



Кемеровский
государственный
университет

Объединяем
знания и людей



РОЛЬ ФОТОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛАЗЕРНОМ ИНИЦИИРОВАНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Антон Сергеевич Зверев¹ , А. Ю. Митрофанов¹ , Р. В. Цышевский² , М. М. Кукля²

¹ Институт фундаментальных наук, Кемеровский государственный университет,
Кемерово, Россия

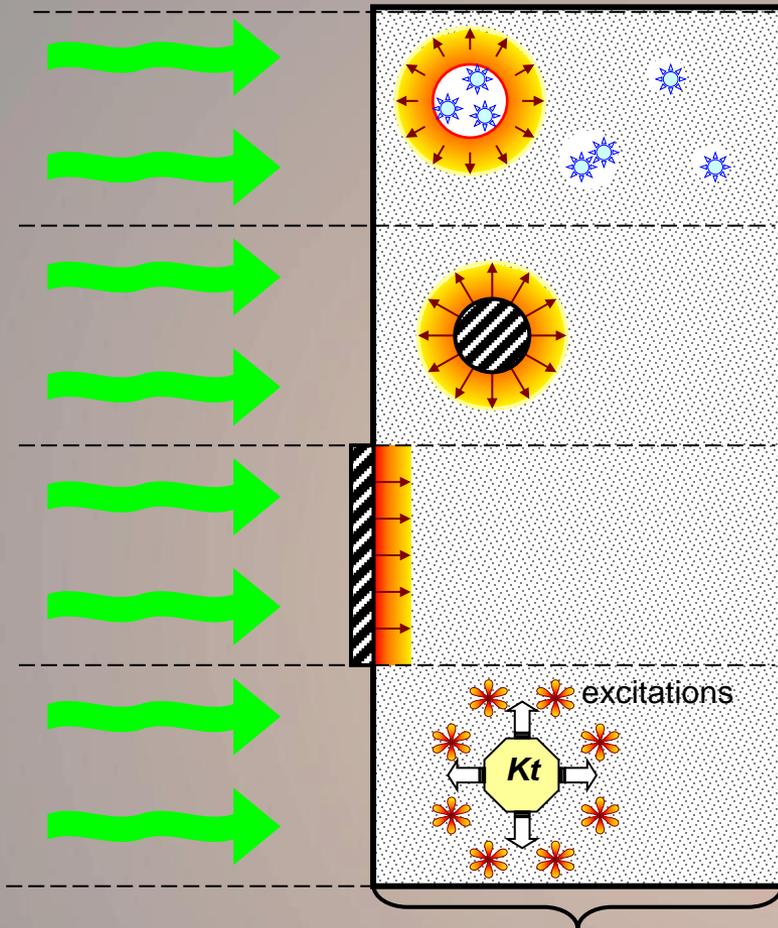
² Университет штата Мэриленд, Колледж Парк, США





- Лазерное инициирование энергетических материалов имеет ряд преимуществ:
- Высокая степень защищенности от ложного импульса
 - Малые времена срабатывания
 - Нечувствительность к электромагнитным наводкам
 - **Возможность исключения инициирующих ВВ**

Laser radiation



Energetic material

Оптический пробой

Требует высоких плотностей энергии

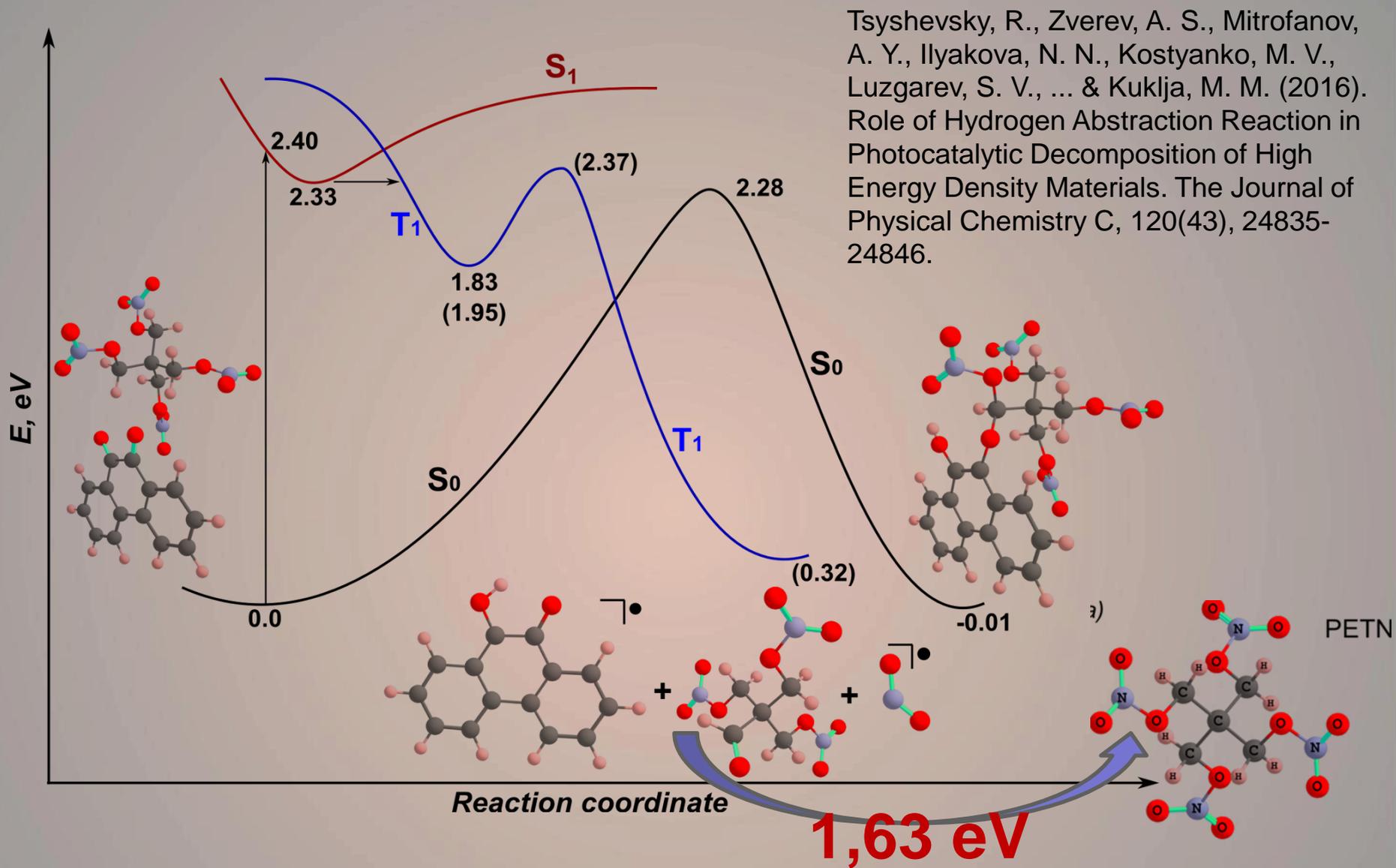
Горячие точки, частицы взрывааемые лазерным излучением

Горячая поверхность, флаер, взрывааемая лазером пленка

Фотохимия/фотокатализ

Сенсибилизация к лазерному излучению, не зависящая от чувствительности к другим воздействиям

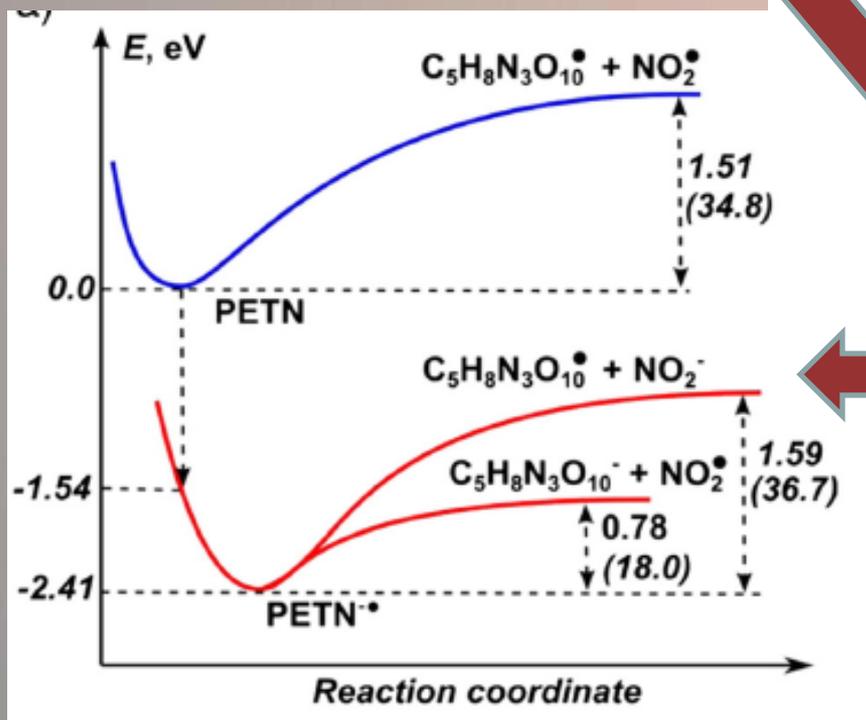
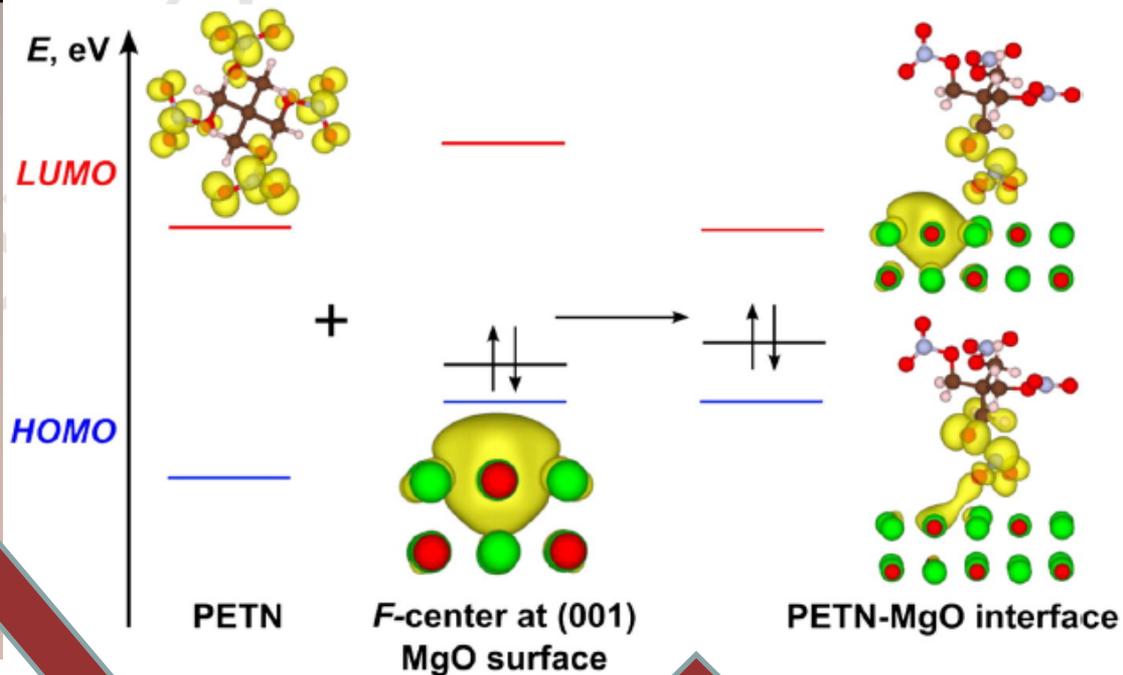
Зависит от чувствительности ЭМ к удару и нагреву. Чем меньше чувствительность, тем ниже эффективность.



Схематическая диаграмма представляющая отрыв водорода от ТЭНа PQ в триплетном $^3(n, \pi^*)$ и основном синглетном состоянии.

Aluker, Edward D., et al. "Laser initiation of energetic materials: Selective photoinitiation regime in pentaerythritol tetranitrate." *The Journal of Physical Chemistry C* 115.14 (2011): 6893-6901.

Добавка MgO понижает порог инициирования переплава ТЭНа излучением 1060 нм



Tsyshevsky R. V., Rashkeev S. N., Kuklja M. M. Defect states at organic–inorganic interfaces: Insight from first principles calculations for pentaerythritol tetranitrate on MgO surface // *Surface Science*. – 2015. – V. 637. – C. 19-28.

Перемешивание
ЭМ и оксида,
растиранием в
агатовой ступке



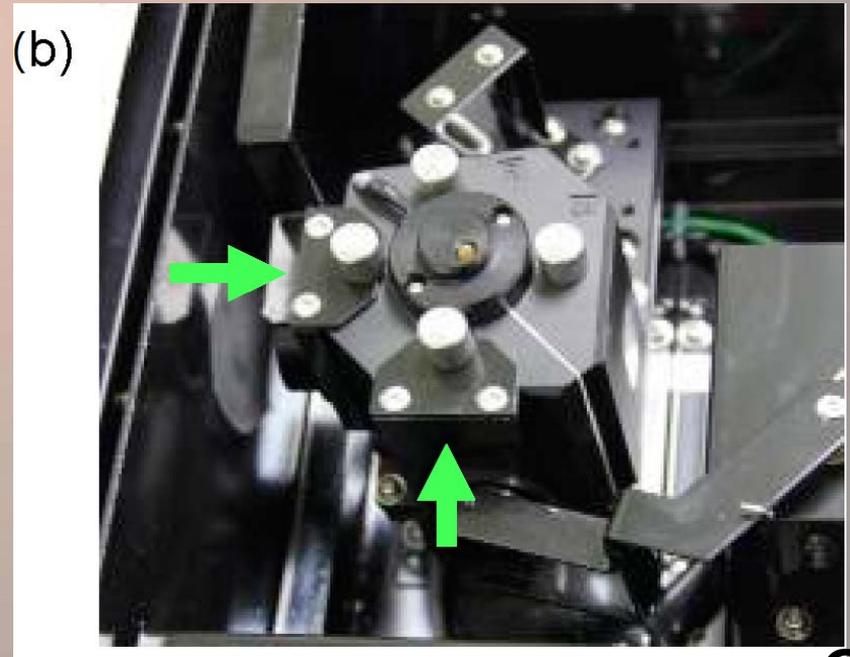
Прогрев до
температуры
плавления ЭМ

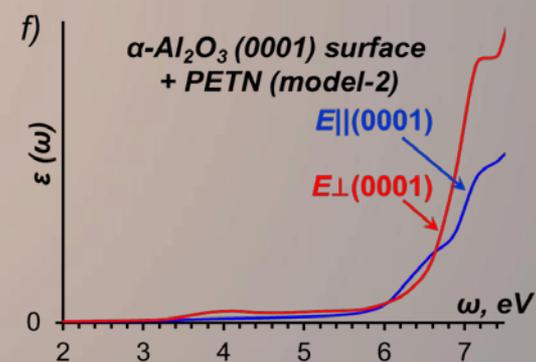
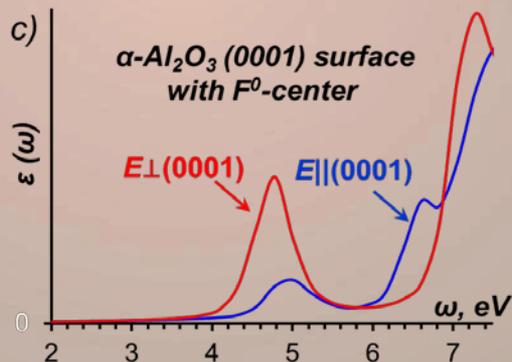
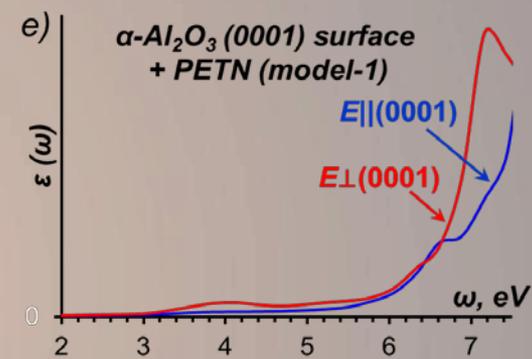
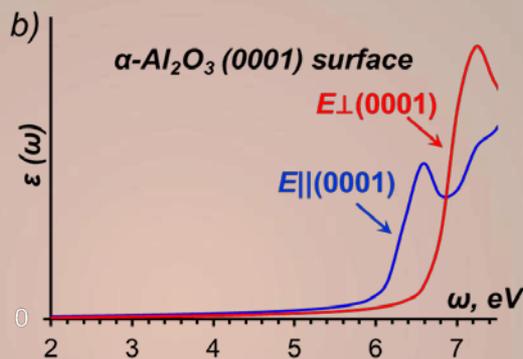
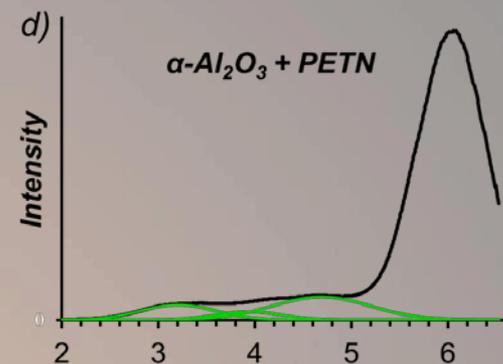
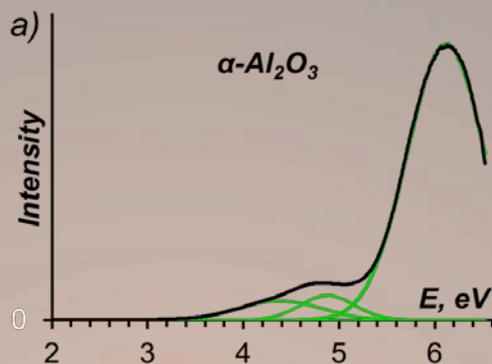
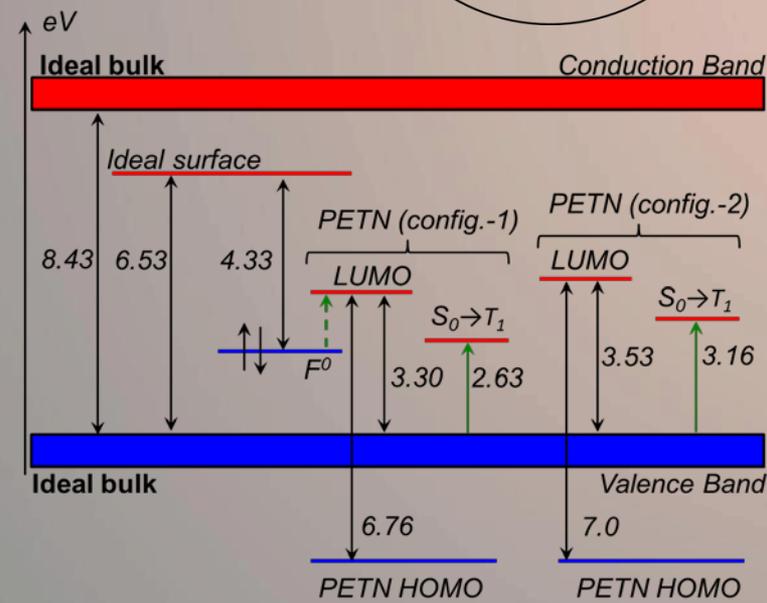
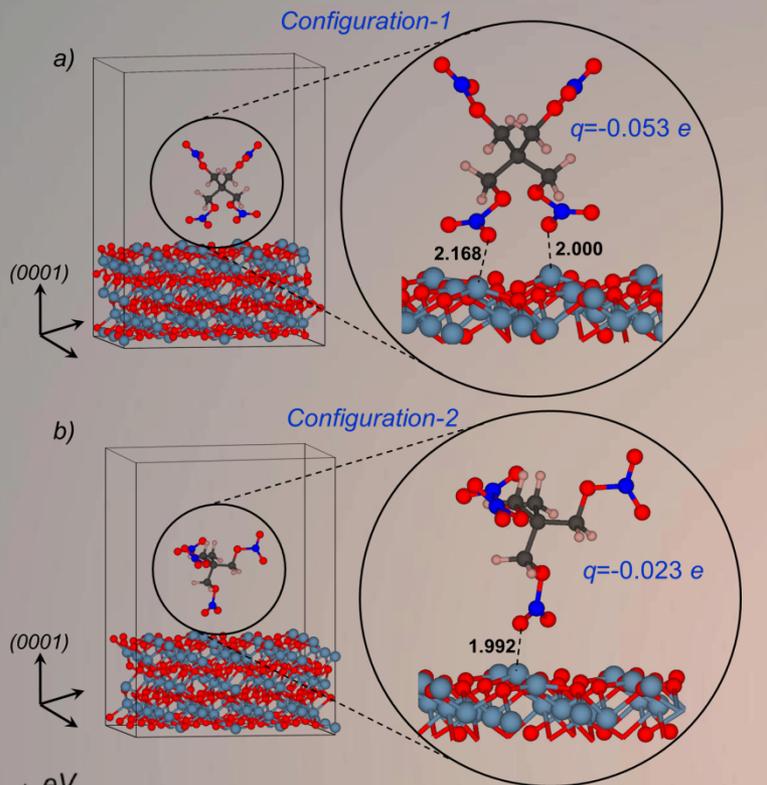


Формование таблетки и
регистрация спектров
диффузного отражения
с помощью Shimadzu
UV-3600

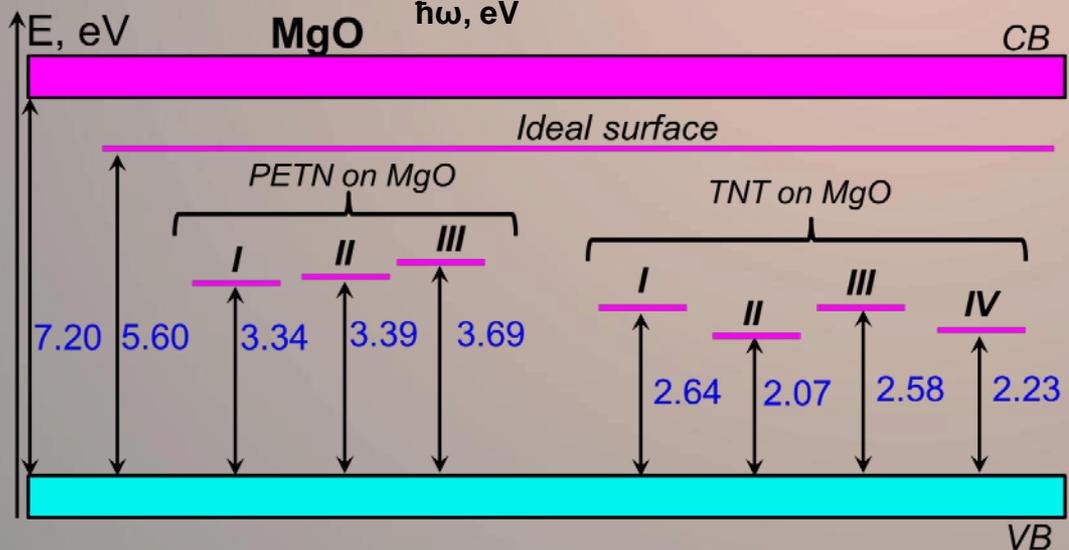
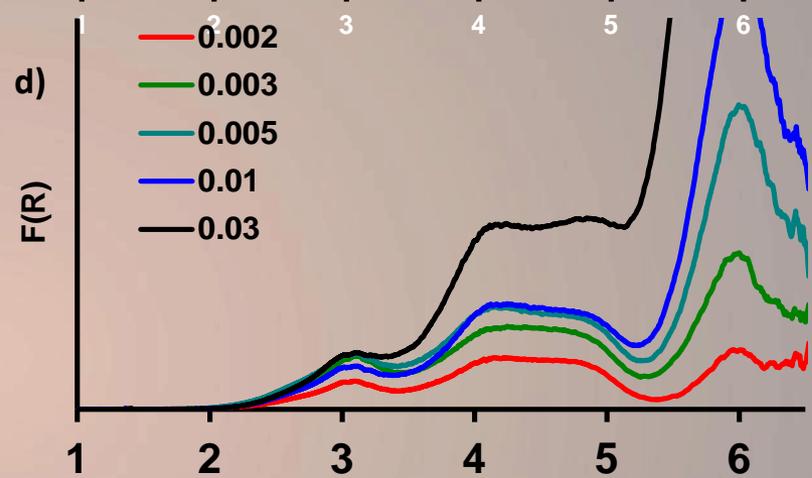
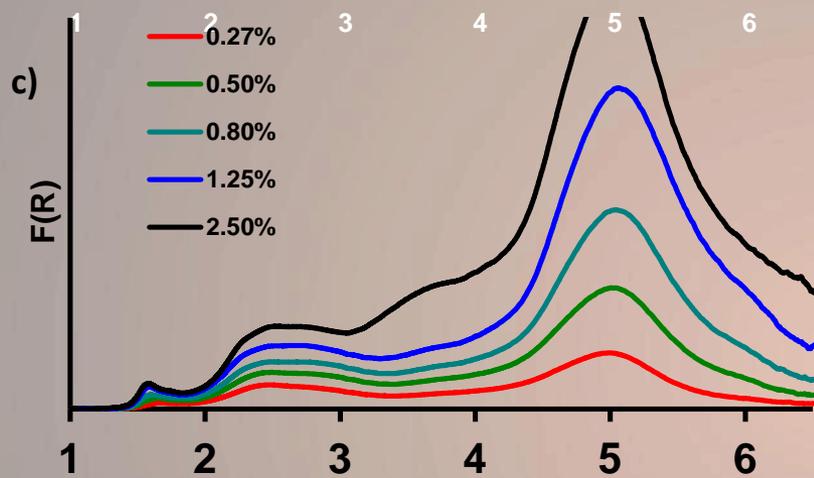
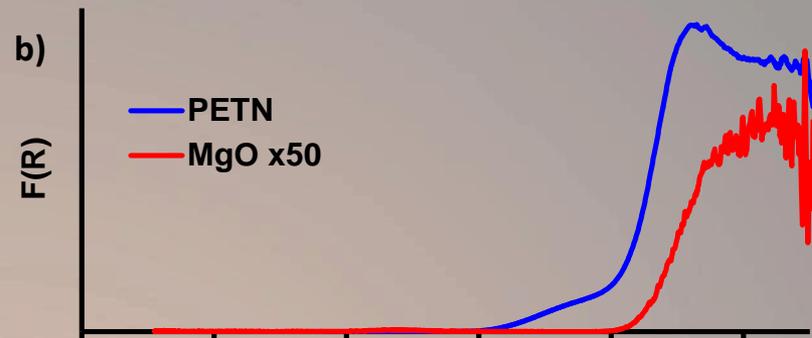
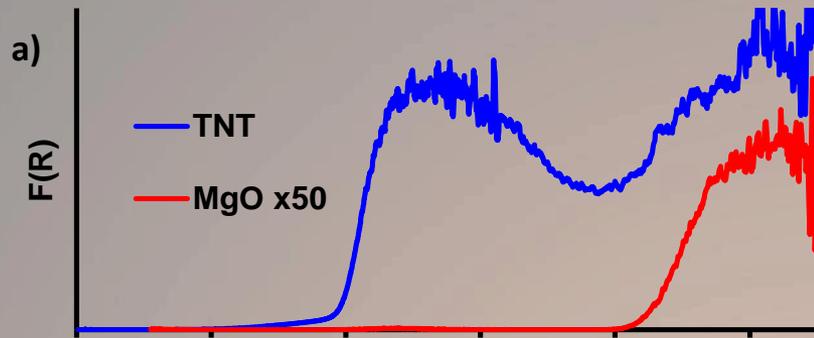
Формула Кубелки-Мунка: $F(R) = (1 - R)^2 / 2R = \alpha / \beta$,

где R – доля отраженного света, α – показатель
поглощения, β – показатель рассеяния

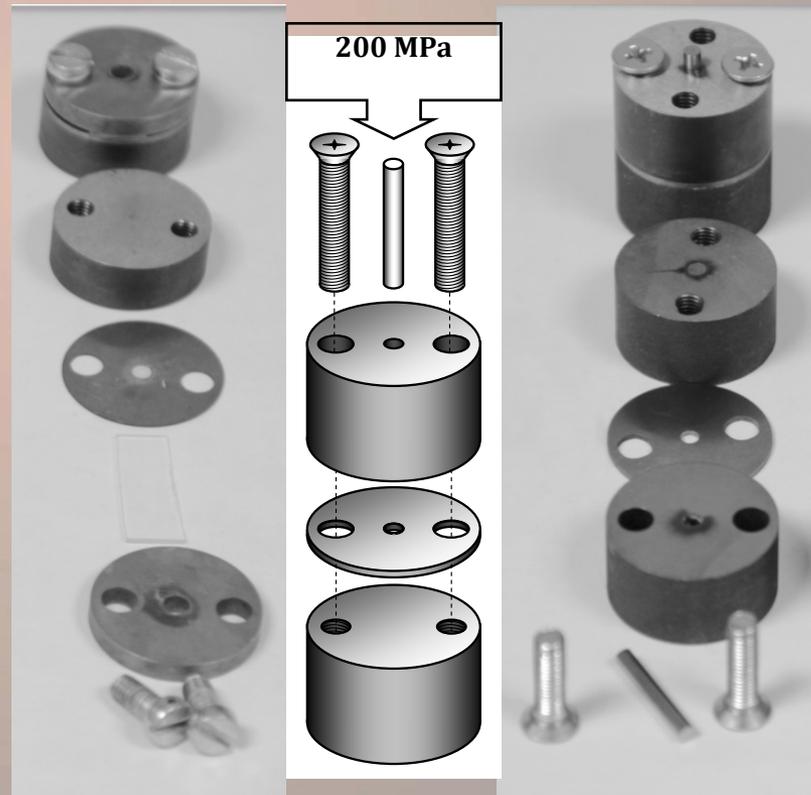
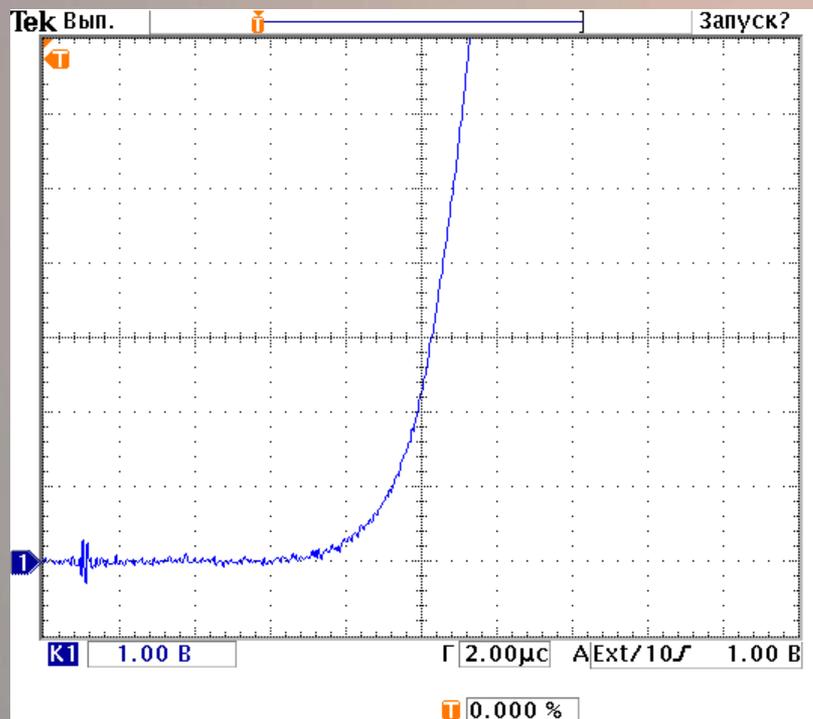
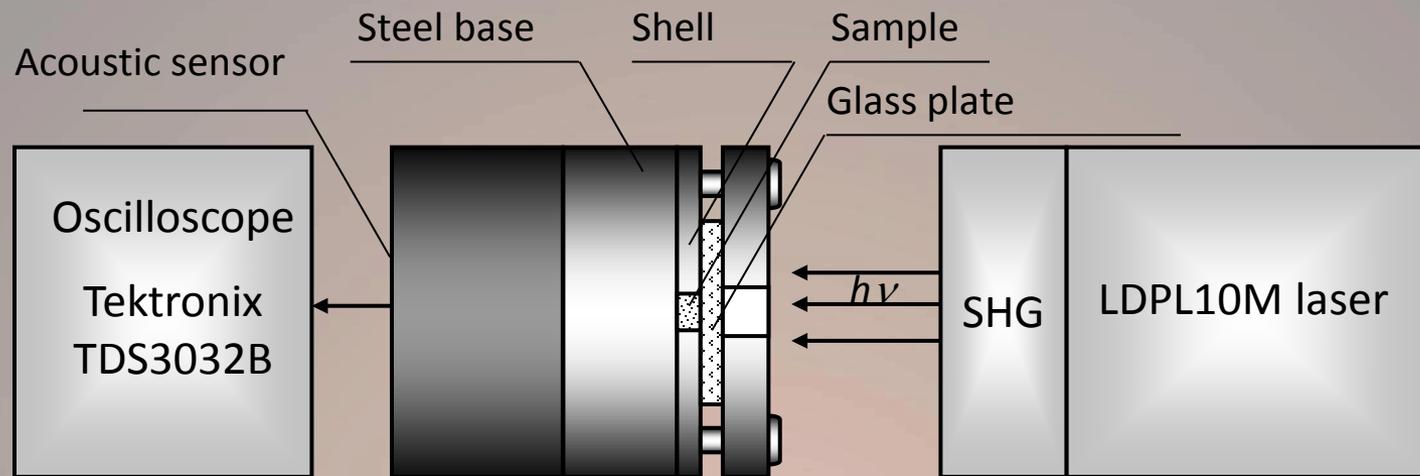


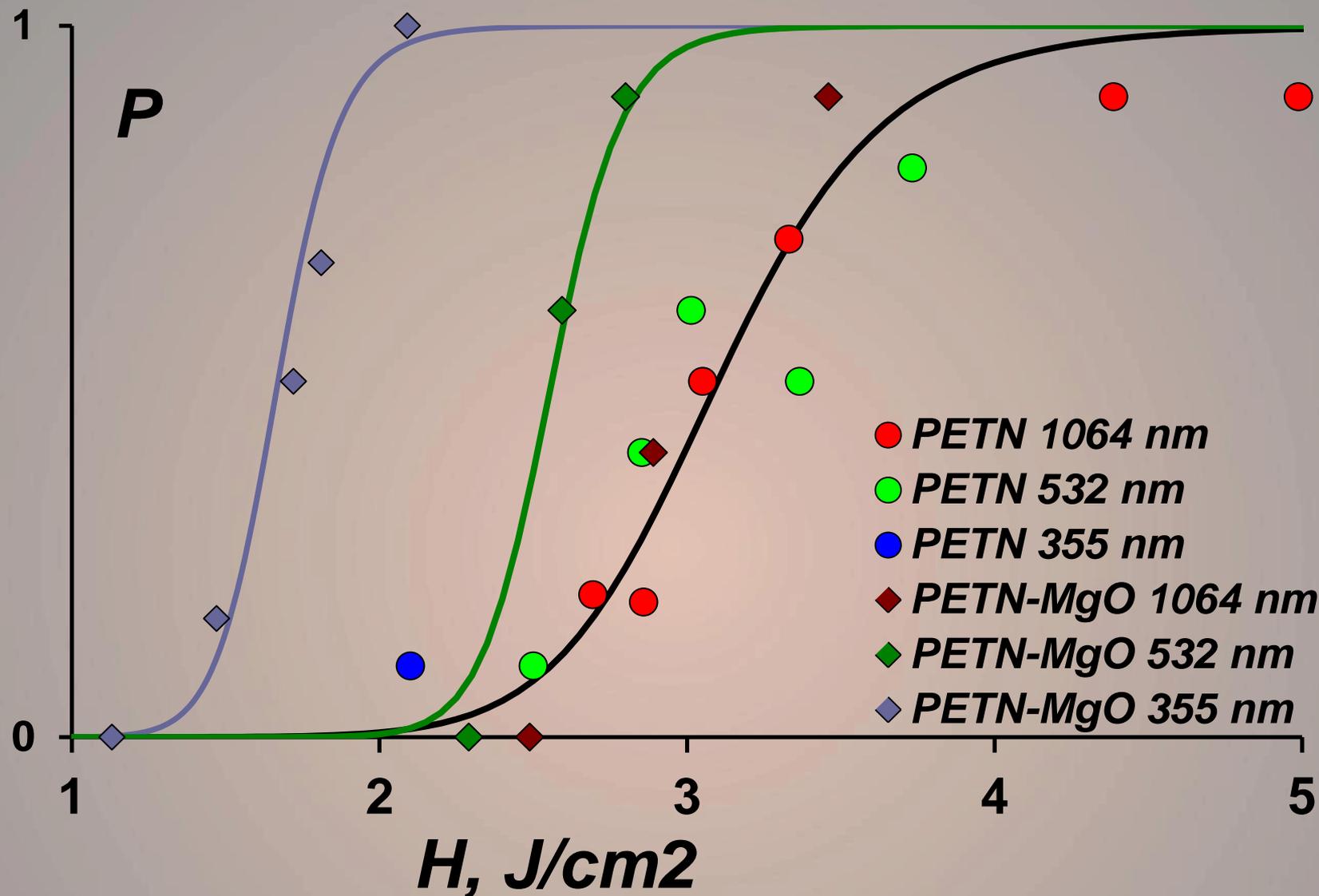


R.V. Tsyshevsky, A.S. Zverev, A.Yu. Mitrofanov, S.N. Rashkeev, M.M. Kuklja. "Photochemistry of the $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ -PETN interface", *Molecules*, 21(3), p. 289, 2016

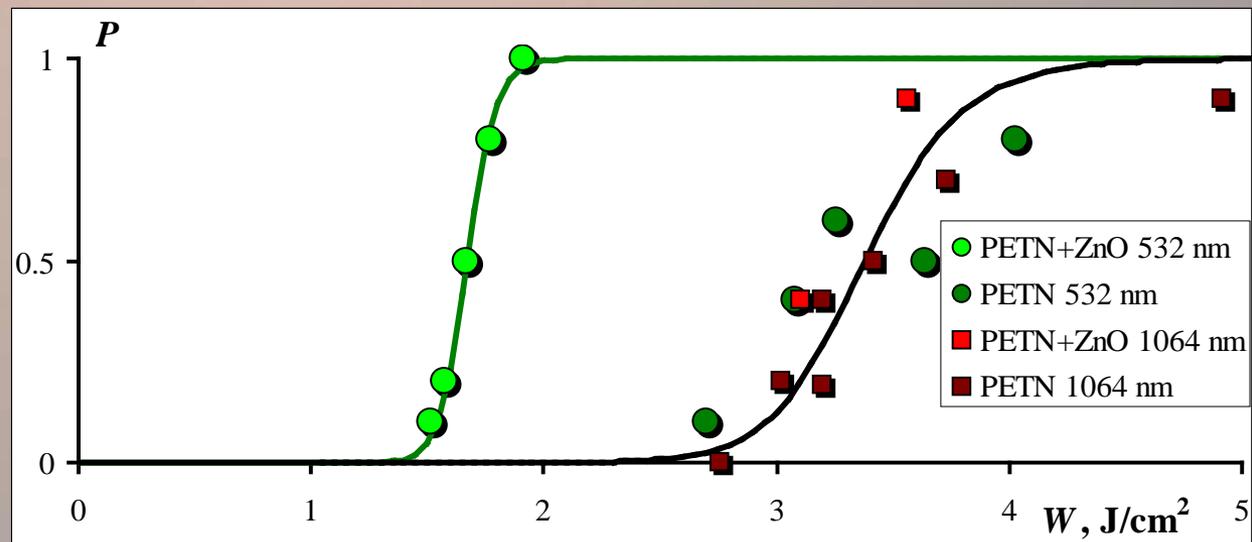
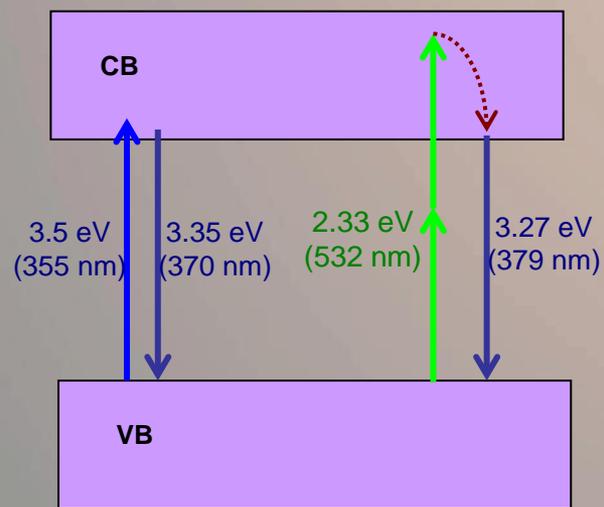
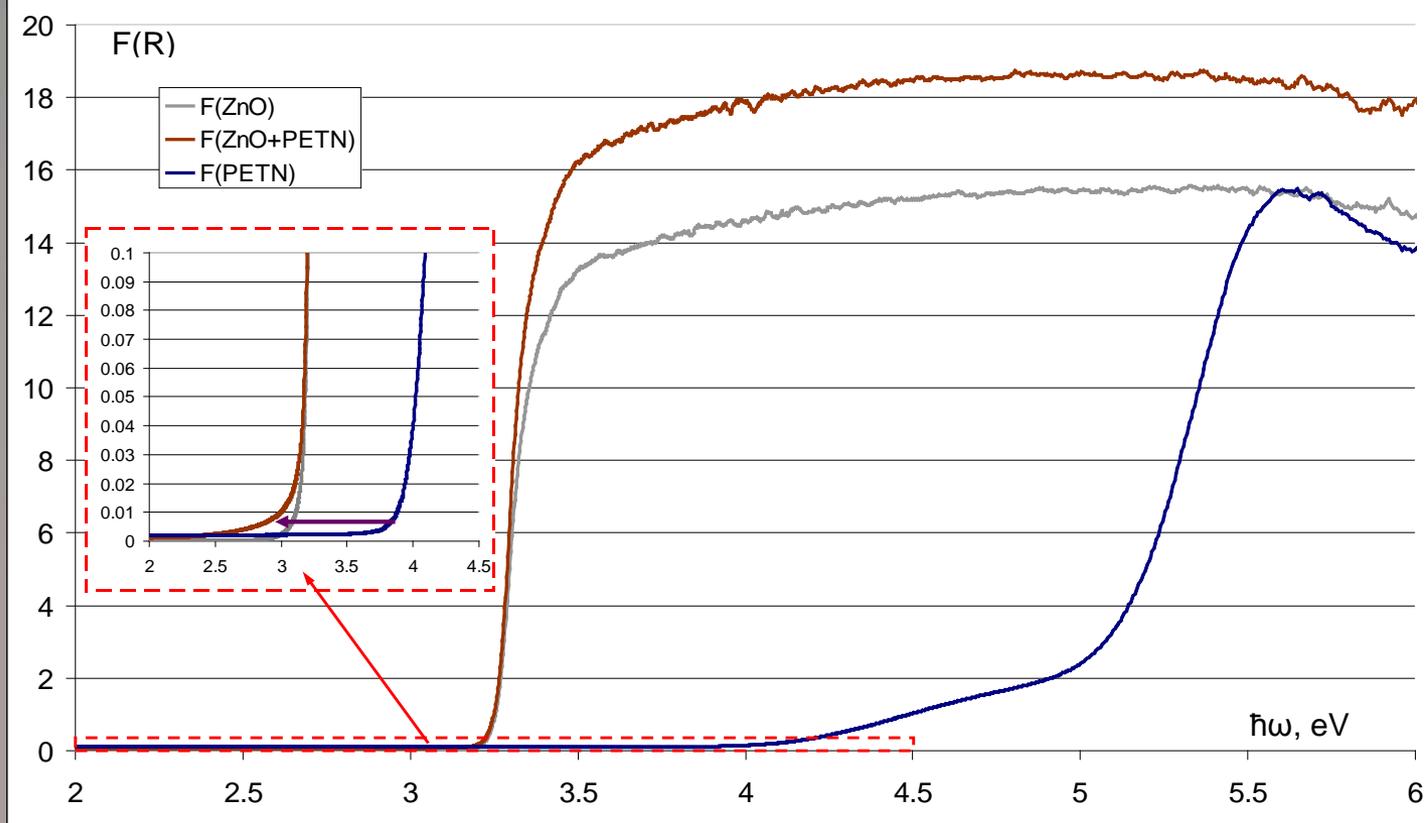


Спектры диффузного отражения композитов MgO-ТНТ(с) и MgO-ТЭН (d).



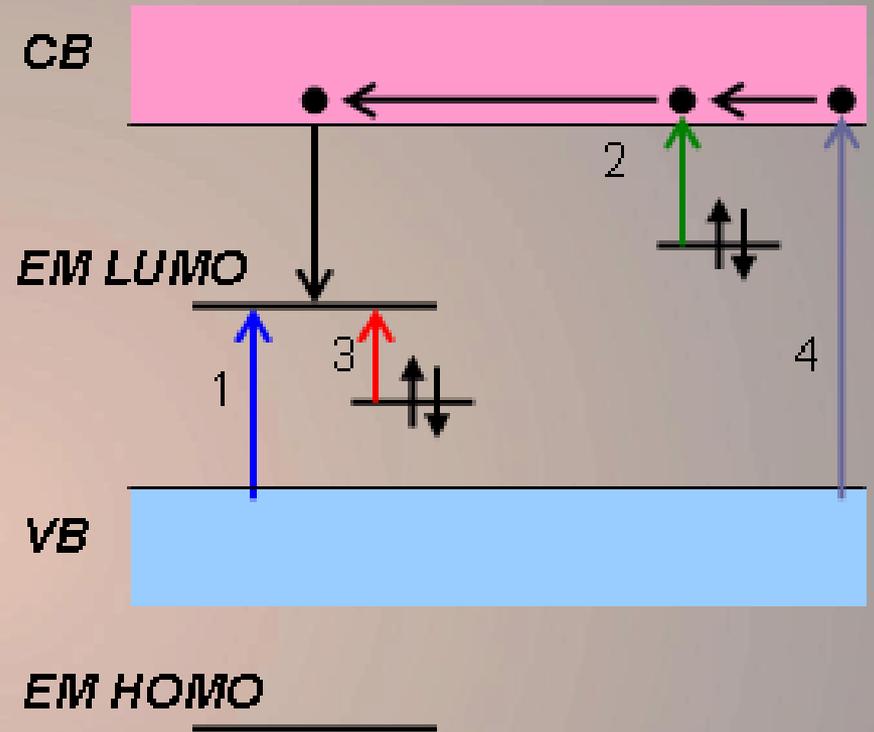


Кривые частоты взрыва чистого ТЭН и композита ТЭН-MgO основной частотой, второй и третьей гармоникой YAG:Nd-лазера



Выводы

- Возможность возбуждения электрона в зону проводимости действием ЛИ
- Стабильность возбужденного аниона ниже основного состояния молекулы ВВ
- Низшая вакантная орбиталь ВВ лежит ниже края зоны проводимости оксида



Фотохимические процессы открывают возможность управлять чувствительностью энергетического материала не завися и не влияя на чувствительность к прочим воздействиям.