Задача №2
«Спящий Амур»

Команда Гимназии №1

«Берлинская лазурь»

Докладчик: Дудко Евгений

Условие

Микеланджело Буонарроти был талантлив практически во всех видах искусства – скульптура, живопись, поэзия, архитектура и т.д. Но гений Микеланджело не заканчивался на этом. Считается, что он изваял статую «Спящий Амур», причём сделал это так, что она была признана подлинно античной и продана кардиналу Рафаэлю Риарио за очень приличную по тем временам сумму.

Допустим, что вы оказались в конце XV века, и именно вам **нужно установить подлинность этой статуи — химическим путём.** Каким образом вы бы это сделали? **Упростилась бы задача в наше время, и если да, то насколько?**

Анализ задачи:

Материал – мрамор

Виды мрамора:

доломитовый – $MgCa(CO_3)_2$

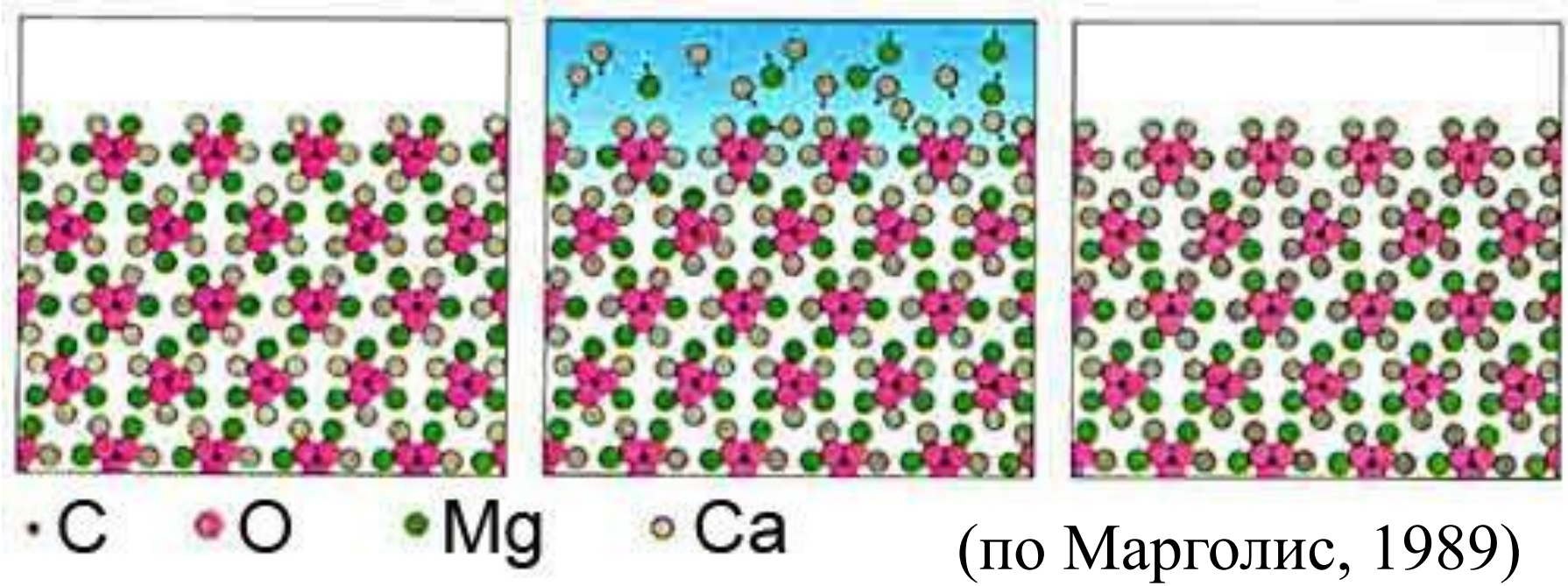
кальцитовый – $CaCO_3$

Под действием времени на поверхности образуется корка выветривания

Корка выветривания

Факторы: влага, CO_2, ветер и др.

Доломитовый мрамор:



(по Марголис, 1989)

Кальцитовый мрамор:

$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \leftrightarrow Ca(HCO_3)_2$ (на поверхности)

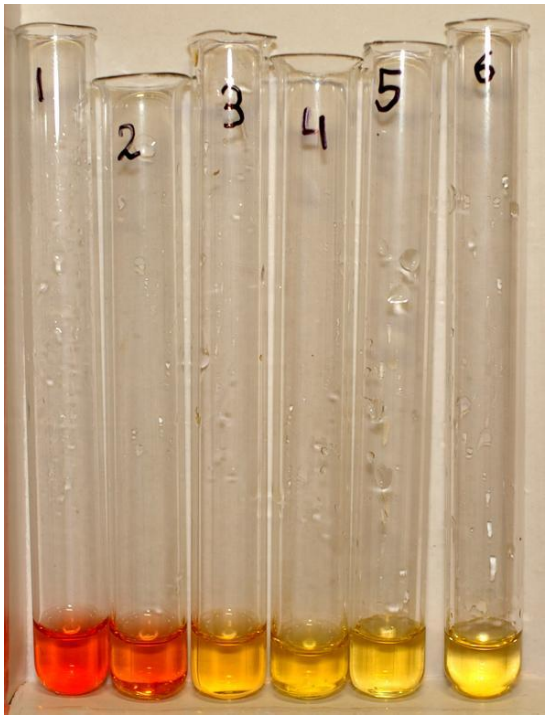
Определение подлинности в XV веке

$MgCa(CO_3)_2 + 4HCl_{(0,1M)} = MgCl_2 + CaCl_2 + 2CO_2\uparrow + 2H_2O$ (медленно)

$CaCO_{3(кристаллы)} + 2HCl_{(0,1M)} = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$ (быстро)

$CaCO_3 + 2HCl_{(0,1M)} = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$ (очень быстро)

$FeSO_4 \cdot 7H_2O + 2NaCl = 2HCl\uparrow + FeO + Na_2SO_4 + 6H_2O\uparrow$ (нагревание)



Индикатор, выделенный из лепестков красной розы.

Чёткий переход pH 2-3.

Корка выветривания

В аридных условиях (пустыни, полупустыни) на поверхности может образоваться пустынный загар.

Пустынный загар – тонкая (до 100 мкм) – темная пленка (Fe_2O_3 + MnO_2). Образуется при участии микроорганизмов.

$MgCa(CO_3)_2 + 4HCl_{(0,1M)} = MgCl_2 + CaCl_2 + 2CO_2\uparrow + 2H_2O$

$CaCO_3 + 2HCl_{(0,1M)} = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

$Fe_2O_3 + 6HCl_{(0,1M)} = 2FeCl_3 + 3H_2O$

$MnO_2 + HCl_{(0,1M)}$ = (не идет)

$MnO_2 + 4HCl_{(конц)} = MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$

$MnCl_2 + Na_2S = MnS\downarrow + 2NaCl$

Если корка выветривания уничтожена?

- кислотные дожди
-хранение в кислой почве
- морская вода
- испорчена искусственно

Определение подлинности практически невозможно.

Современные методы

$2MnCl_2 + 5PbO_2 + 6HCl = 2HMnO_4 + 5PbCl_2 + 2H_2O$

$2MnCl_2 + 5K_2S_2O_8 + 8H_2O = 2KMnO_4 + 8KHSO_4 + 4HCl + 2H_2SO_4$

Другие методы определения подлинности:

- электронная микроскопия (сравнение структуры внутреннего и поверхностного слоев);
- масс-спектрометрия (анализ элементного состава, стабильные изотопы и радиоизотопы: ^{14}C, ^{41}Ca, ^{36}Cl);
- радиационная дозиметрия (термолюминесценция, оптически стимулированная люминесценция).

Вывод

Предложен метод определения «подлинности» мраморной статуи. Действие соляной кислоты (доступна в средние века) в присутствии индикатора (из лепестков розы) на образцы изнутри и с поверхности статуи дадут разные результаты для древних скульптур и одинаковые – для современных.

Если статуя хранилась в условиях пустыни и покрыта «пустынным загаром», критерием подлинности может служить присутсвие в пленке MnO_2 (нерастворим в разбавленной HCl, растворим в концентрированной HCl).

Решение задачи химическими методами в наше время также сложно. Более корректно определить возраст можно с помощью электронной микроскопии, масс-спектрометрии, радиационной дозиметрии.

Спасибо за внимание!

Литература

1) Вагнер, Г.А. Научные методы датирования в геологии, археологии и истории. – М.: «Техносфера», 2006. – 576 с.
2) Марголис, С.В. Установление подлинности античных мраморных скульптур с помощью геохимических методов. – В мире науки (Scientific American. Издание на русском языке). – 1989. № 8. – С. 66-73.
3) Каталог минералов http://www.catalogmineralov.ru
4) Геологический словарь. Методы диагностики карбонатов. http://www.cnshb.ru/AKDiL/0042/base/RM/004816.shtm