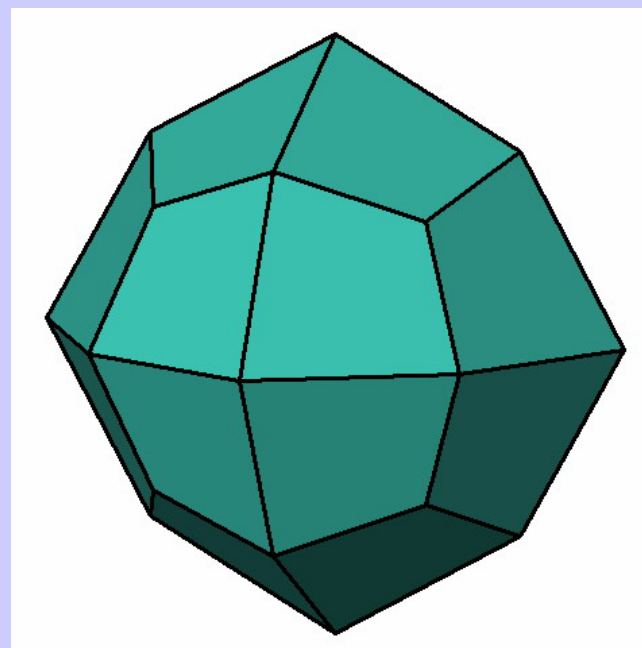


# ВЫВОД ПРОСТЫХ ФОРМ КРИСТАЛЛОВ КУБИЧЕСКОЙ СИНГОНИИ



«15»

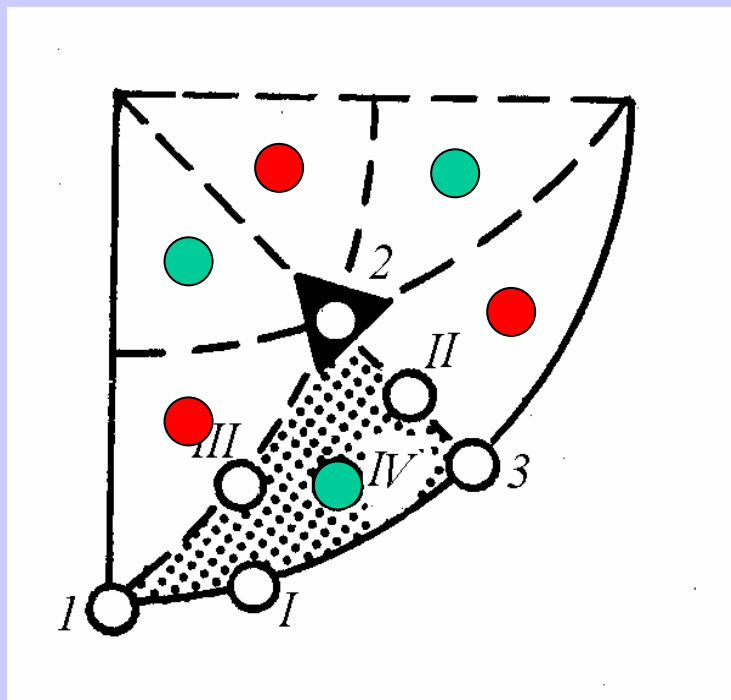
ПРОСТЫХ ФОРМ  
ВЫСШЕЙ  
КАТЕГОРИИ

# **Способ Н. В. Белова - вывод простых форм кристаллов кубической сингонии как производных от простейших основных форм**

*Основные простые формы кубический кристаллов* — это простейшие кристаллографические фигуры с несколькими осями высшего порядка, не имеющие осей 5-го порядка: *куб (гексаэдр), октаэдр, тетраэдр и ромбододекаэдр.*

Грани этих простых форм занимают строго фиксированное положение, как бы подчеркивая основные особые направления классов кубической сингонии — три координатные оси симметрии, четыре равно наклонные к ним оси 3-го порядка и шесть диагональных особых направлений.

## Различные позиции граней на стереограмме кубических классов симметрии.



Грани основных простых форм:

1 – гексаэдра (100),

2 – октаэдра или тетраэдра (111)

3 – ромбододекаэдра (110);

грани производных форм:

I –  $(hk0)$ ,

II –  $\{hhl\}$ ,

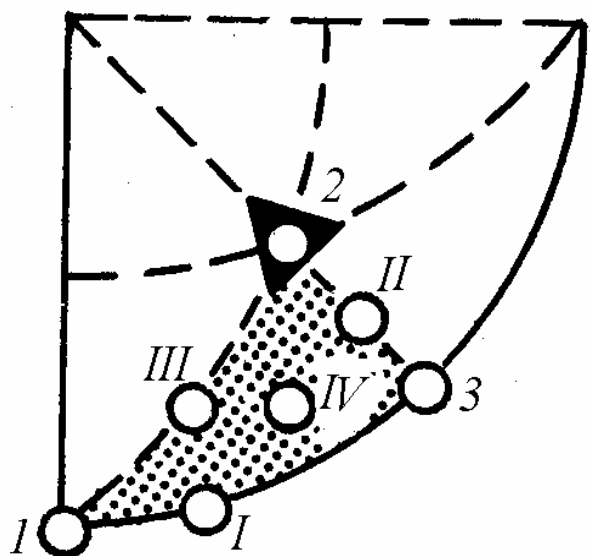
III –  $\{hkk\}$ ,

IV –  $\{hkl\}$  ( $h > k > l$ ) – **Общая форма**

**ИТОГО: в каждом кубическом классе**

**7 простых форм**

## Различные позиции граней на стереограмме кубических классов симметрии.



Грани основных простых форм:

1 – гексаэдра  $\{100\}$ ,

2 – октаэдра или тетраэдра  $\{111\}$ ,

3 – ромбододекаэдра  $\{110\}$ ;

грани производных форм:

I –  $\{hk0\}$ ,

II –  $\{hhl\}$ ,

III –  $\{hll\}$ ,

IV –  $\{hkl\}$  ( $h > k > l$ ) – **Общая форма**

Производные простые формы кристаллов кубической сингонии получаются из перечисленных основных форм путем вывода их из строго фиксированных позиций, что выражается в «наращивании» на их гранях «пирамид»:

– двух-, трех-, четырех- или шестискатных «крыш»,  
допускаемых собственной симметрией граней.

Названия большинства производных простых форм кристаллов кубической сингонии строятся по следующей схеме:

1. Характеристика *формы грани*:

*тригон* (греч. *три* (τρι) - три, *гония* (γωνία) – угол) – треугольная,

*тетрагон* (греч. *тетра* (τετρα) – четыре) – четырехугольная,

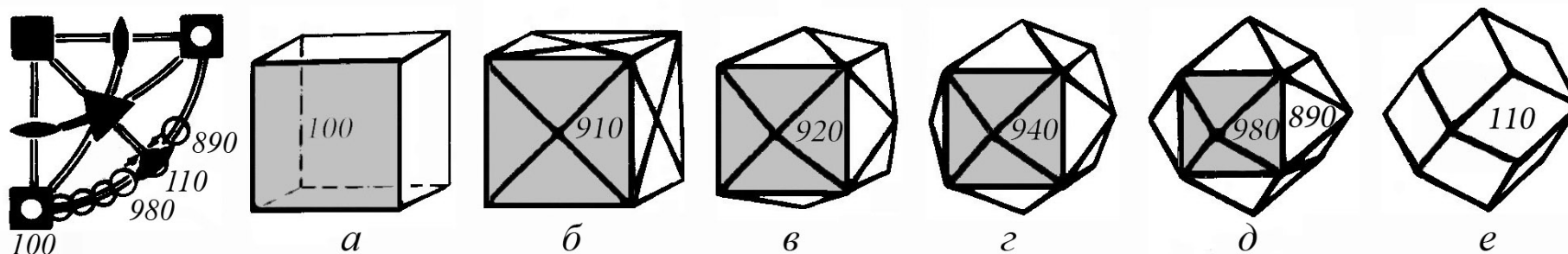
*пентагон* (греч. *пента* (πεντα) – пять) – пятиугольная;

2. *Количество граней*, заменивших исходную грань основной простой формы;

3. Название простой формы, на основе которой выводится полученная производная форма.

Например, *тригон-тетрагексаэдр* (Δ-4х6) – простая форма с гранями треугольной формы, грань исходной формы – *гексаэдра* – учетверилась.

## Простые формы $\{hk0\}$ – производные куба (гексаэдра)

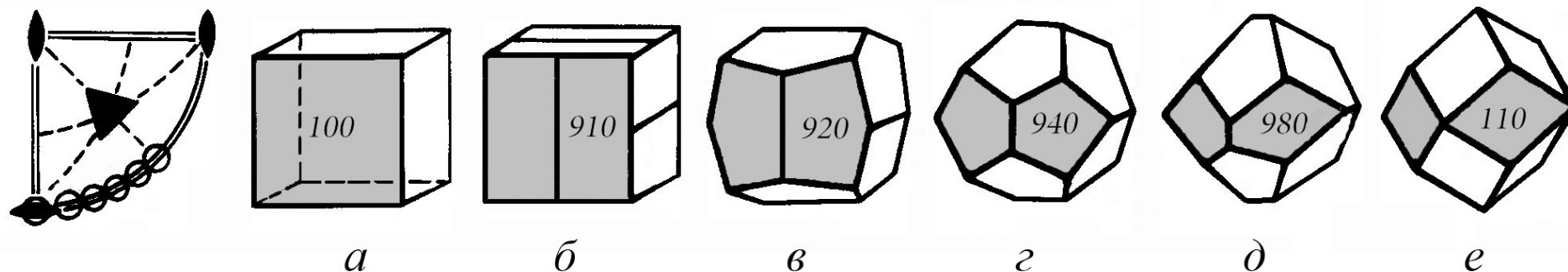


В классах  $m\bar{3}m$ ,  $432$ ,  $\bar{4}3m$  вместо каждой квадратной грани гексаэдра (куба) появится четырехгранная пирамида.

Такая двадцатичетырехгранная форма  $\{hk0\}$  называется **тригон-тетрагексаэдром**. Выразительно ее классическое название – **пирамидаальный куб**.

Завершает этот ряд ромбододекаэдр (историческое название – **гранатоздр**).

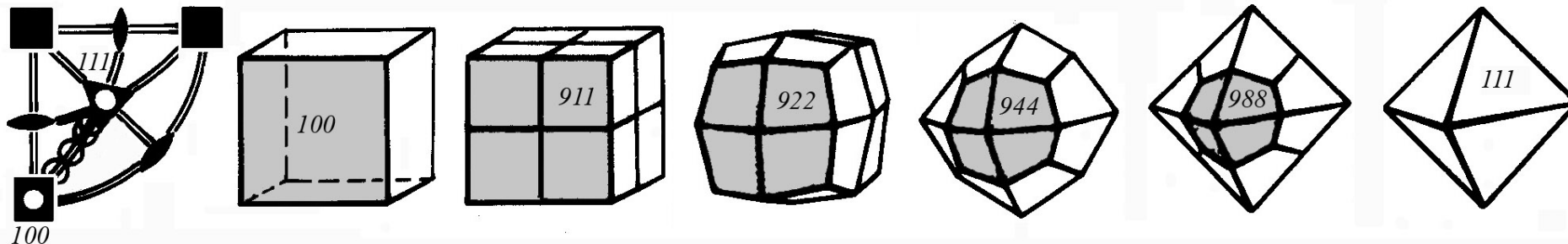
## Простые формы $\{hk0\}$ – производные куба (гексаэдра)



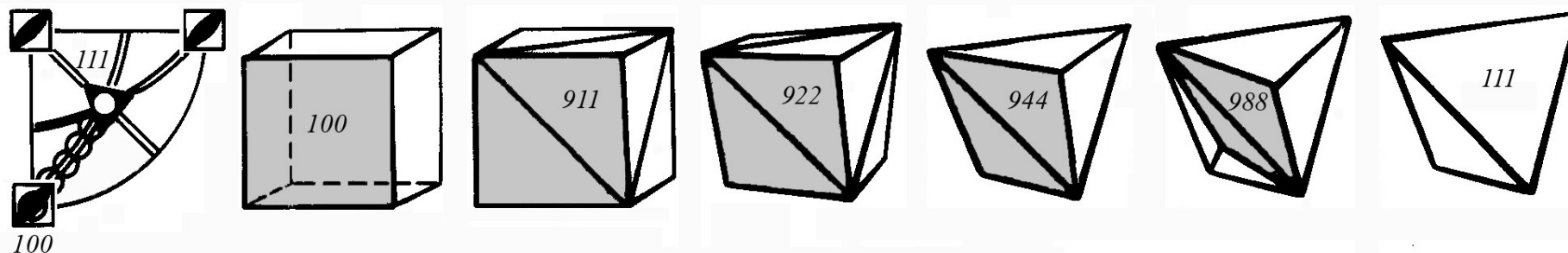
- В классах  $m\bar{3}$  и  $23$  грань куба «ломается» с образованием двух граней в форме неправильных пятиугольников. Такая двенадцатигранная форма названа **пентагон-додекаэдром** (историческое название – **пиритоздр**).



Простые формы  $\{hll\}$  ( $h > l$ ) –  
производные октаэдра (тетраэдра) или гексаэдра

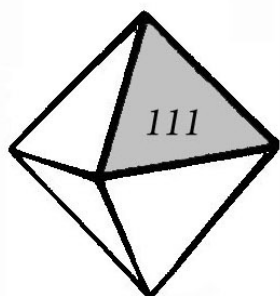
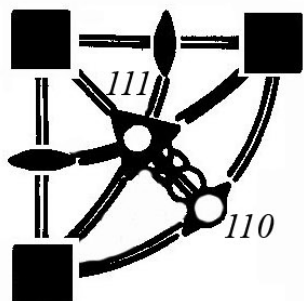


**Тетрагон-триоктаэдр** ( $\square - 3 \times 8$ ) и его генезис от октаэдра и куба  
в классе  $m\bar{3}m$  (24-гранный дельтоэдр).



**Тригон-тритетраэдр** ( $\Delta - 3 \times 4$ ) и его генезис от куба и тетраэдра  
в классе  $\bar{4}3m$

Простые формы  $\{hhl\}$  ( $h > l$ ) –  
производные октаэдра и тетраэдра



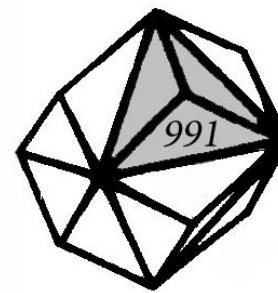
*a*



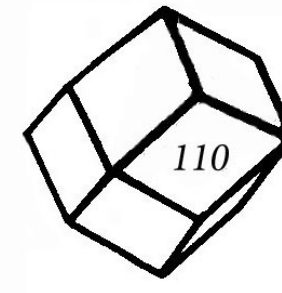
*б*



*в*

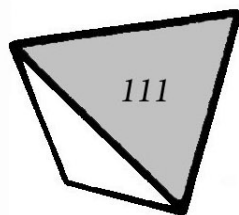
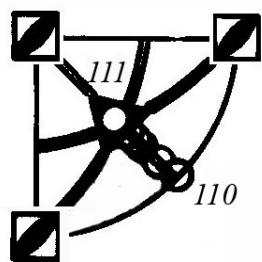


*г*



*д*

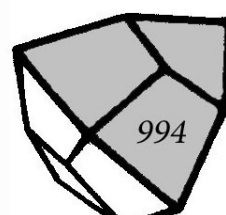
Тригон-триоктаэдр ( $\Delta - 3 \times 8$ ) и его генезис в классе  $m\bar{3}m$



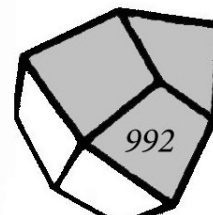
*a*



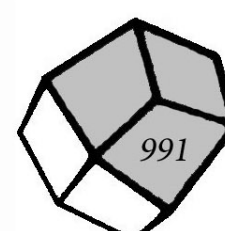
*б*



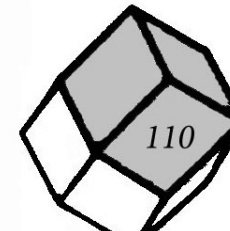
*в*



*г*



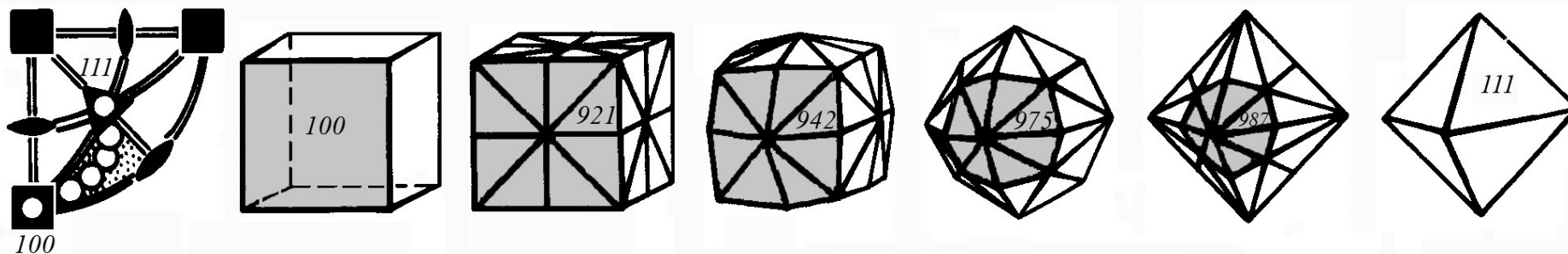
*д*



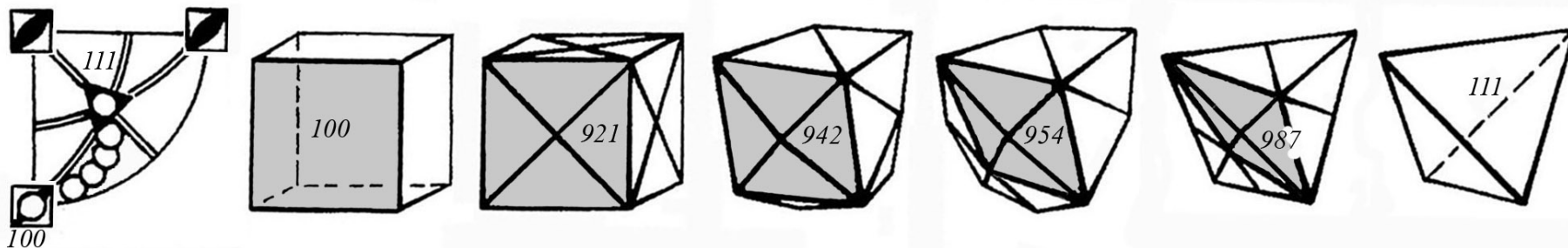
*е*

Тетрагон-тритетраэдр ( $\square - 3 \times 4$ ) и его генезис в классе  $\bar{4}3m$

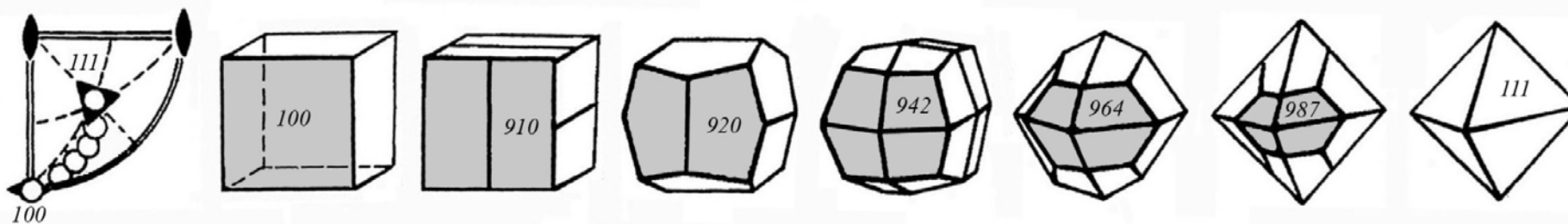
## Общие простые формы кристаллов кубической сингонии – $\{hkl\}$



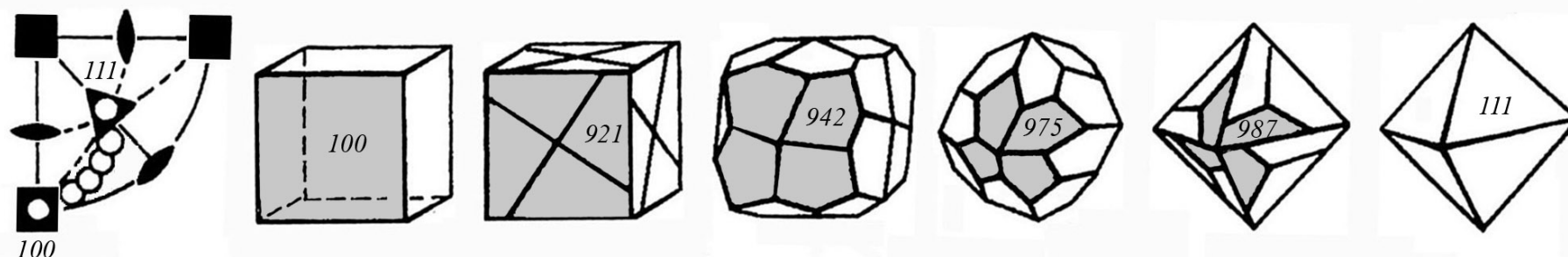
Общая форма в классе  $m\bar{3}m$  - **гексаоктаэдр** = **октагексаэдр** – сорокавосемьгранник ( $\Delta$  – 6х8 или  $\Delta$  – 8х6)



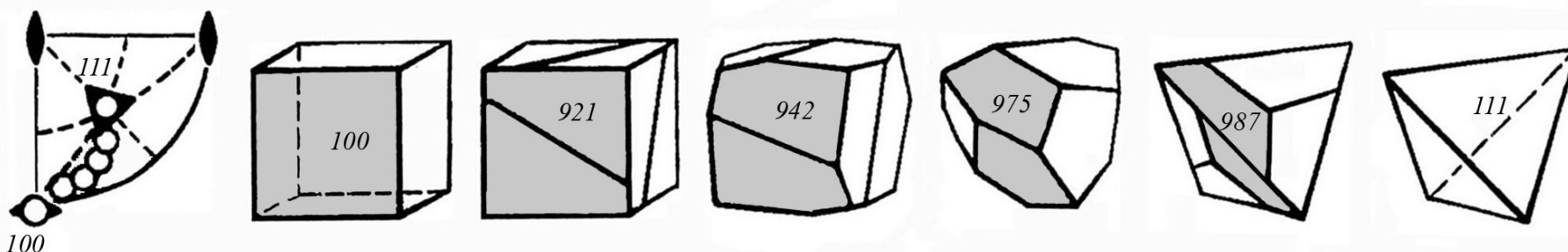
Общая простая форма в классе  $\bar{4}3m$  - **гексатетраэдр** ( $\Delta$  – 6х4)



Общая простая форма класса  $m\bar{3}$  – *дидодекаэдр*

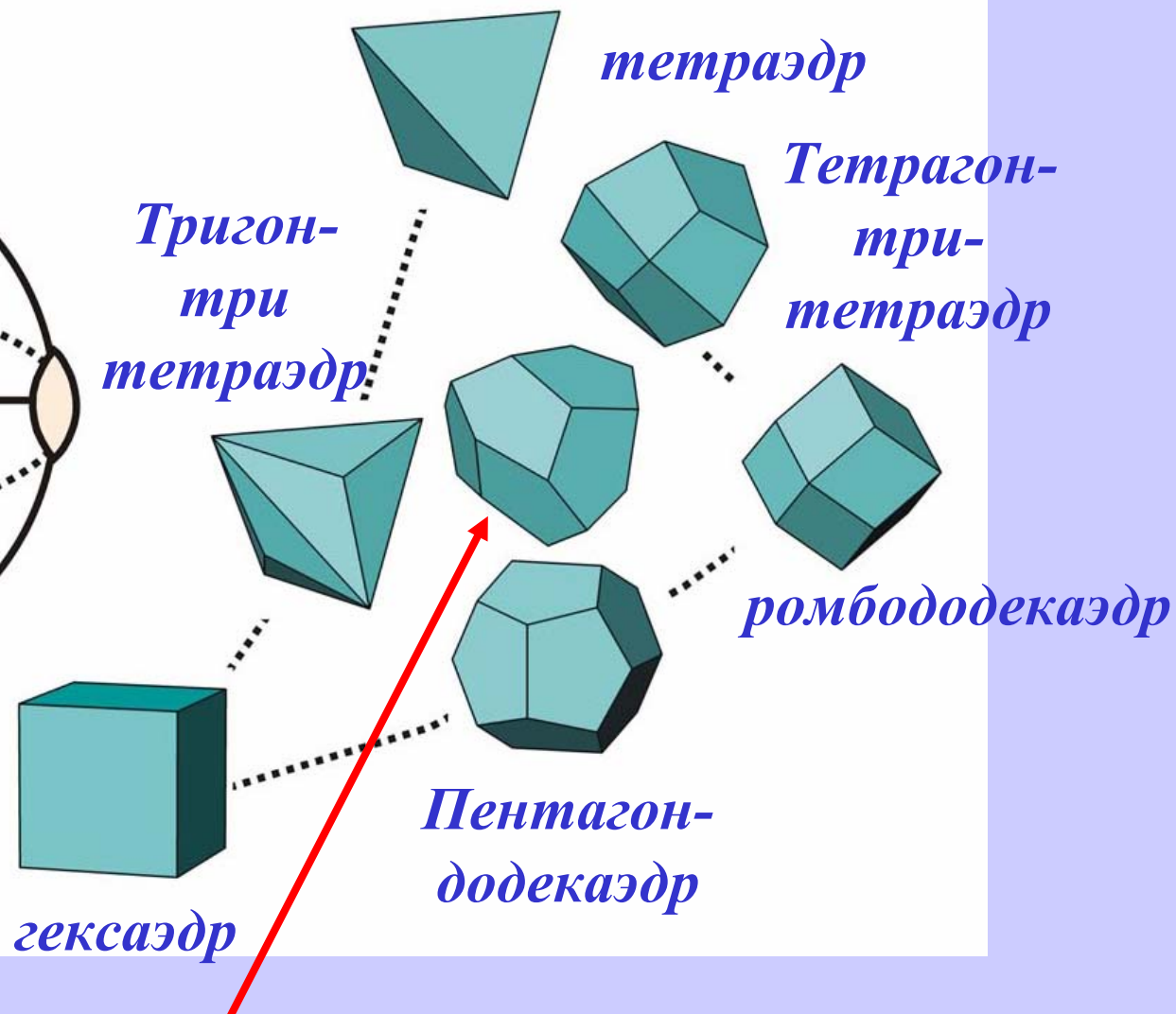
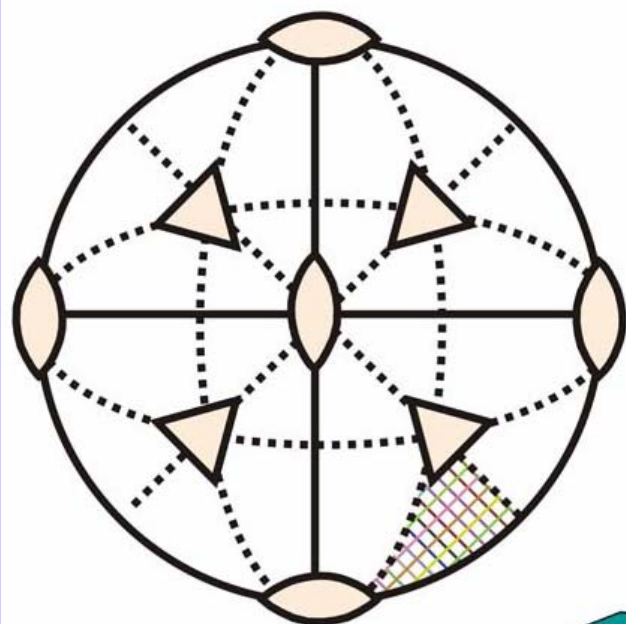


Общая простая форма класса  $432$  – *пентагон-триоктаэдр*  
(*24-гироздр* или *осевик*, от греч. *гира* – ось)



Общая простая форма класса  $23$  – *пентагон-тритетраэдр*  
(*12-гранный осевик*)

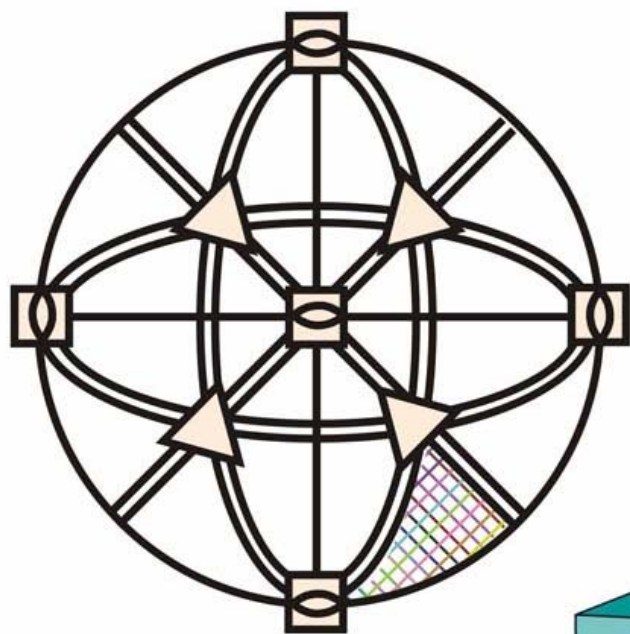
23



Пентагон-три-тетраэдр (12 граней)



$\bar{4}3m$



Тригон-  
три  
тетраэдр

тетраэдр

Тетрагон-  
три-  
тетраэдр

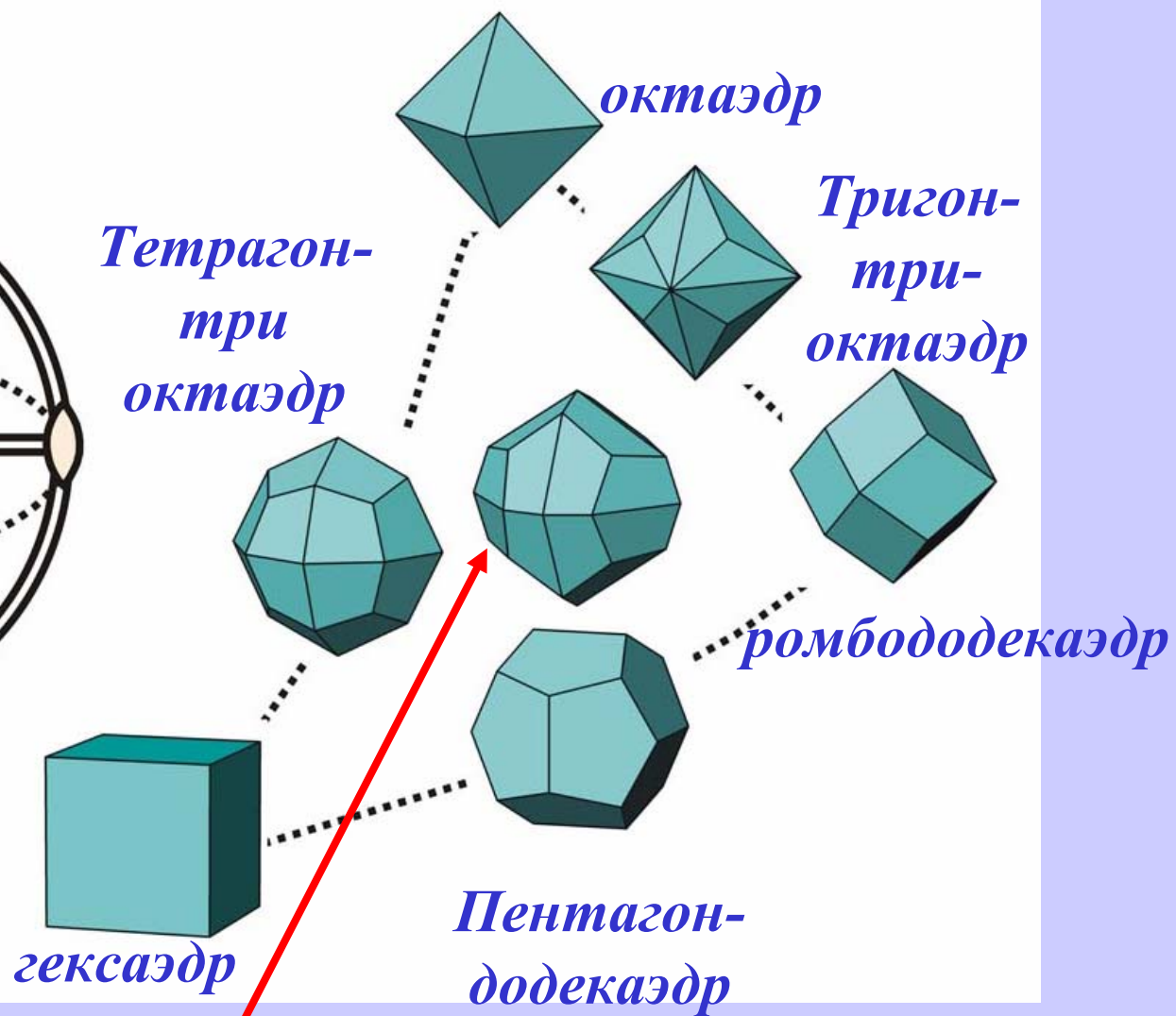
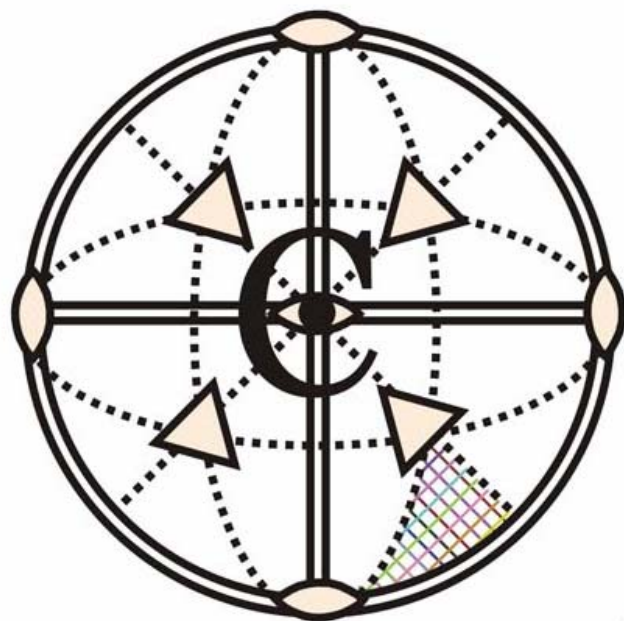
ромбододекаэдр

гексаэдр

Тетра-  
гексаэдр

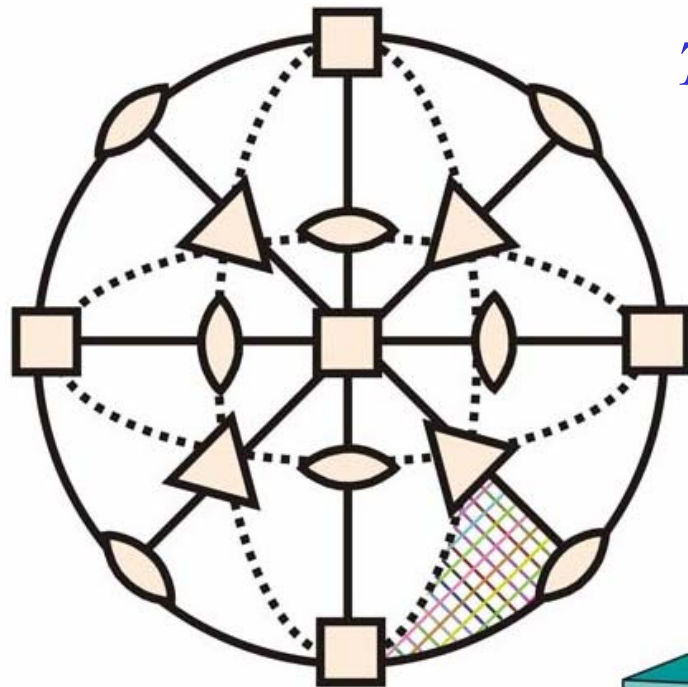
Гекса-тетраэдр (24 грани)

$m\bar{3}$



Дидодекаэдр (24 грани)

# 432



Тетрагон-  
три-  
октаэдр

октаэдр

Тригон-  
три-  
октаэдр

Ромбо  
додекаэдр

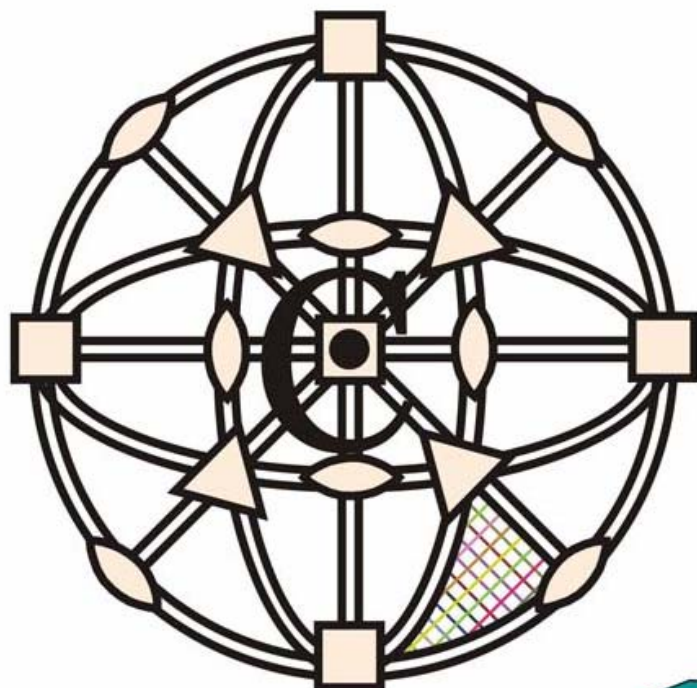
гексаэдр

Тетра-  
гексаэдр

Пентагон-три-октаэдр (24 грани)



$m\bar{3}m$



Тетрагон-  
три-  
октаэдр

октаэдр

Тригон-  
три-  
октаэдр

Ромбо  
додекаэдр

гексаэдр

Тетра-  
гексаэдр

Гекса-октаэдр (48 граней)

Одно из самых длинных **Ты**—ругательств в мире  
(показать?)

**Гексаэдрически**

**тетрагонтриоктаэдрически**

**октаэдрически**

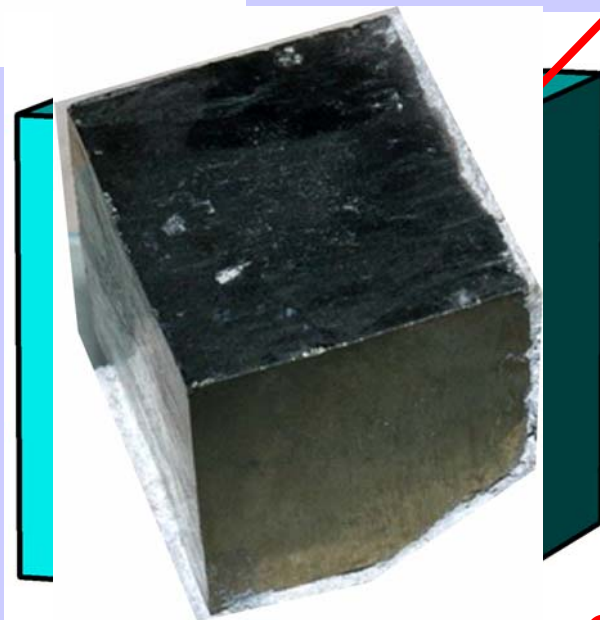
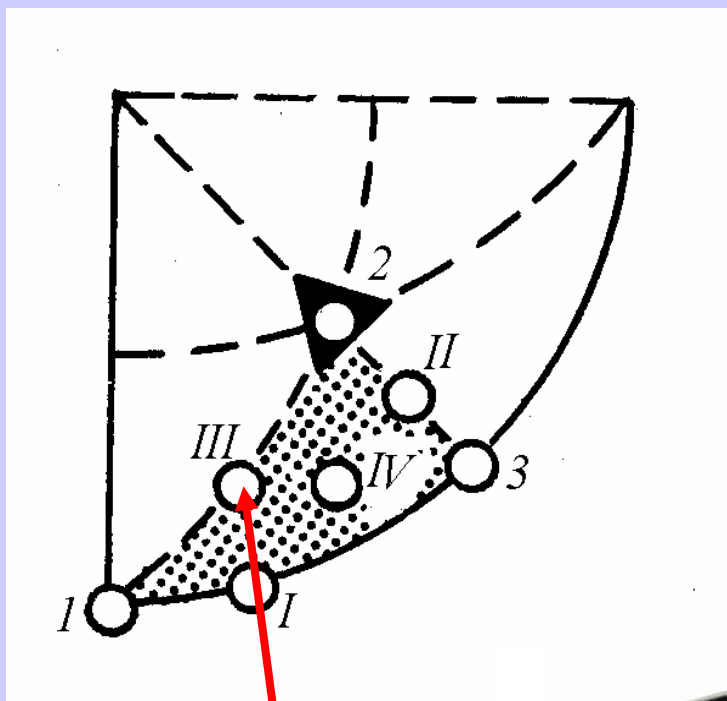
**тригонтриоктаэдрически**

**ромбодекаэдрически**

габитус **тетраэдрически**

класса **Оп**, представленного всеми

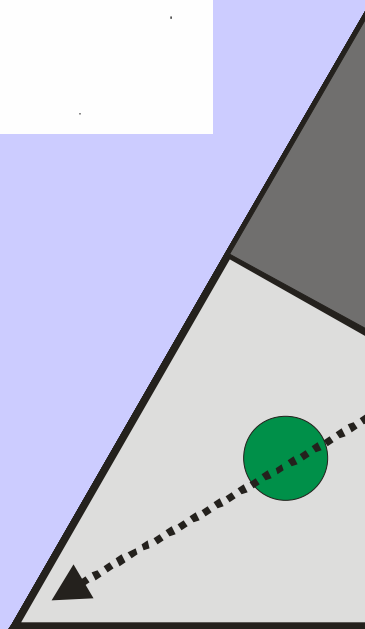
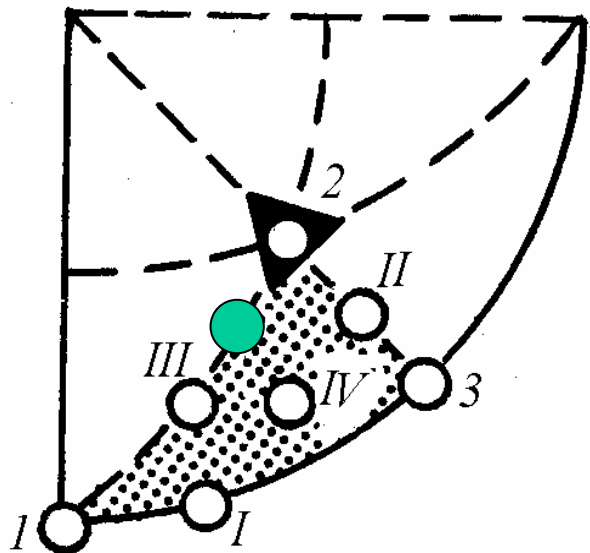
простыми формами (слово из 131 буквы).  
**габитус!**

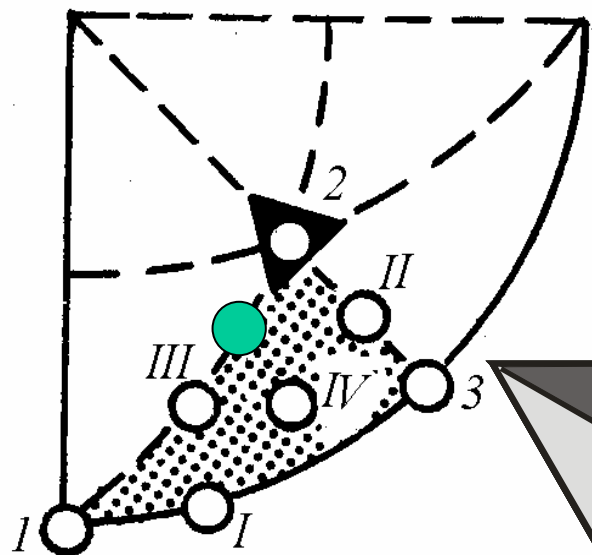


*Забыли кто тут живет?*

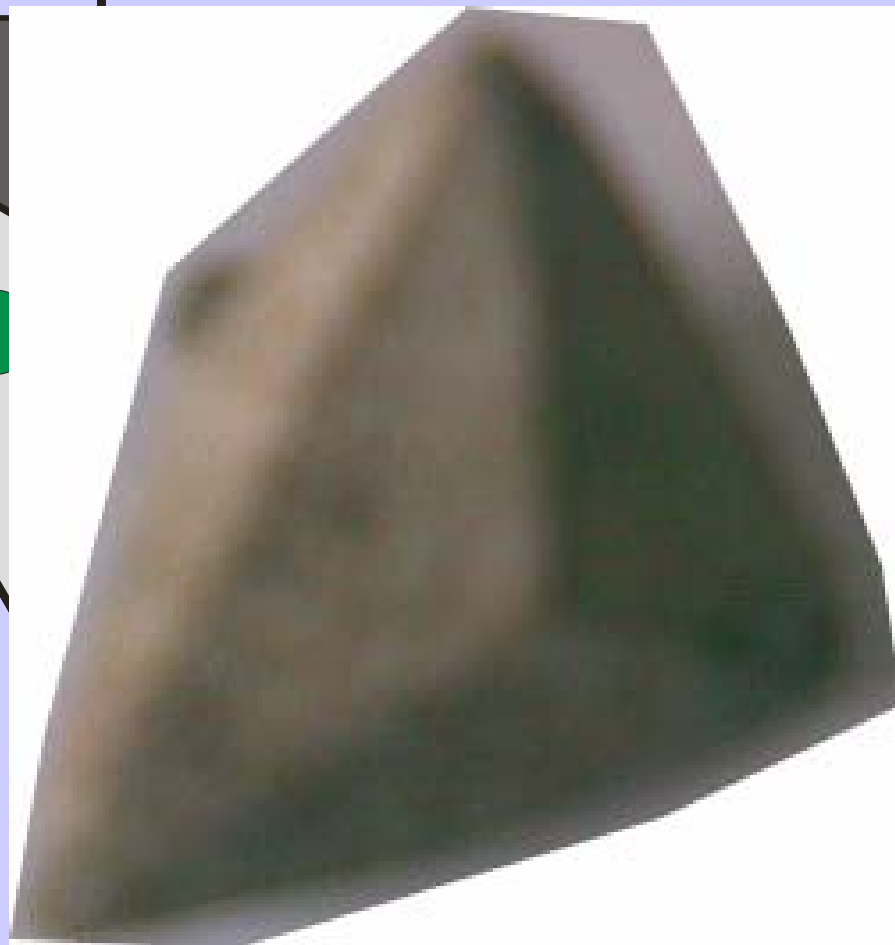
*Не беда! Вычислим!*

# *Тетрагон*

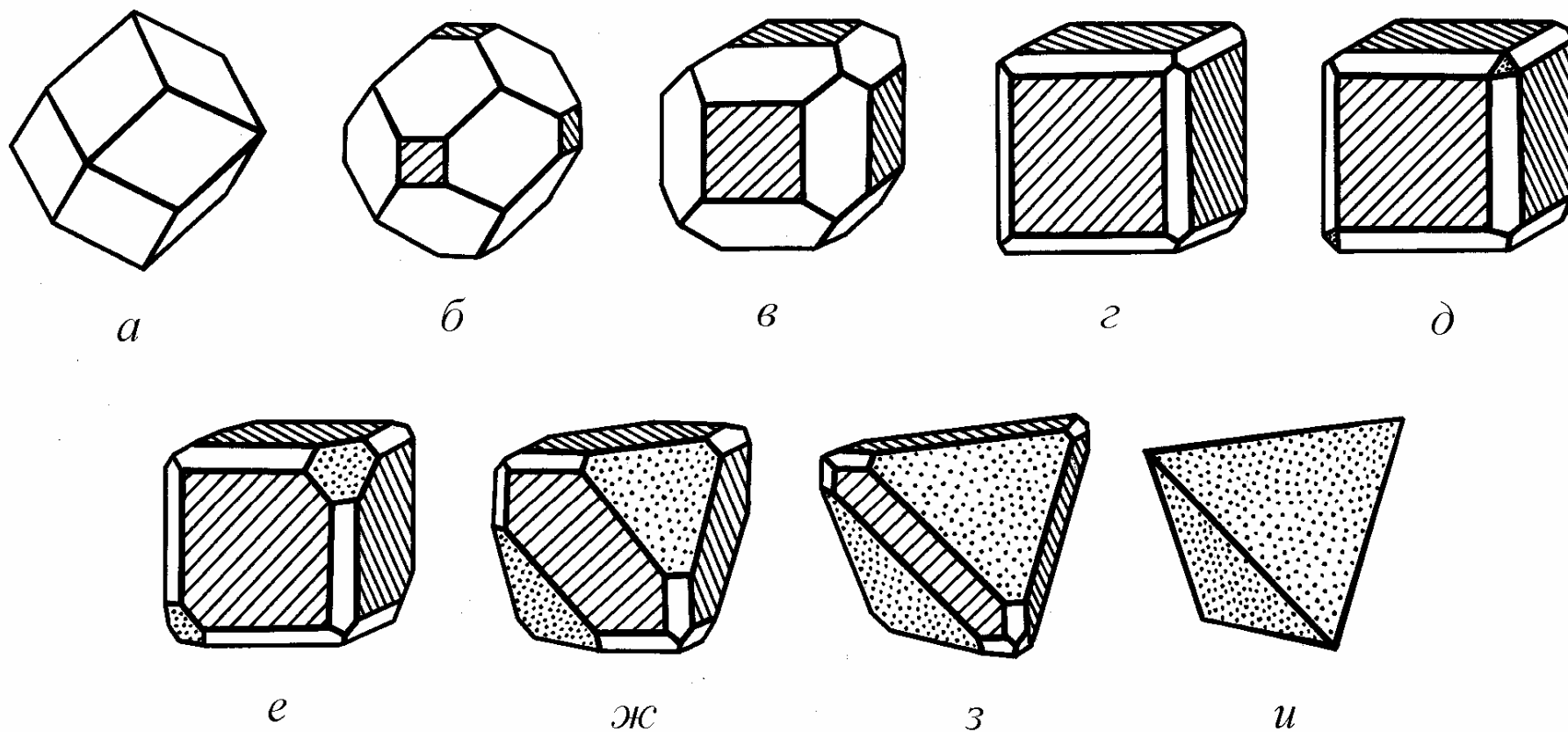




*Тригон*

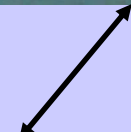
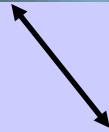
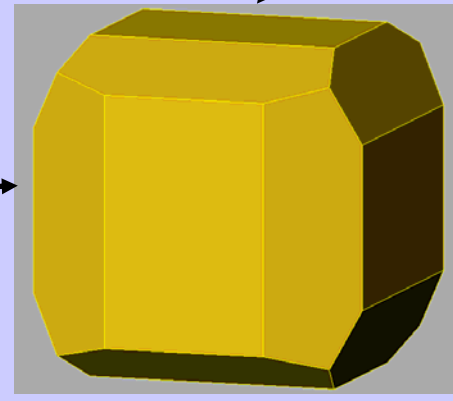
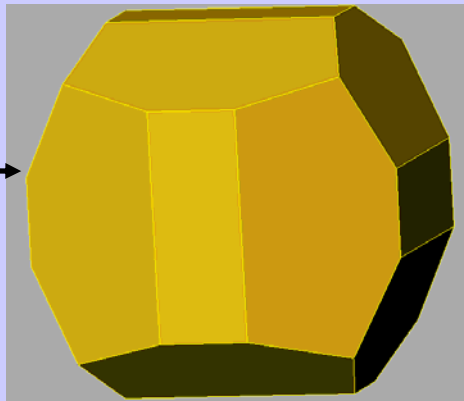
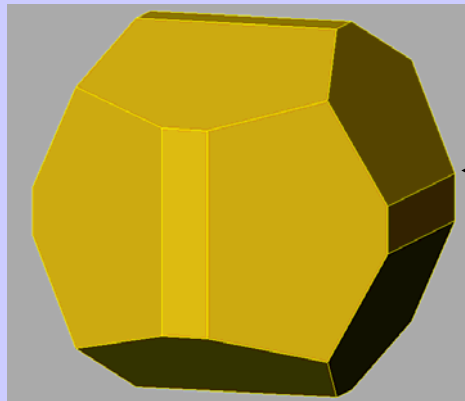


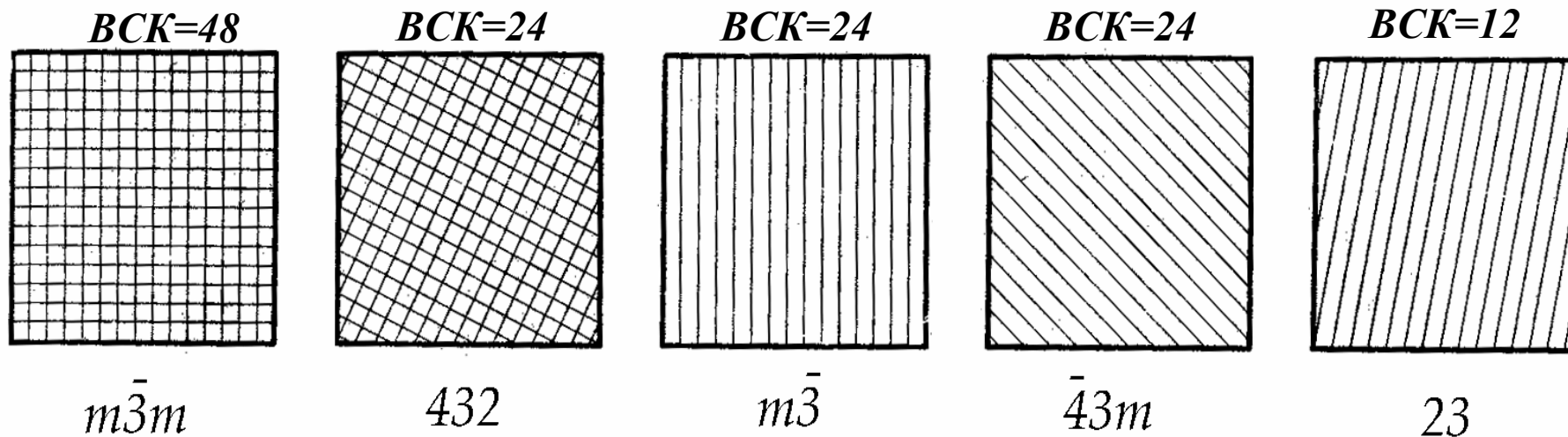
*др*



Изменение габитуса кристалла от ромбододекаэдрического (а), через гексаэдрическиромбододекаэдрический (в) и через гексаэдрическитетраэдрическиромбододекаэдрический (е,ж) до тетраэдрического.







**$4mm$**

$BCC=8$

$$48/8 = 6$$

**$4$**

$BCC=4$

$$24/4 = 6$$

**$mm2$**

$BCC=4$

$$24/4 = 6$$

**$(mm2)$**

$BCC=4$

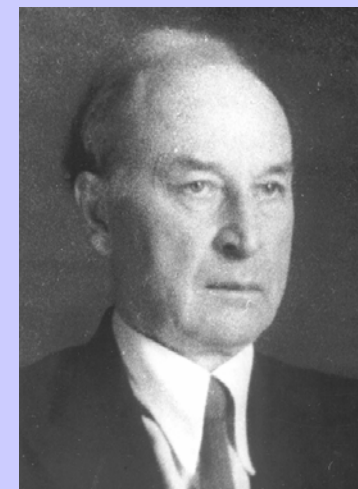
$$24/4 = 6$$

**$2$**

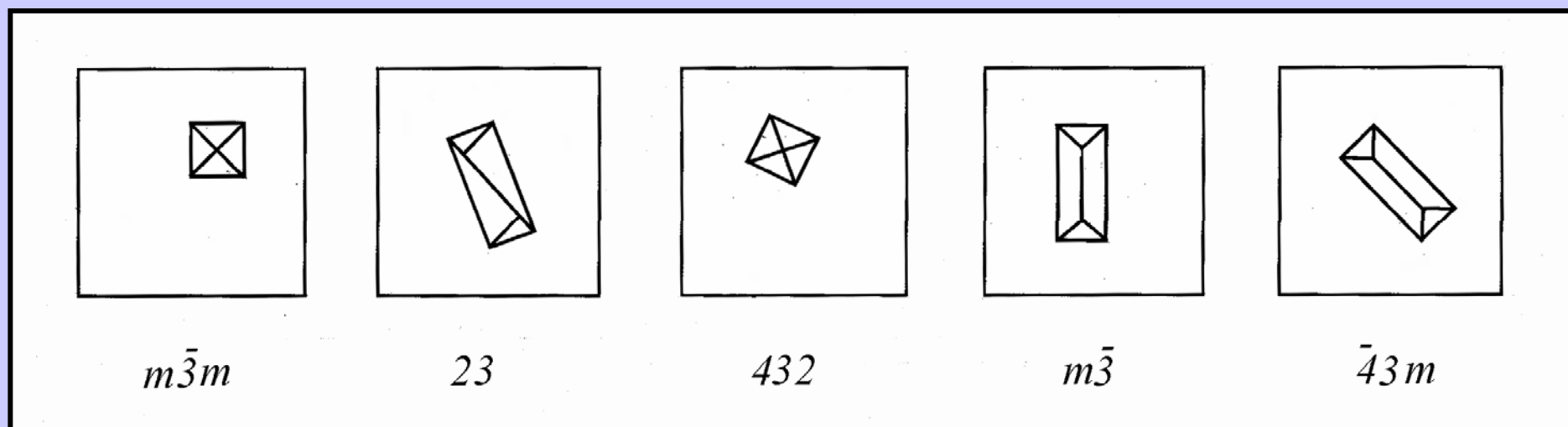
$BCC=2$

$$12/2 = 6$$

Собственная симметрия граней пяти разновидностей куба, принадлежащих пяти классам кубической сингонии (по А. В. Шубникову)



Реальную симметрию кристаллов можно выявить не только по фигурам роста, но и по **фигурам растворения**, образующимся под действием природных растворов. Кроме того, подобрав соответствующий растворитель и нанеся его капли на разные по симметрии грани кристалла, получим, как результат растворения поверхности кристалла, фигуры травления, отличающиеся по форме и указывающие на их истинную симметрию



Фигуры травления на гранях куба различной симметрии

Учет симметрии простых форм, а следовательно, и их физических свойств, позволило член-корреспонденту РАН, первому основателю кафедры кристаллографии и кристаллохимии **Г.Б. Бокию** (1909-2002 г.г.) увеличить общее число физически различных простых форм с **47** до **146**



при учете энантиоморфных пар –  
получается

**193**

Если же учесть тот факт, что в классах с полярными направлениями параллельные друг другу грани с символами  $(hkl)$  и  $(\bar{h}\bar{k}\bar{l})$  не выводятся друг из друга операциями симметрии класса и образуют так называемые *положительные и отрицательные* формы (например, грани положительного  $(111)$  и отрицательного  $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$  тетраэдров в классе  $23$ ), то число простых форм будет



318