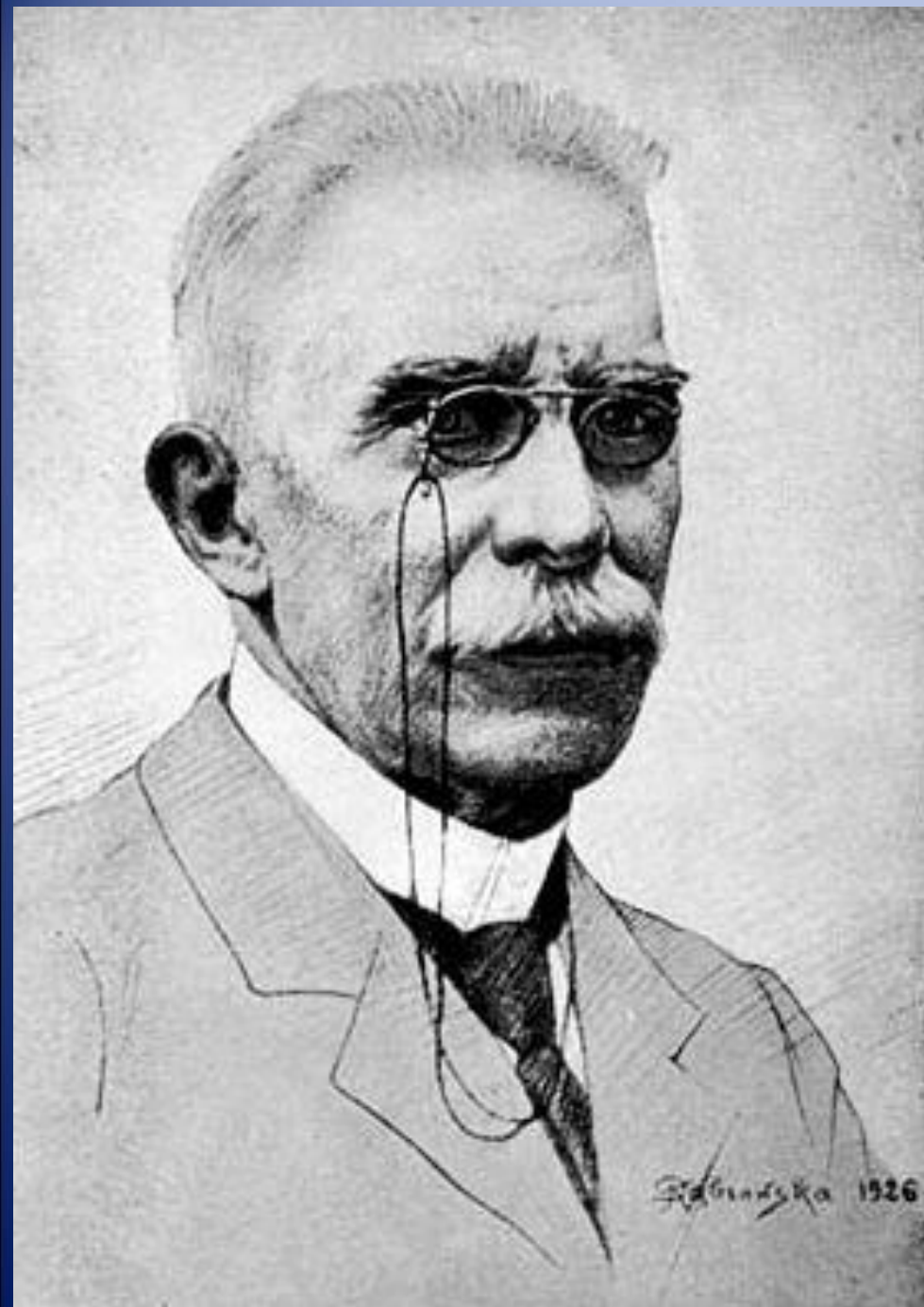


# Термический анализ

Доцент кафедры месторождений полезных  
ископаемых Шарова Татьяна Викторовна  
Преподаватель кафедры месторождений полезных  
ископаемых Рыбин Илья Валерьевич

- *Термический анализ* представляет собой метод исследования физико-химических и химических превращений, происходящих в веществе при программированном изменении температуры как при нагревании, так и при охлаждении.



Родоначальник  
термического анализа  
французский ученый  
**Анри Луи Ле Шателье**

- С помощью этого метода обнаруживают тепловую природу, эндо- или экзотермический характер и температурный интервал превращения

В процессе нагревания или охлаждения вещества, регистрируются не только его тепловые свойства, но и изменения массы, объема, состава и количества выделяющихся газов, электропроводности, магнитной восприимчивости и т.д.

термические методы делятся:

- дифференциальный термический анализ (ДТА)
- термогравиметрия
- термодилатометрия
- термомагнитометрия
- термоволюметрия



# Дифференциальный термический анализ (ДТА)

- Основан на регистрации тепловых эффектов, сопровождающих физические превращения и химические реакции, происходящие под воздействием высоких температур.

# Термогравиметрический анализ (ТГ)



- Основан на получении и изучении закономерностей изменения веса вещества при нагревании.



# Термодилатометрический анализ

- Позволяет определять изменение длины и объема образца в зависимости от температуры.





# Термомагнитометрический анализ

- Изучение магнитных свойств минералов в зависимости от температуры



# Термоволюметрический анализ

- Позволяет регистрировать объем выделяющегося из образца газов при повышении температуры.

В общей практике изучения минерального вещества под термическим анализом подразумевается совокупность двух методов *ДТА* и *ТГ*

Результатом термического анализа являются термические кривые – *термограммы* (*кривые нагревания*), которые зависят главным образом от химического состава и структуры исследуемого вещества

В результате анализа фиксируются фазовые превращения и химические реакции:

- Плавление
- Кипение
- Испарение
- Перестройка или разрушение кристаллической структуры
- Реакции диссоциации
- Дегидратации
- Разложения
- Окисления и др.

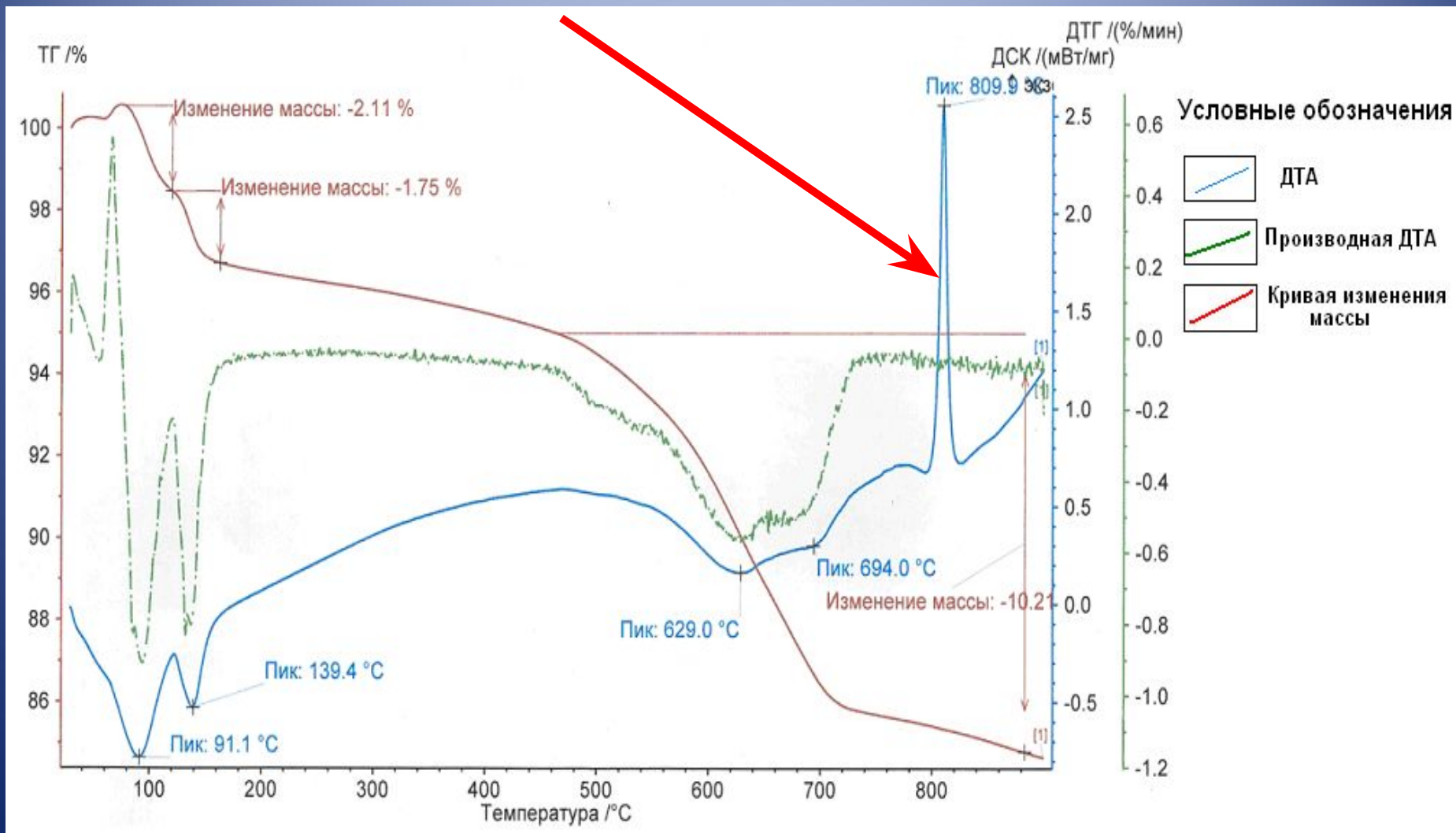
Каждому превращению в образце соответствует свой термический эффект:

- экзотермический в случае выделения тепла (обозначается знаком (+)),
- 
- эндотермический в случае поглощения тепла (обозначается знаком (-))

# Вид процесса

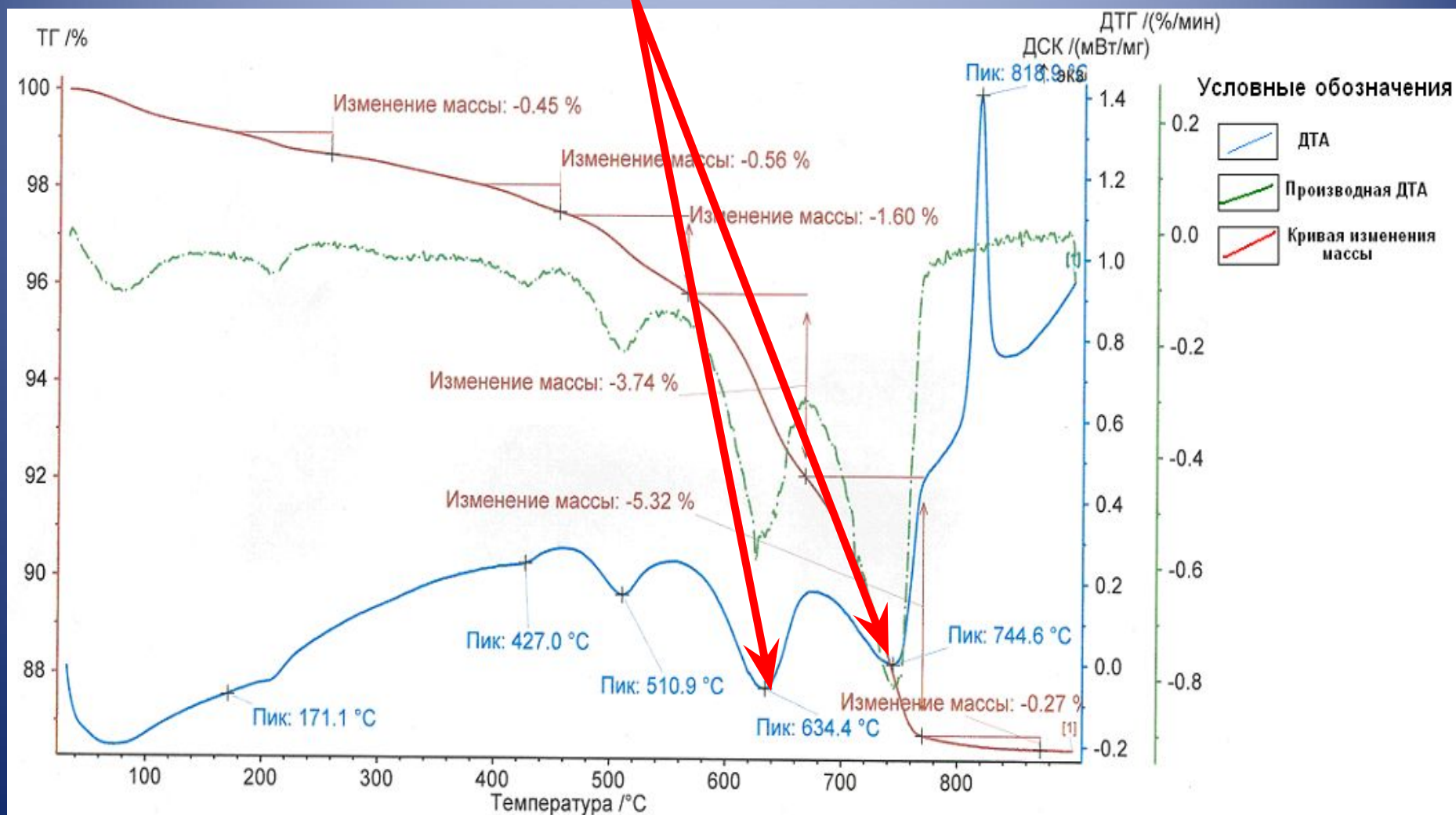
Физический		Химический	
Наименование	Изменение теплосодержания	Наименование	Изменение теплосодержания
Плавление	(-)	Разложение (диссоциация и дегидратация)	(-)
Кипение, возгонка испарение	(-)	Соединение и взаимодействие (обмен)	(+)
Адсорбция	(+)	Окисление, восстановление	(+)
Полиморфные превращения	(+),(-)	Изомеризация	(+) (-)
Переход из аморфного вещества в кристаллическое (укрупнение кристаллов)	(+)	Реакции в твердой фазе	(+) (-)
Распад твердых растворов, в т.ч. упорядочение структуры и переходы ферромагнетика в парамагнетик	(+)		

# Экзотермический эффект



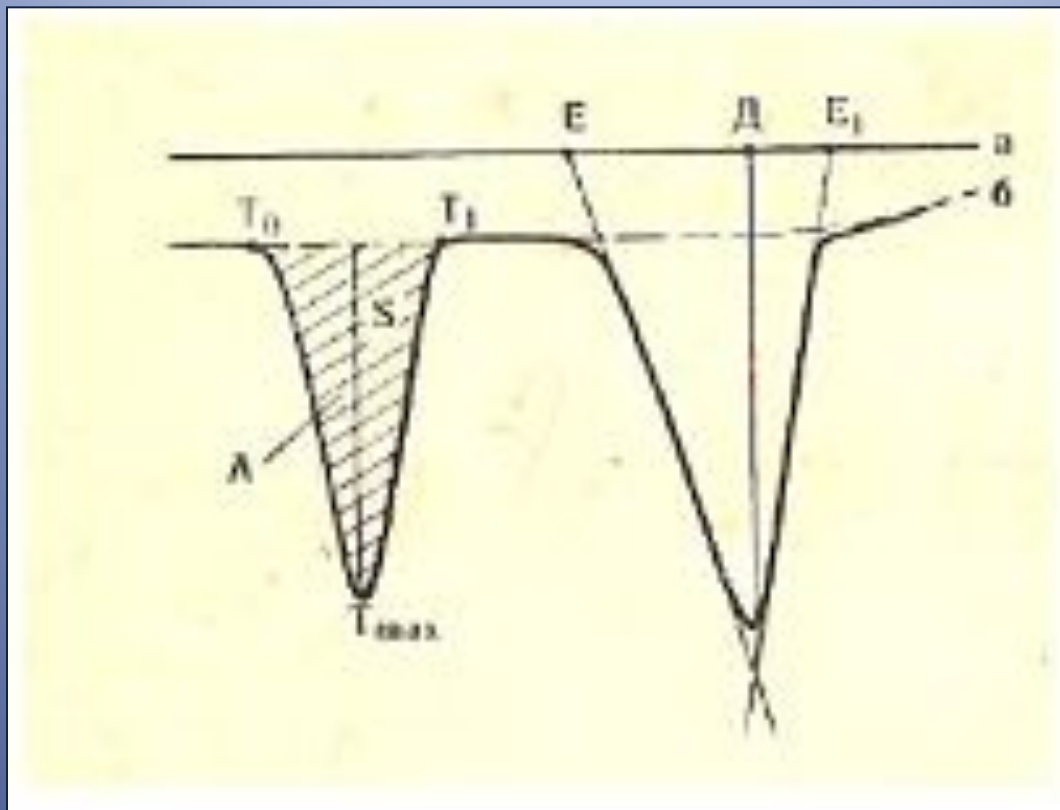
Термограмма кимберлитовой брекчии

# Эндотермический эффект



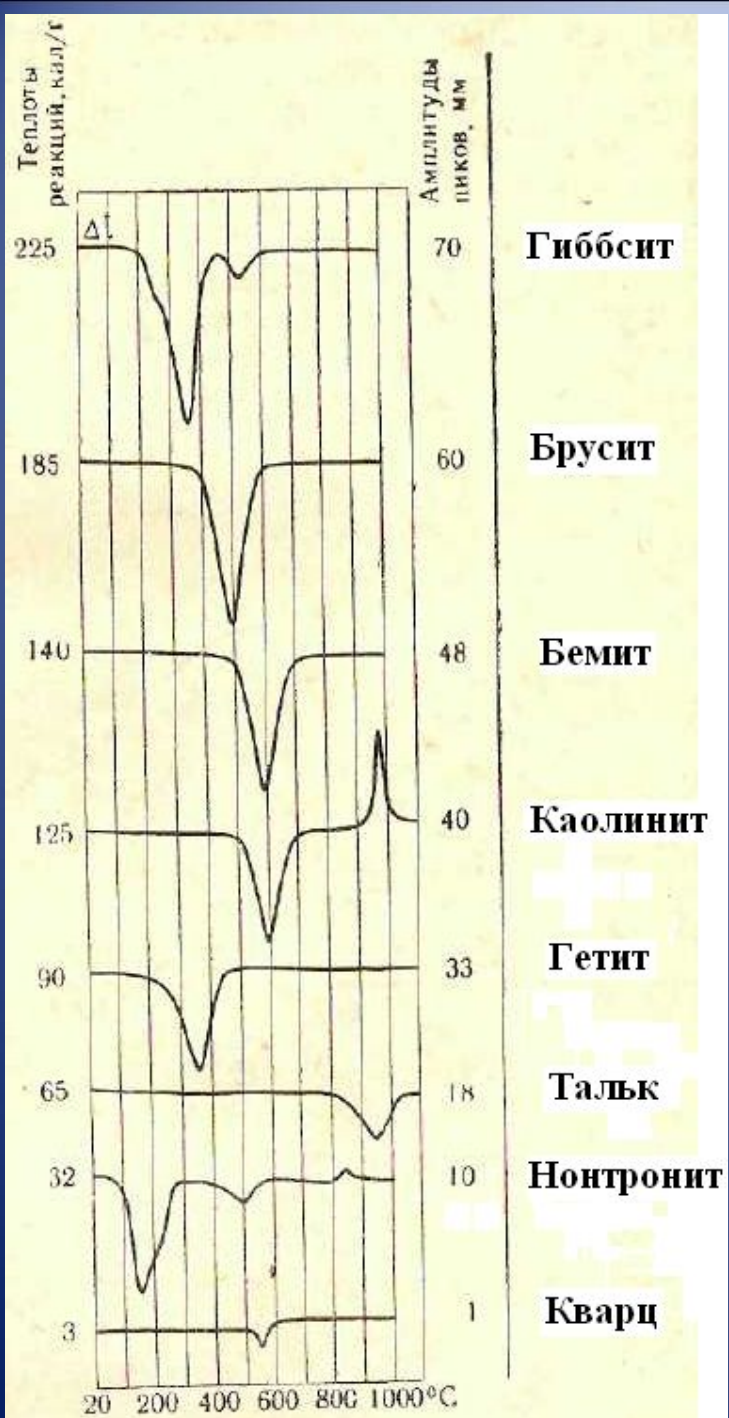
Термограмма автолитовой брекчии





## Геометрические элементы кривой ДТА

а) нулевая и базисная линии; б) температуры  $T_0$  – начало термического эффекта,  $T_1$  – окончание термического эффекта,  $T_{max}$  – максимум термического эффекта,  $T_1 - T_2$  – интервал температур термического эффекта,  $S$  – площадь,  $A$  – амплитуда, с)  $E_1Д/ЕД$  – индекс формы термического эффекта



# Термограммы различных минералов

# Задачи термического анализа

1. Диагностика более 700 минеральных видов
1. Установление степени гидротермальных изменений ультраосновных и основных пород
1. Проведение количественного фазового анализа полиминеральных скоплений без разделения их на мономинеральные фракции
1. Определение форм нахождения рассеянного органического вещества в породах
1. Уточнение структурных особенностей минералов, прежде всего форм нахождения воды, характер полиморфных превращений

# Примеры термоактивных минералов:

- с наличием эндоэффектов (слюды, гранаты, амфиболы, тальк, карбонаты);
- с наличием эндо- и экзоэффектов (урановые, фосфаты, каолинит, серпентинит, хлориты);
- с наличием экзоэффектов (окислы, сульфиды);
- термоинертные минералы – (полевые шпаты, оливин, нефелин и др.).

# с наличием эндоэфффертов



Слюда



Доломит



Сидерит

# с наличием эндо- и экзоэфффертов



Серпентинит



Каолинит



Хлорит

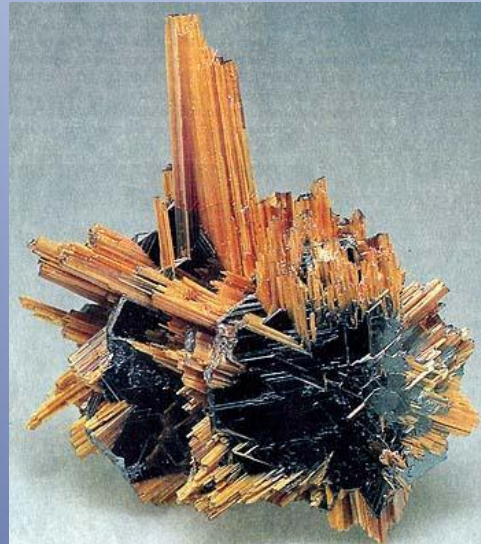


Уран

# с наличием экзоэффектов



Гематит



Рутил



Корунд



Пирит

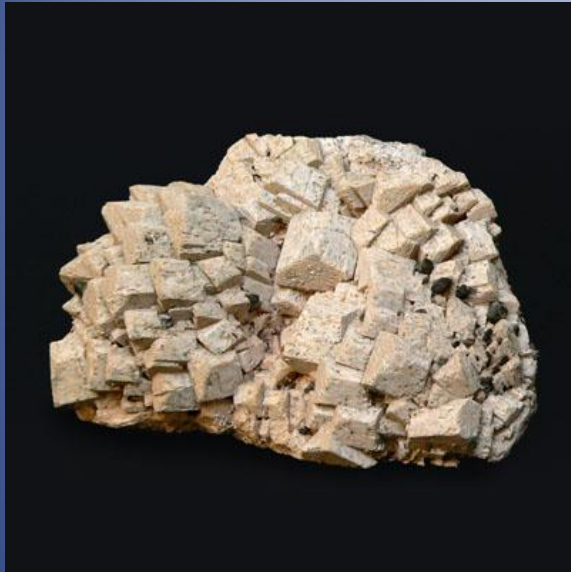


Кварц



Касситерит

# термоинертные минералы



**Микроклин**



**Ортоклаз**



**Лабрадор**



**Нефелин**





Синхронный термический  
анализатор STA 409 PC Luxx®



Прибор синхронного термического  
анализа STA 409 CD с квадрупольным  
масс-спектрометром QMS  
403C Aeolos

