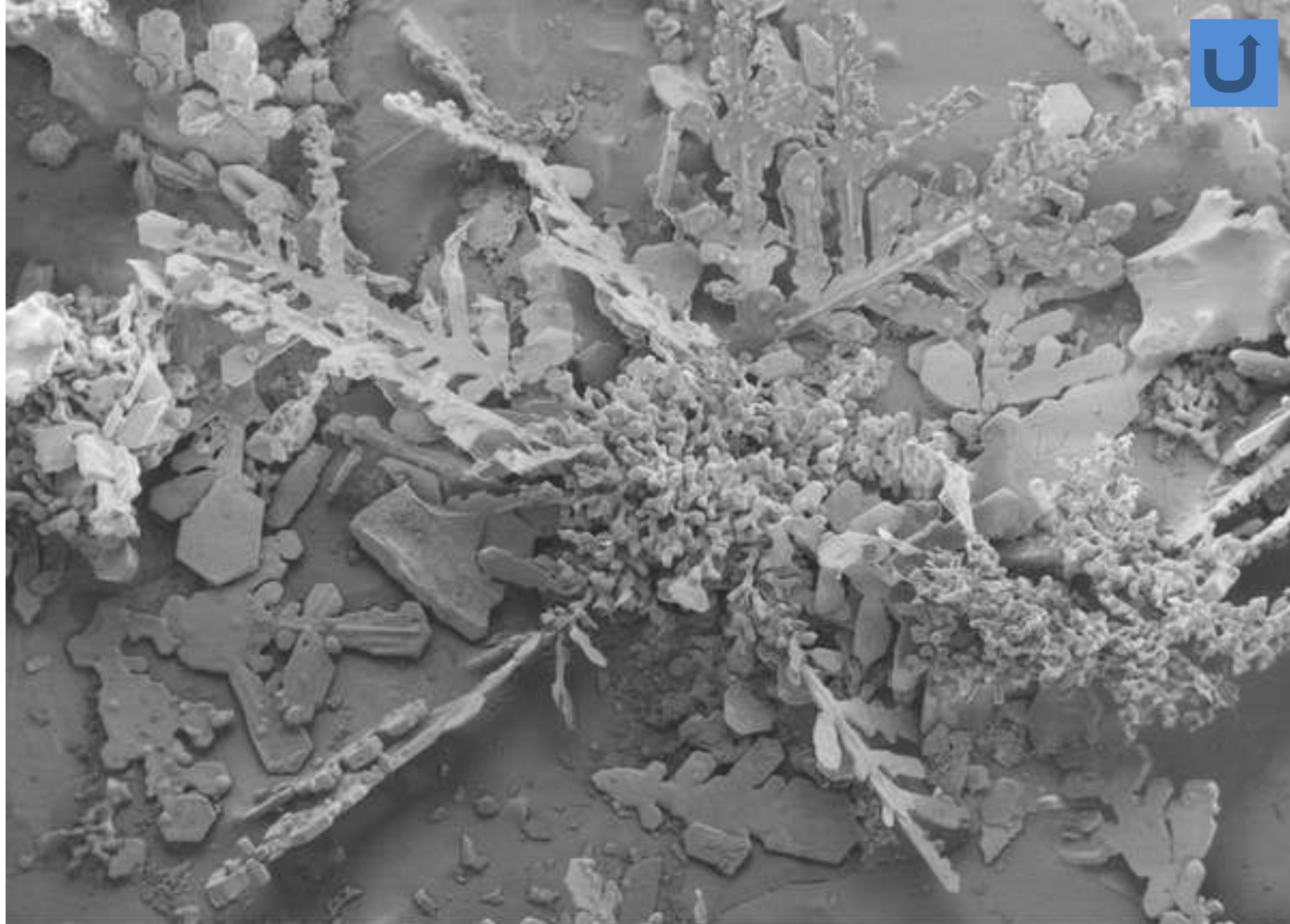
012996 2.0 kV X40.0 750 μm



012922 2.0 kV X40.0 750µm



012565 2.0 kV X30.0 1.00mm



012466 2.0 kV X30.0 1.00mm