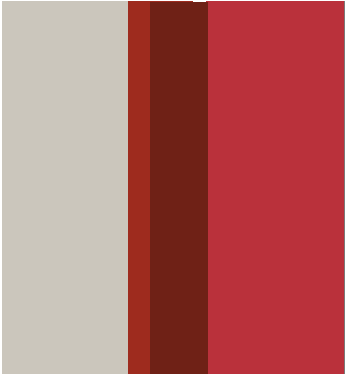




Диоксид титана DuPont – введение

Юрий Свистельников

Москва



The miracles of science™

© 2009 E.I. du Pont de Nemours and Company. All Rights Reserved. The DuPont oval™, the miracles of science™, DuPont and Product Name® are trademarks or registered trademarks of E. I. du Pont de Nemours and Company.



Содержание лекции:

- История компании Дюпон
- Общая информация о TiO_2
- Физика процесса светорассеяния
- Производство TiO_2



A little bit of history ...



E. I. du Pont de Nemours:
Founder of DuPont de Nemours.



In the beginning ...



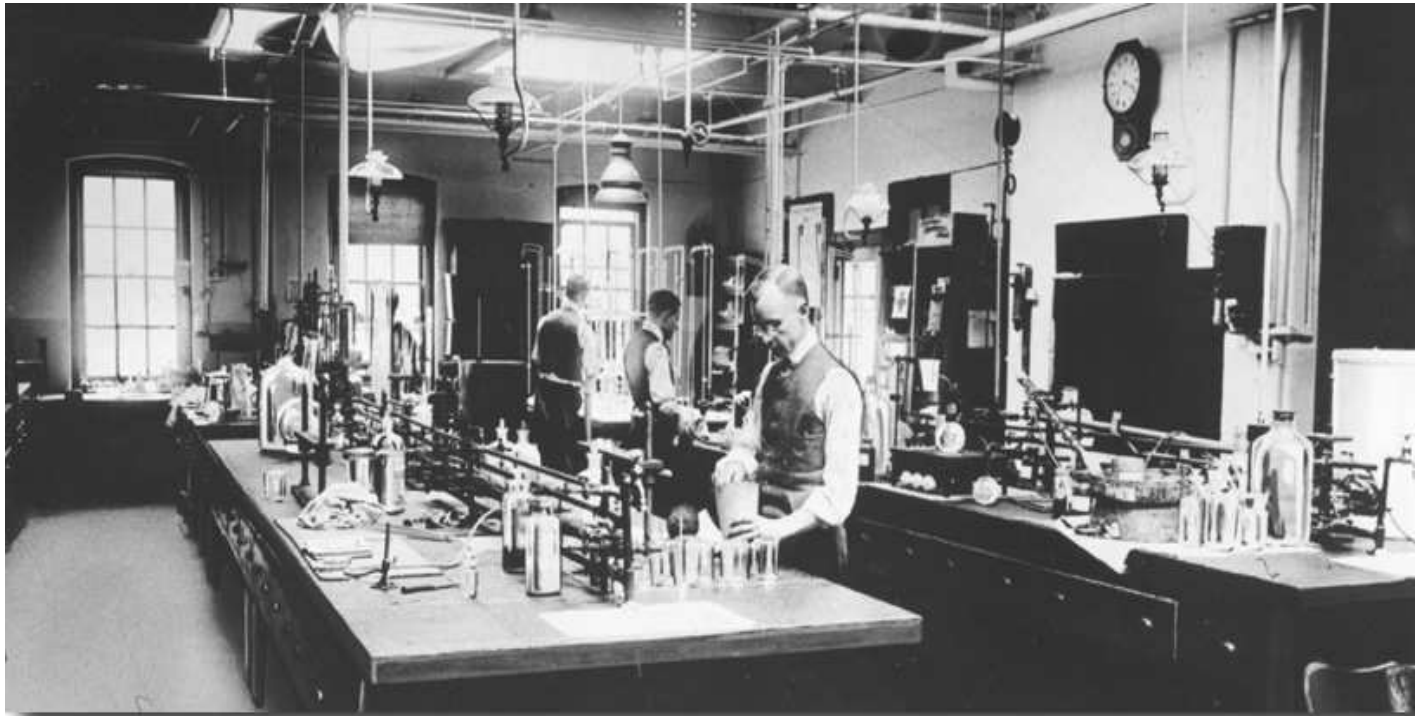
DuPont manufactured gun powder.





A DuPont powder mill,
in Wilmington, Delaware in
1865.





DuPont set up a research facility, the DuPont Experimental Station in 1903.





This is the Experimental Station today.



Some DuPont Brands You May Recognize...



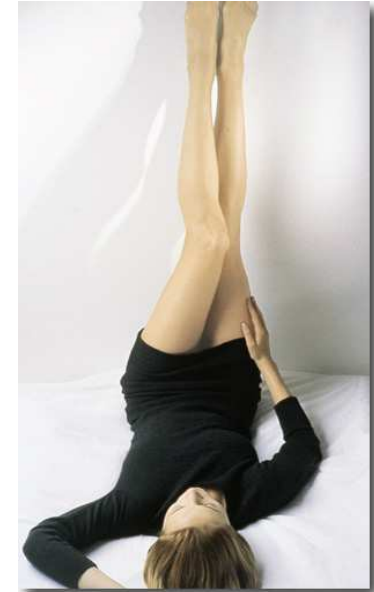
Teflon®



Corian®



CoolMax®



Lycra®



Nomex®



Nylon®



Kevlar®



Tyvek®

Fr



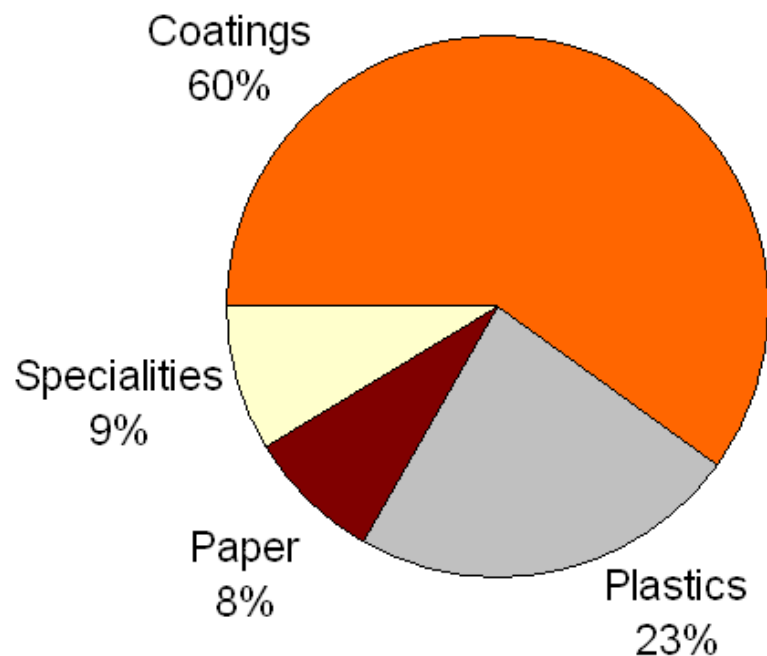
- Открыт в 1791
- Такой же прочный, как сталь, но на 45% легче
- Высокая сопротивляемость коррозии
- Распространен в земной коре в виде смешанных оксидов

Диоксид титана

- **Супербелый пигмент**

- Объем мирового рынка - \$10 млн.
- Главные области применения

- ЛКМ
- Пластики



TiO_2 : декоративный и защитный

- **ЛКМ**



- **Пластики**



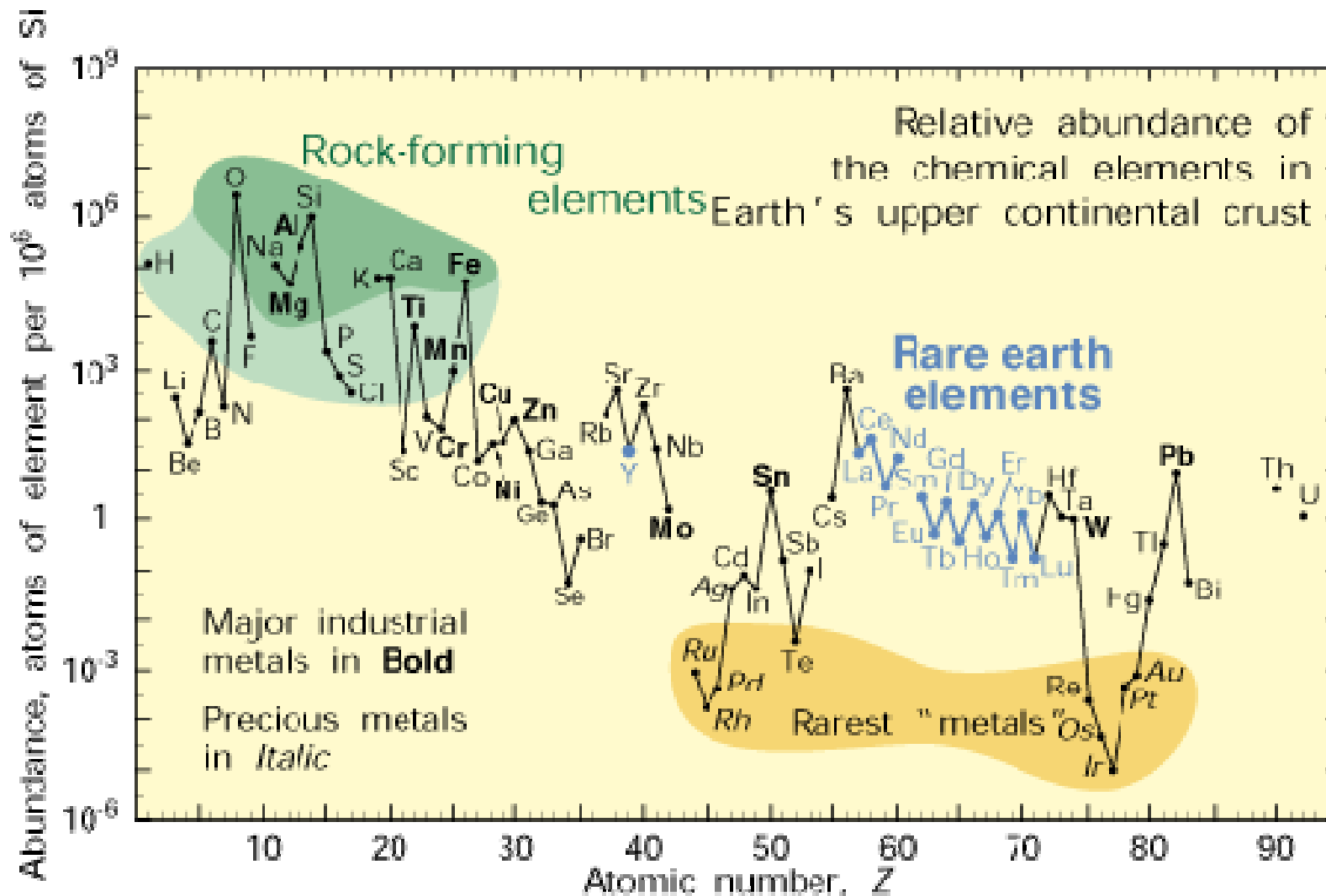
- **Бумага**



- **Специальные применения**



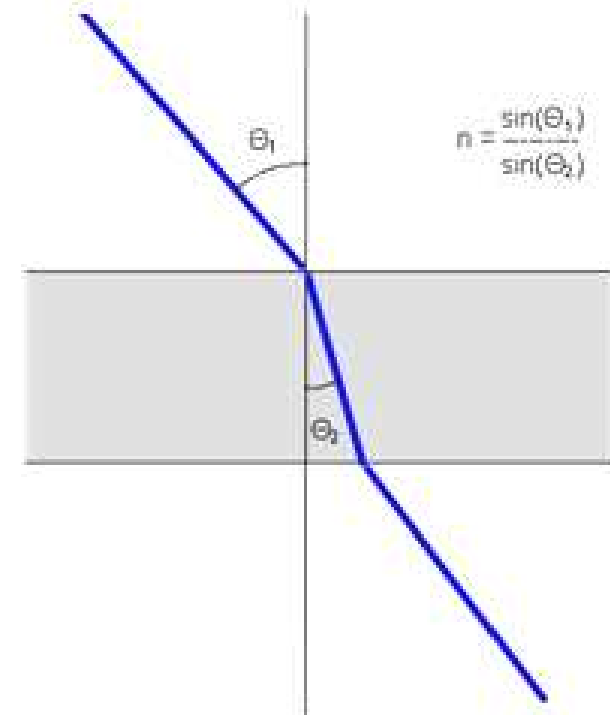
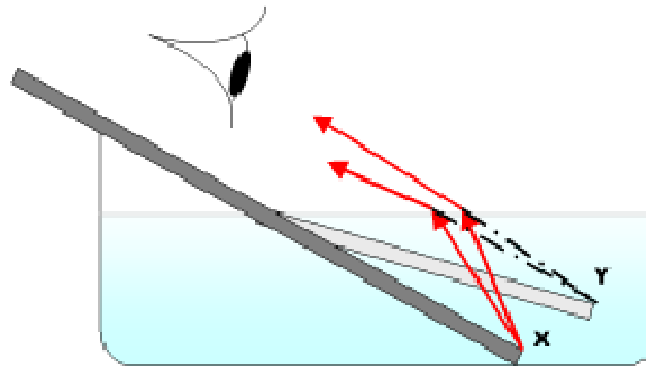
9-ый наиболее часто встречающийся в природе элемент - th most abundant element



Коэффициент (показатель) преломления (n)



$$n_{\text{воды}} = 1.33$$
$$n_{\text{воздух}} = 1.00$$

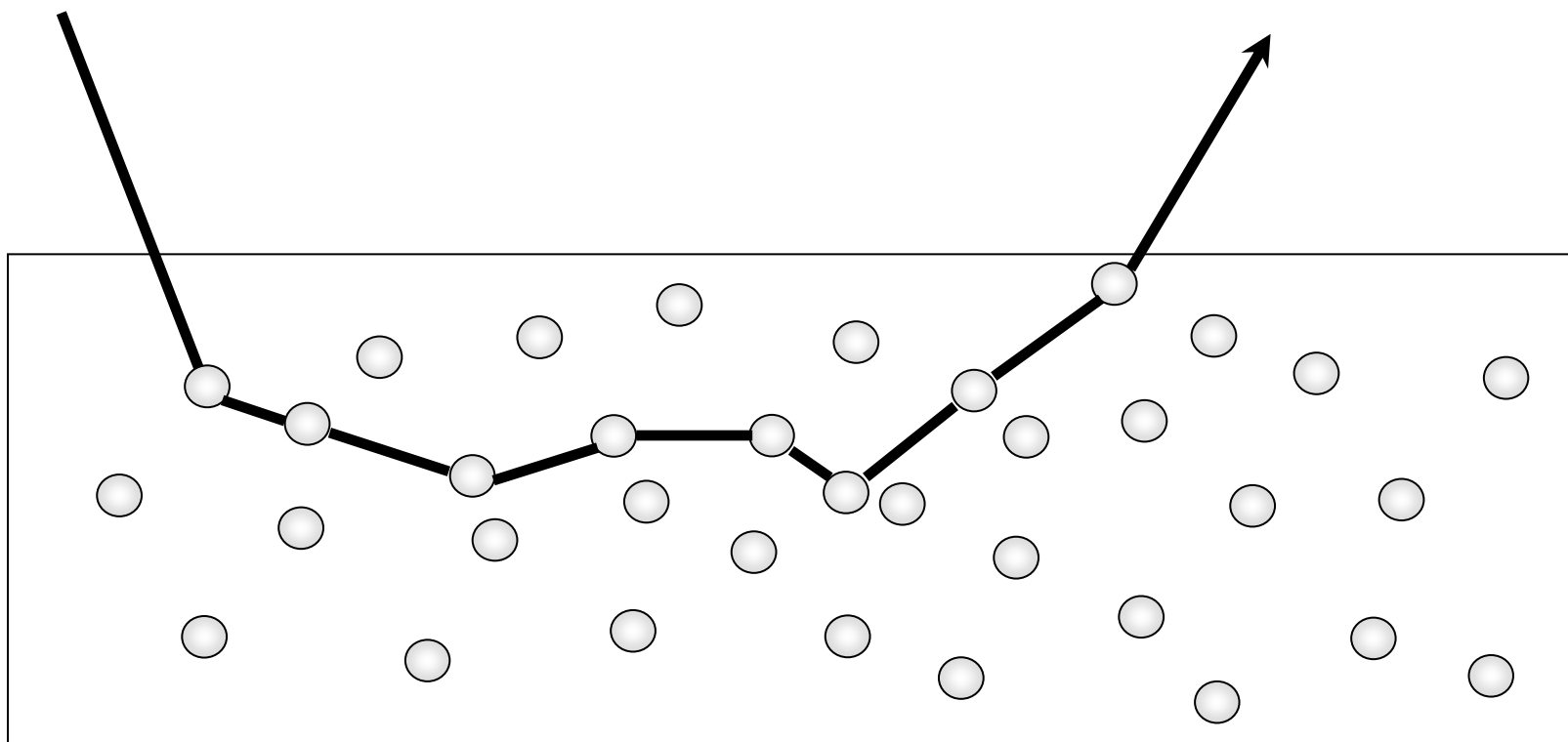


$$n_{\text{TiO}_2} = 2.73$$
$$n_{\text{матрицы}} = 1.5$$

Как производители TiO_2 добиваются его максимальной укрывистости?

- TiO_2 прозрачен для видимого спектра света: отсутствие светопоглощения

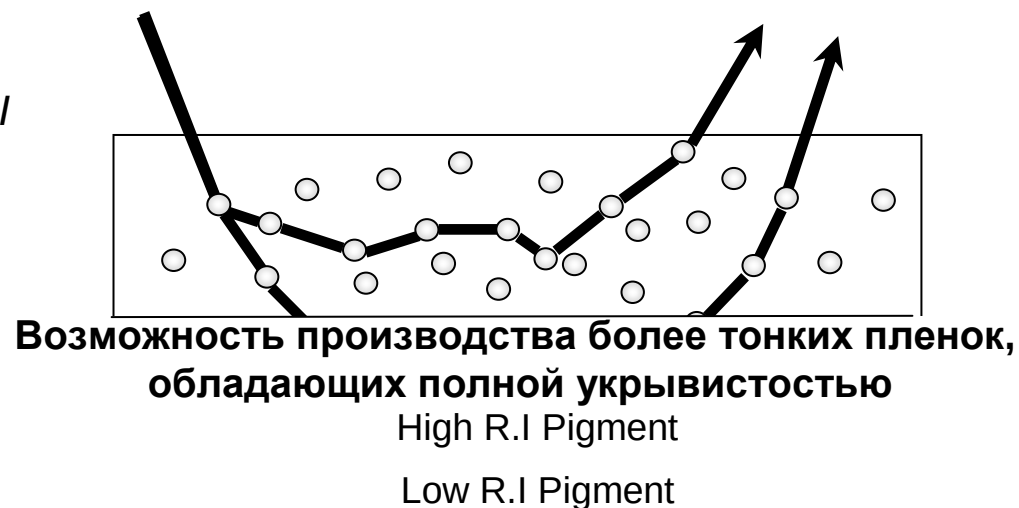
→ укрывистость за счет рассеивания света



Как производители TiO_2 добиваются его максимальной укрывистости?

- Эффективность светорассеяния зависит от
 - Коэффициента преломления
 - Размещения частиц (распределение)

преломление



Почему применяют TiO_2 ?

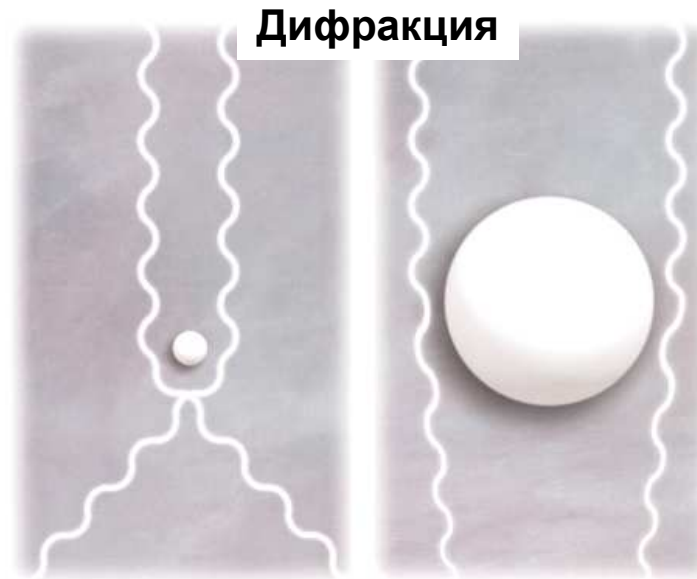
- Это самый лучший пигмент, если говорить об укрывистости и белизне



Пример: при равной концентрации TiO_2 (рутил) и ZnO для достижения одинаковой укрывистости, в случае использования ZnO слой ЛКМ должен быть в 6 раз толще

Как производители TiO_2 добиваются его максимальной укрывистости?

- Эффективность светорассеяния зависит от
 - Показателя преломления
 - Размера частиц (распределение)



Распределение частиц TiO_2 по размерам



D. M. Scott / C. Torardi

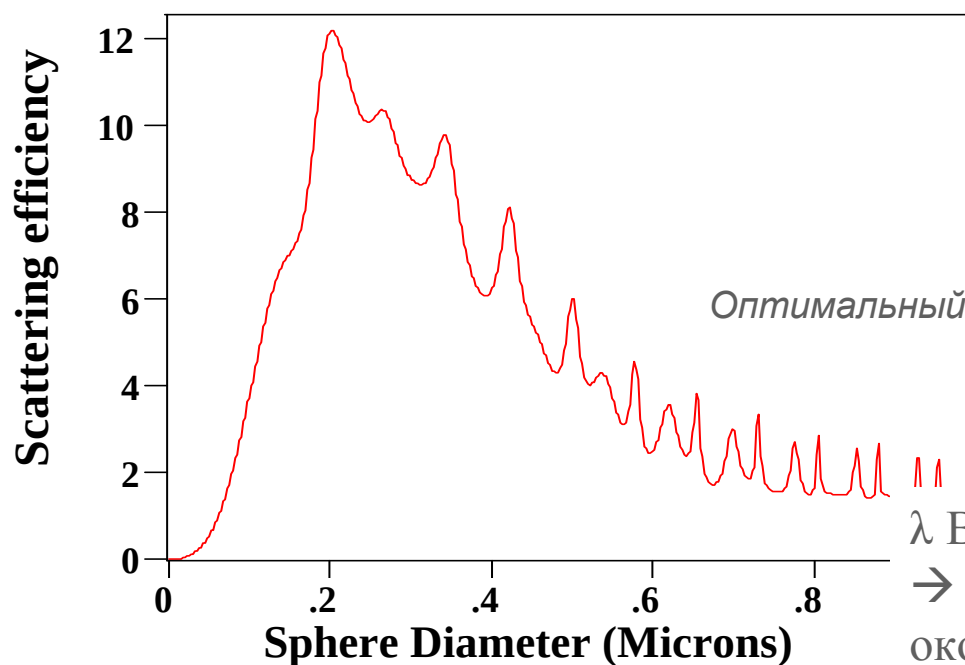
d50	199 nm	87 nm	44 nm	26 nm	3 nm	Вода
d90	333 nm	204 nm	74 nm	45 nm	6 nm	

Все образцы: 0.1% TiO_2 в воде



Как производители TiO_2 добиваются его максимальной укрывистости?

- Эффективность светорассеяния зависит от
 - Коэффициента преломления
 - Размера частиц (распределение)

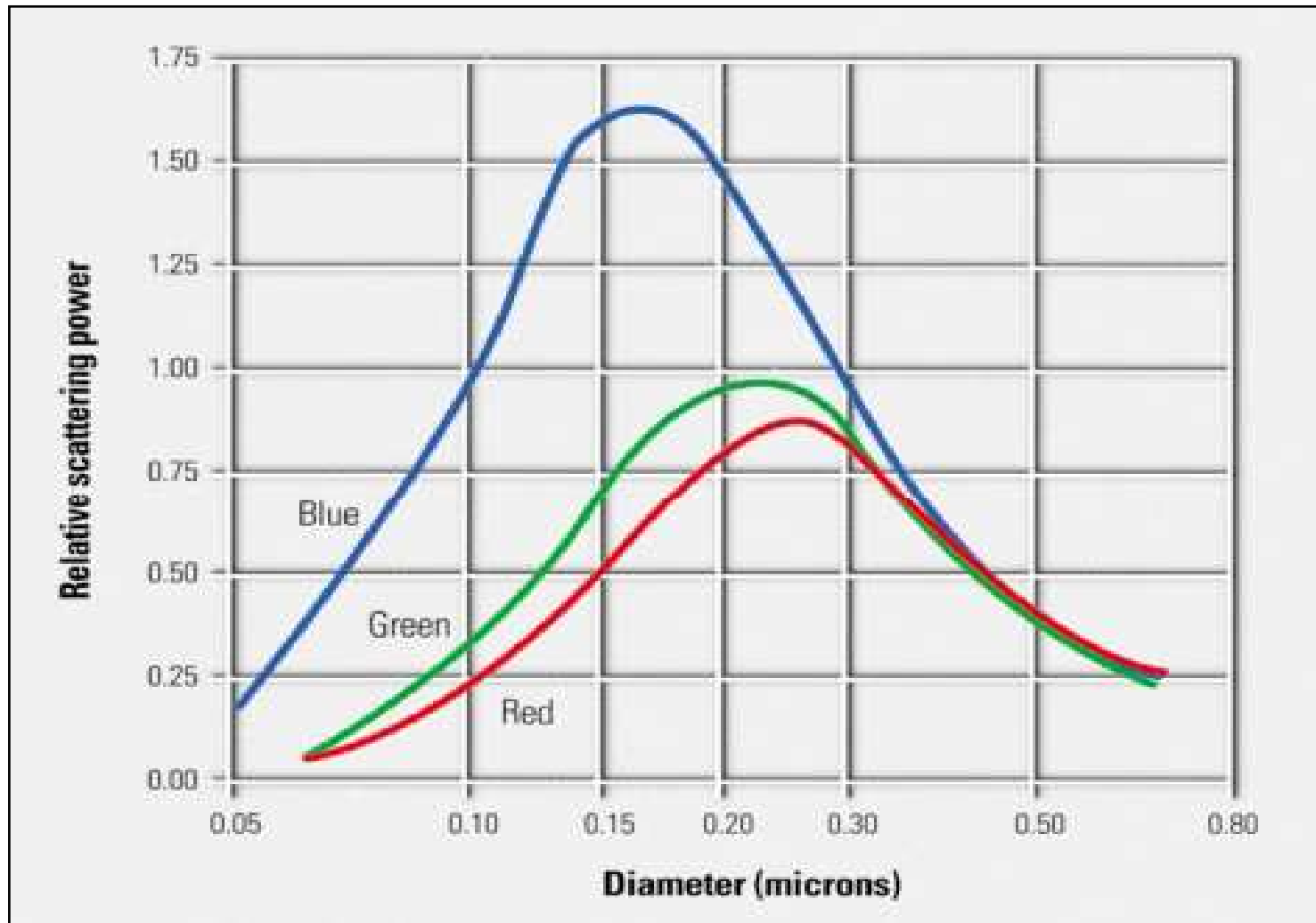


Аппроксимация:

$$\text{Оптимальный размер частицы} \approx \frac{2 \lambda}{\pi (n_1 - n_2)} \quad (\text{Weber})$$

λ Видимого света около 400-750nm
→ Оптимальный размер частицы TiO_2
около 200-375nm

Размер частицы TiO_2 может оказывать влияние на цвет конечного продукта

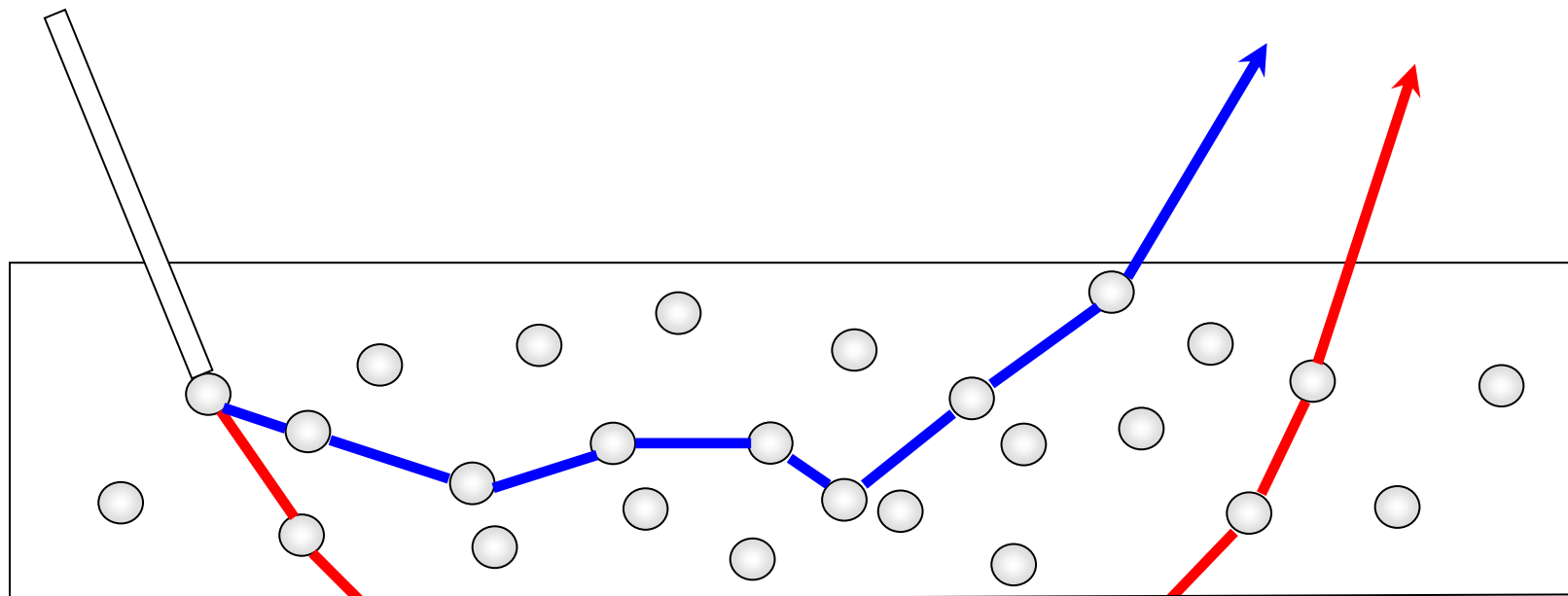


Оттенок: соотношение рассеяния **голубого** и **красного** цвета



Размер частицы TiO_2 может оказывать влияние на цвет

Неполная укрывистость



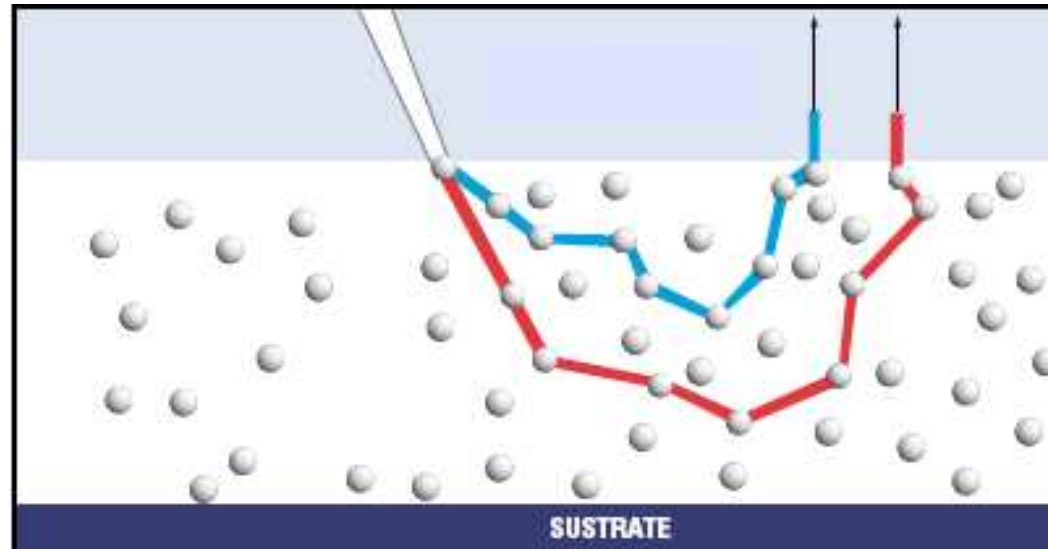
Отраженный белый свет более насыщен «голубой» частью спектра, в то время как красная часть поглощается в большей степени

Пример: пигмент с частицами меньшего размера

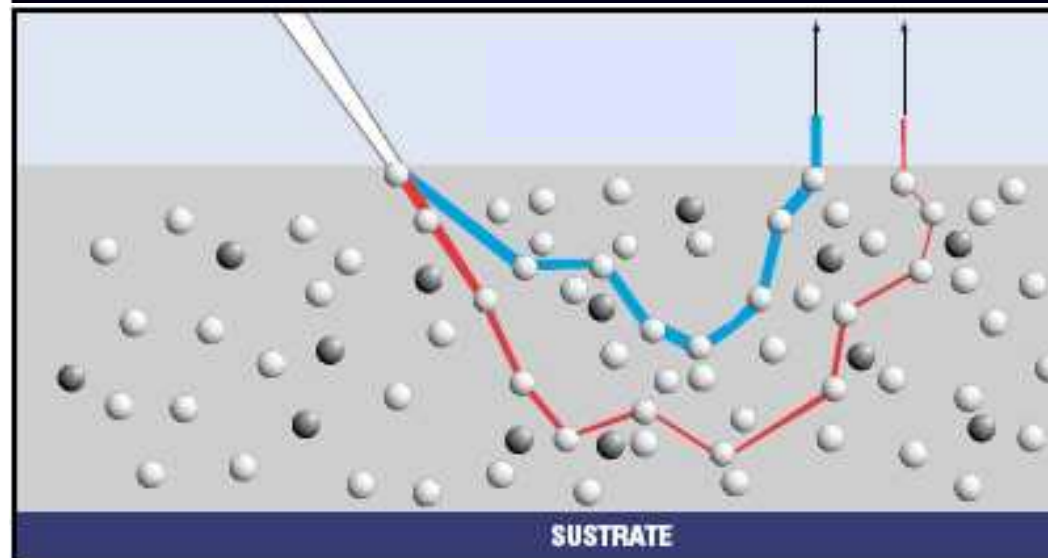
Размер частицы TiO_2 может оказывать влияние на цвет

Полная укрывистость / наличие красителя

Белый
пластик



Серый
пластик





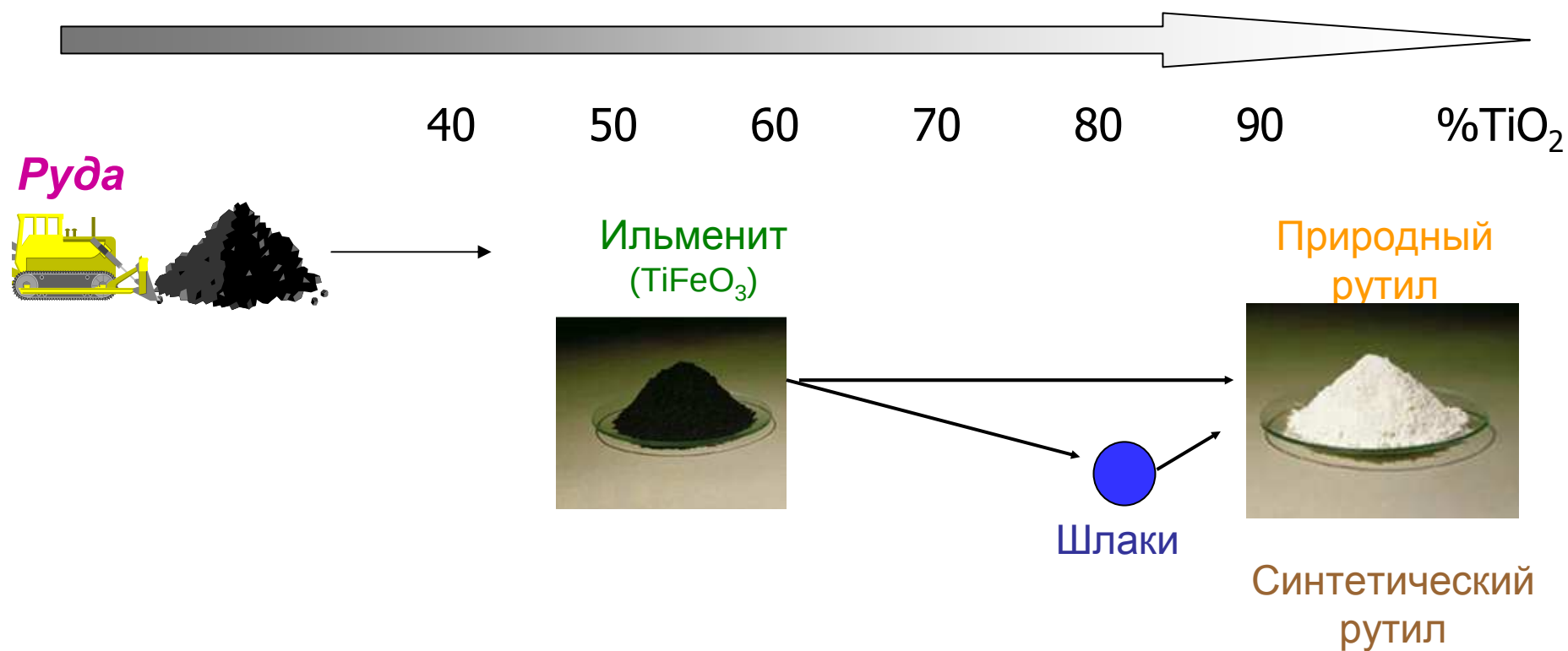
Оттенок «в сером»

Голубой оттенок
Частицы меньшего
размера

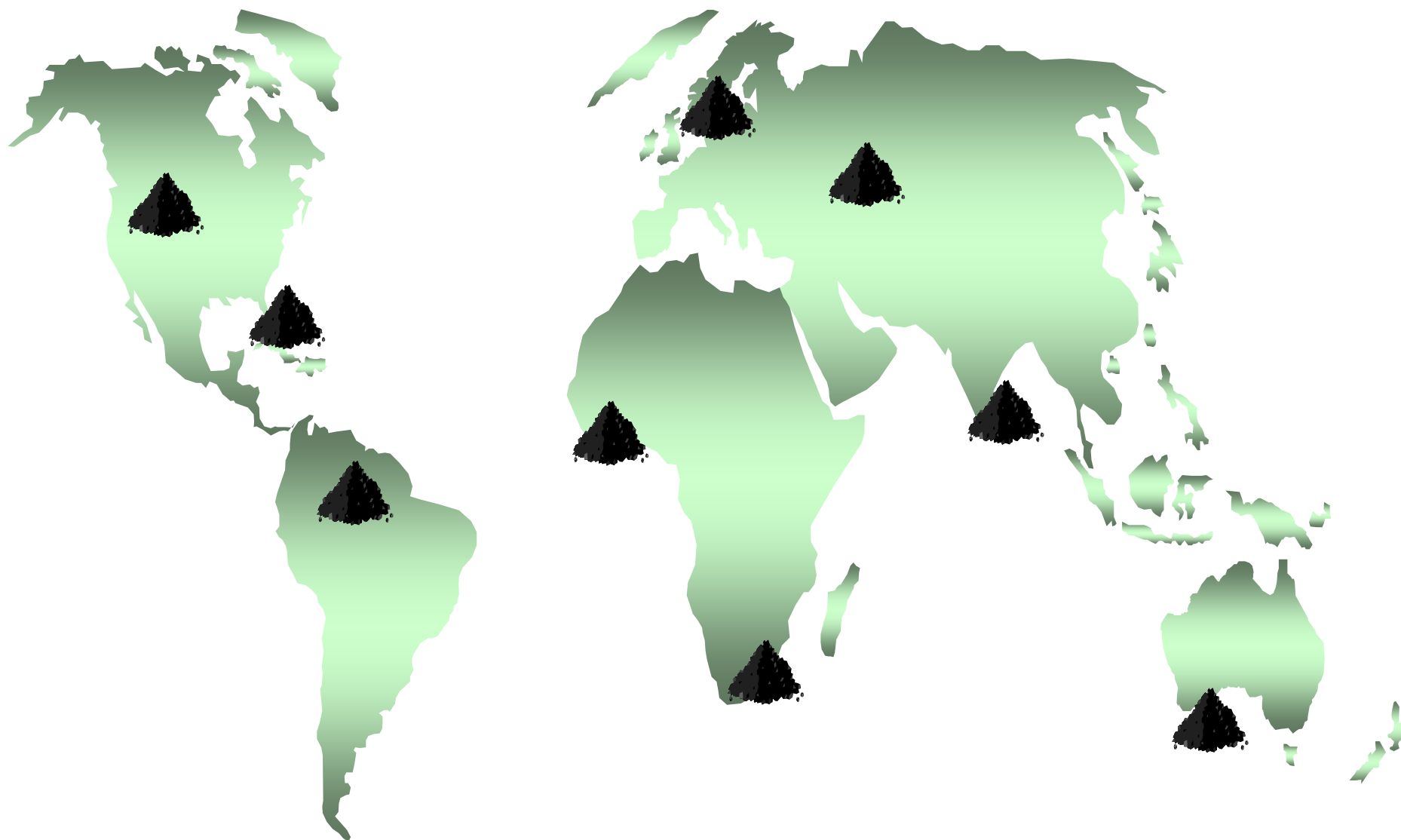
Желтый оттенок
Частица большего
размера

Исходное сырье: титановые минералы

- Титан часто встречается в естественных условиях в земной коре. Он входит в состав многих минералов. В целом мировые запасы TiO_2 , входящего в состав минералов, более 4 миллиардов тонн.



Источники ильменита/шахты



Как производители TiO_2 добиваются его максимальной укрывистости?

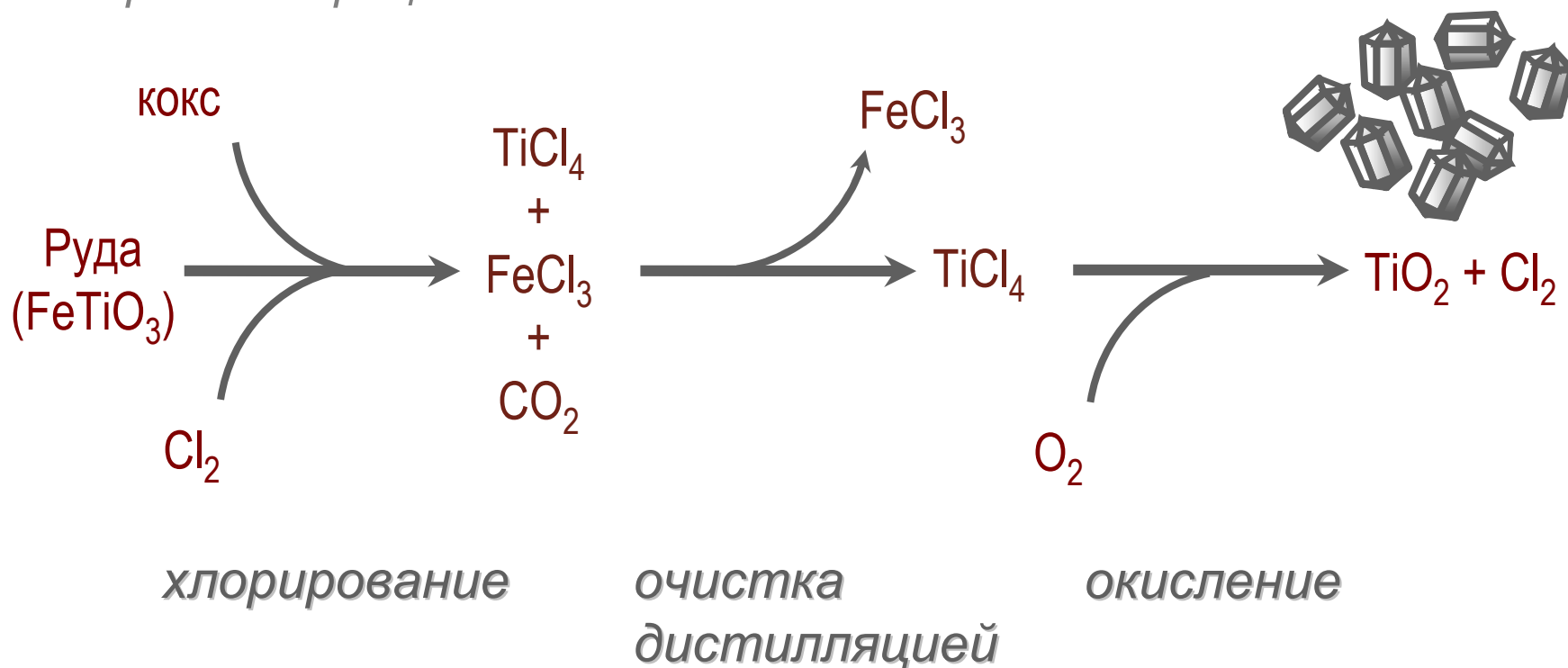
- Достижение самого высокого показателя преломления
- Оптимизация размера частиц (распределения) в процессе производства
- Очистка!



Современная алхимия:
превращение черного ильменита в снежно белый порошок

Как производители TiO_2 добиваются его максимальной укрывистости?

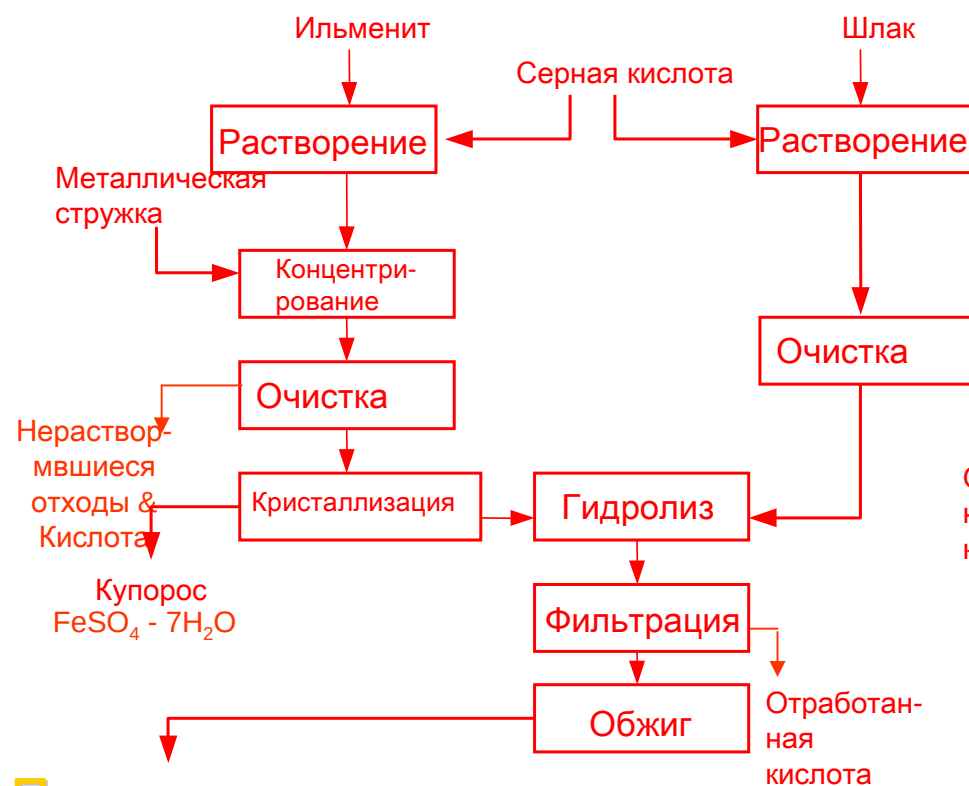
Хлоридный процесс:



- Устранение красящих примесей (в основном оксиды железа)
- Производство рутильной формы TiO_2 (в отличие от анатаза)
- Оптимальный средний размер частиц
- Узкая кривая распределения частиц

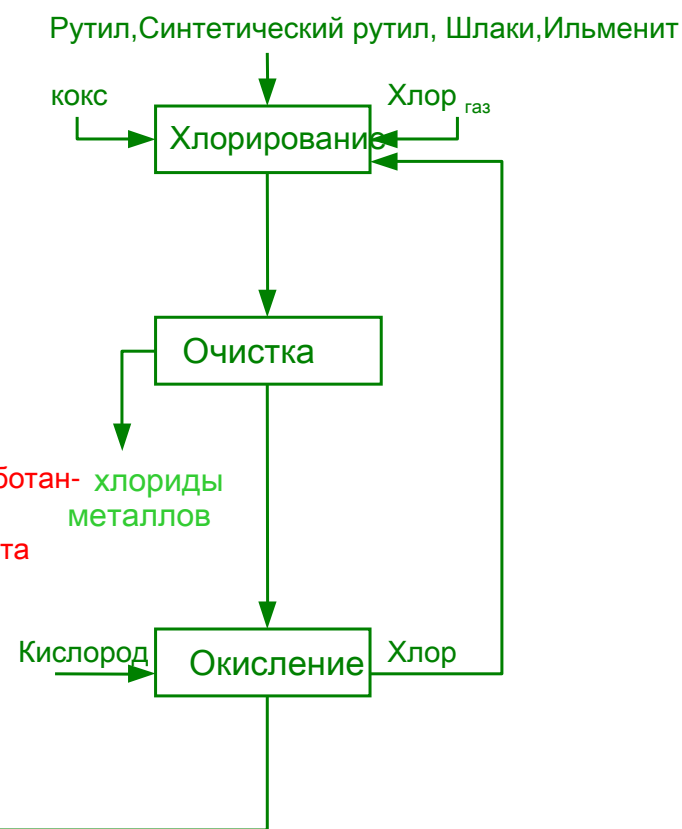
Производство TiO_2

Сульфатный процесс



Пигментная
"Основа"

Хлоридный процесс

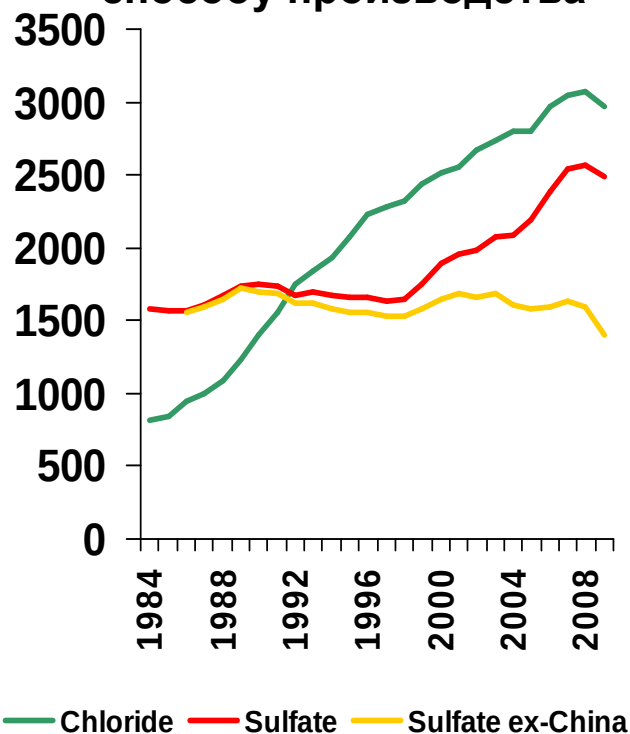


Готовый
 TiO_2

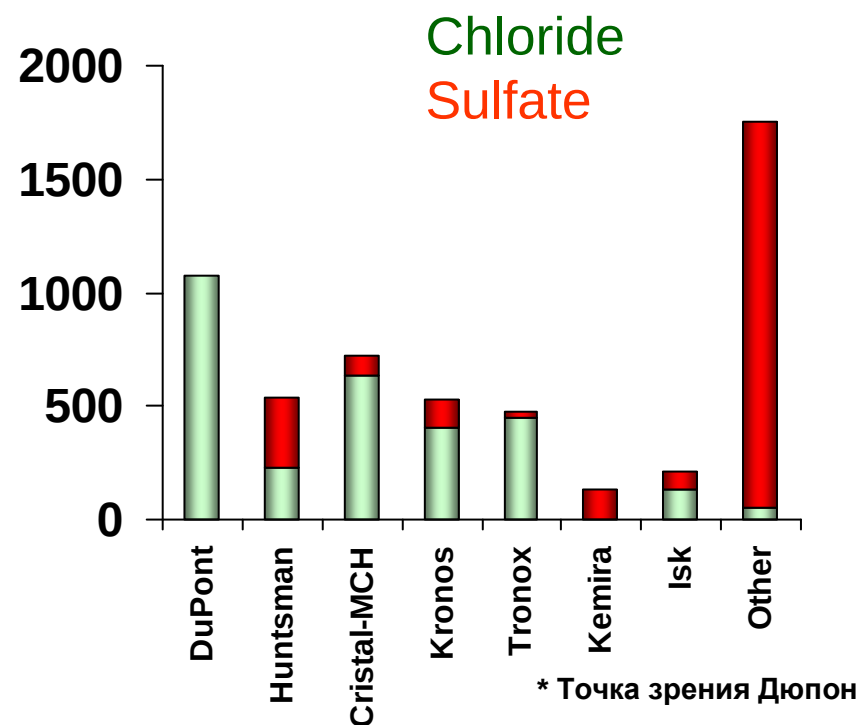


Хлоридный и сульфатный способы производства TiO_2 . Тенденции строительства новых заводов в мире (тыс.т/год)

Мировые объемы по каждому способу производства*



2009. Объем производства в т по каждому производителю TiO_2



Вновь открывающиеся мелкие заводы используют низкокачественную сульфатную технологию производства TiO_2



Типичный завод по производству TiO_2



Завод Альтамира (Мексика)

