

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА



КАФЕДРА АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

МЕТОДИ ОДЕРЖАННЯ, ВЛАСТИВОСТІ ТА ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ: КВАНТОВІ ТОЧКИ

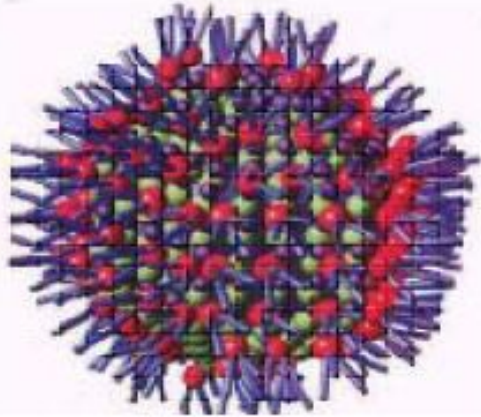
*Підготувала студентка 1 курсу
ОКР магістр, гр.ХАМАЛ
Харченко Вікторія*

2013 рік

КВАНТОВІ ТОЧКИ (QUANTUM DOTS)

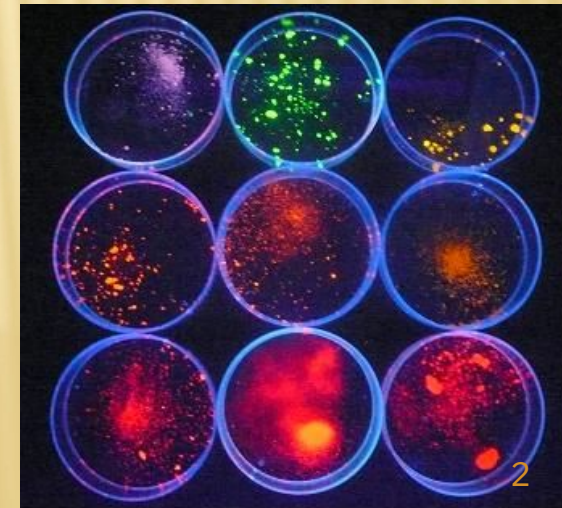
“Квантовые точки: маленькие, да удаленькие” (с)

Квантові точки - це напівпровідникові нанокристали з розміром в діапазоні 2 – 10 нм, що складаються з 10^3 – 10^5 атомів, що створені на основі неорганічних напівпровідникових матеріалів Si, InP, CdSe і т.д., покриті моношаром стабілізатора («шубою» з органічних молекул).



- ✓ О. Єкімов
- ✓ Луї Е. Брус
- ✓ Марк Рід – запропонував термін “квантова точка”

поч. 1980-х
років

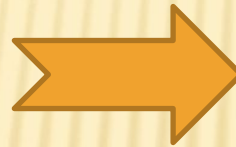


Це структури, в яких рух носіїв заряду обмежений по всім трьом координатам, тобто носії заряду знаходяться в трьохмірній потенціальній ямі.

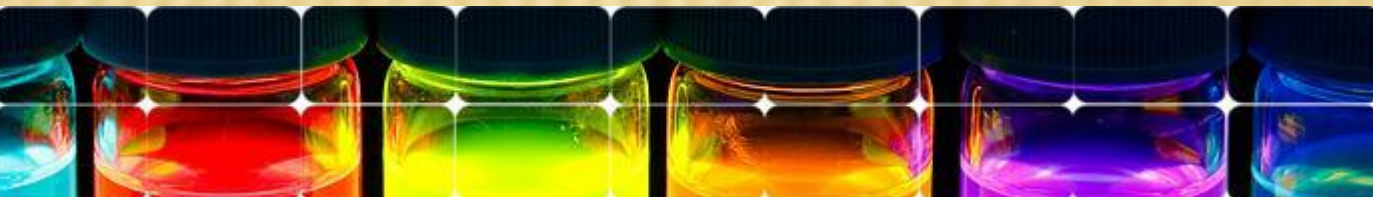
$$\Delta E = \frac{\hbar^2}{2md^2}$$

енергетичний спектр
квантової точки залежить
від її розміру

Принципова властивість:
можливість існування у
вигляді зольей



Широта можливостей
використання: як
світловипромінюючі діоди,
лазери, комірки сонячних
батареї, та фотоелектричних
перетворювачів, як біологічні
маркери.

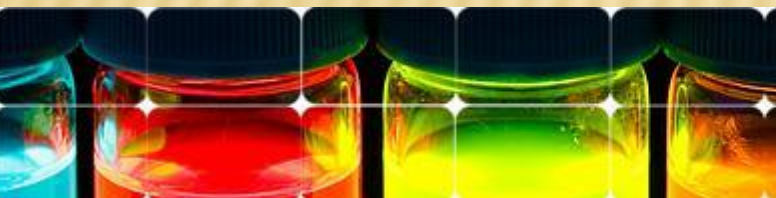
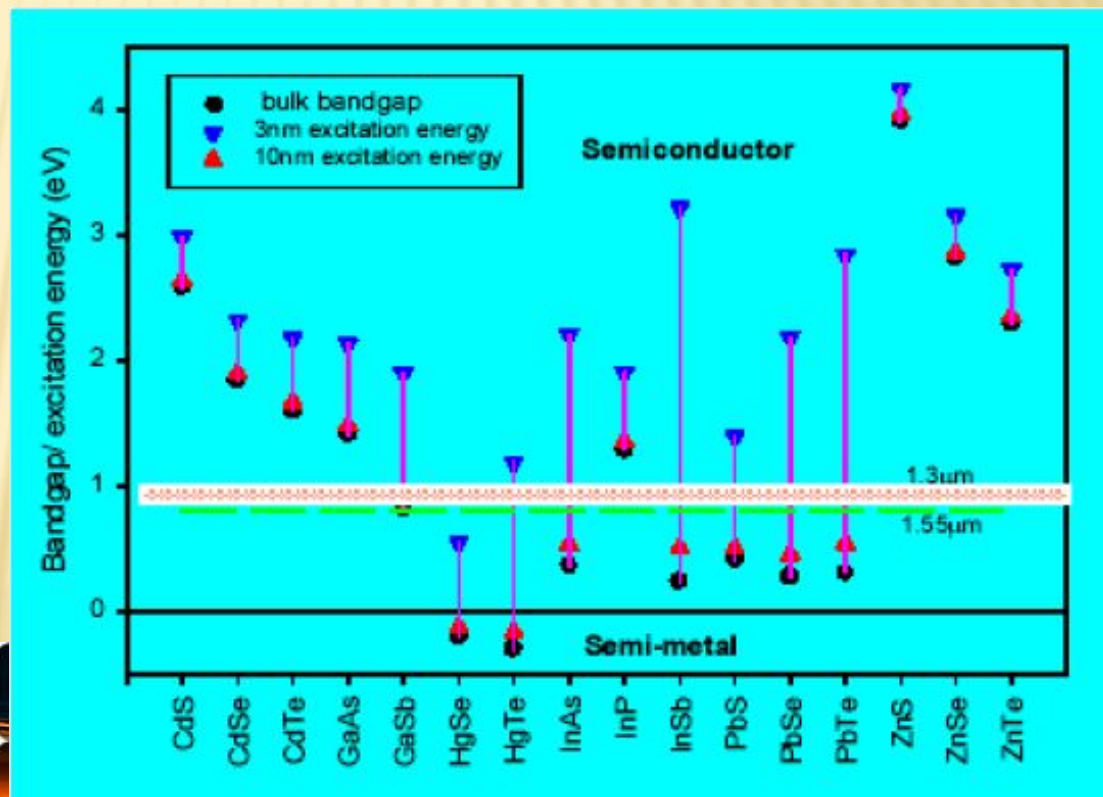


КЛАСИФІКАЦІЯ КВАНТОВИХ ТОЧОК

1. За складом квантових точок (матеріал напівпровідника)

- Широкозонні (оксиди ZnO , TiO_2) – УФ діапазон
- Середньозонні (A_2B_2 , A_3B_5) – видимий діапазон
- Вузькозонні (A_2B_4) – ближній ІЧ-діапазон

Діапазон вимірювання ефективної ширини забороненої зони квантових точок при змінні розміру від 3 нм до 10 нм



КЛАСИФІКАЦІЯ КВАНТОВИХ ТОЧОК

2. За формою квантових точок

- Сферичні (quantun dots)
- Еліпсоїдальні (nanorods)
- Нанокристали зі складною геометрією (tetrapods)

3. Багатокомпонентні квантових точок

- Леговані
- На основі твердих розчинів
- На основі гетеропереходів



КВАНТОВІ ТОЧКИ. МЕТОДИ СИНТЕЗУ

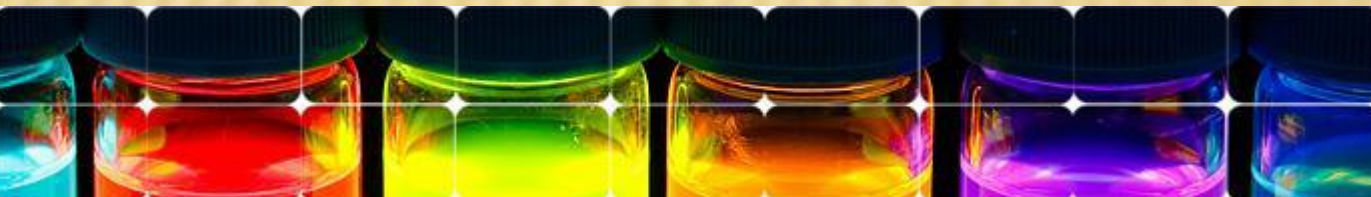
Методів синтезу колоїдних систем багато, однак для КТ основний метод – в неполярних розчинниках

Підходи:

- Дроблення (зверху вниз)
- Вирощування (знизу верх)

Переваги:

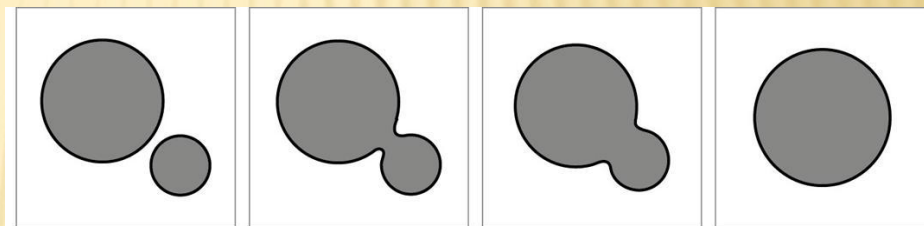
- можливість контролю процесу росту КТ
- Гарна пасивація поверхневих станів КТ
- Вузьке розподілення по розмірам (на рівні 5 – 8%)
- Можливість наступного виділення та очистки (вдсутність матриці)



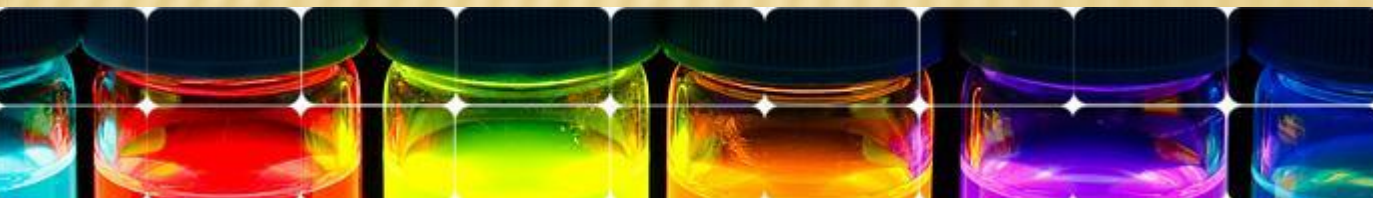
КВАНТОВІ ТОЧКИ. МЕТОДИ СИНТЕЗУ

3 стадії колоїдного синтезу:

- 1) Нуклеація
- 2) Ріст зародків
- 3) Стадія дозрівання Оствальда

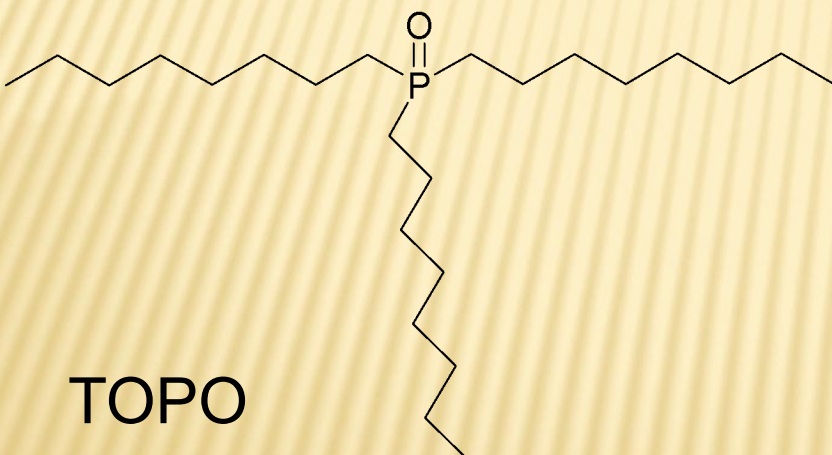


Нанокристали з вузьким розподіленням за розміром можна отримати лише при вибуховій нуклеації та швидкій зупинці реакції відразу після її закінчення і до початку дозрівання Оствальда. Для вибухової нуклеації необхідно створити ступінь перенасичення.



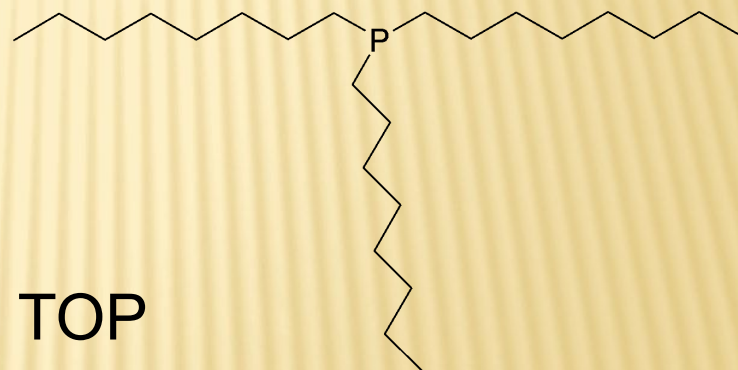
КВАНТОВІ ТОЧКИ. МЕТОДИ СИНТЕЗУ

- Синтез в висококиплячому стабілізуючому розчиннику (ТОРО, $\text{Cd}(\text{Me})_2$, халькогенід)
- Синтез в висококиплячому нестабілізуючому розчиннику з використанням стабілізуючих прекурсорів (Ph_2O , олеат кадмію, халькогенід)



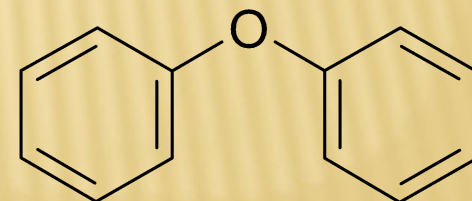
ТОРО

Три-н-октилфосфиноксид

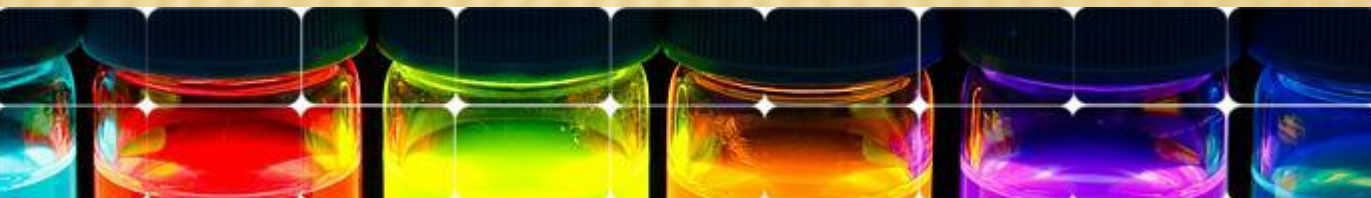


ТОР

Три-н-октилфосфин

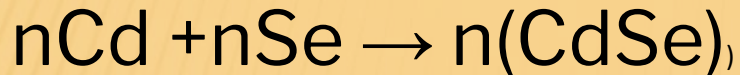


Дифеніл етер



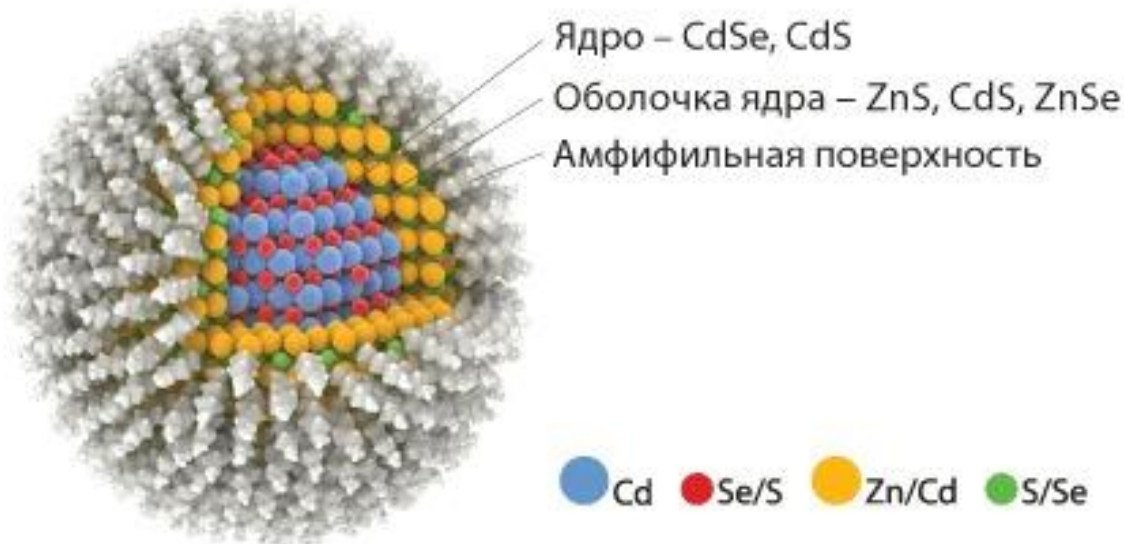
КВАНТОВІ ТОЧКИ. МЕТОДИ СИНТЕЗУ

Приклад синтезу квантових точок CdSe

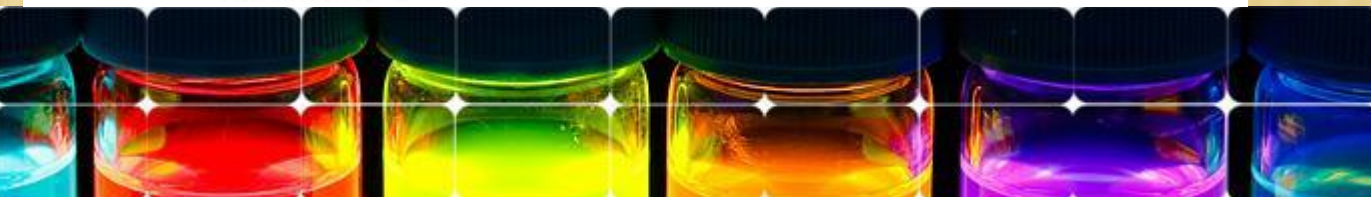


Температурний режим: 230 - 260 °C

Час синтезу: 1,5 – 2 год.



під час процесу можна виймати частину розчину і таким чином отримувати зразки з різними середніми розмірами.



КВАНТОВІ ТОЧКИ. МЕТОДИ СИНТЕЗУ

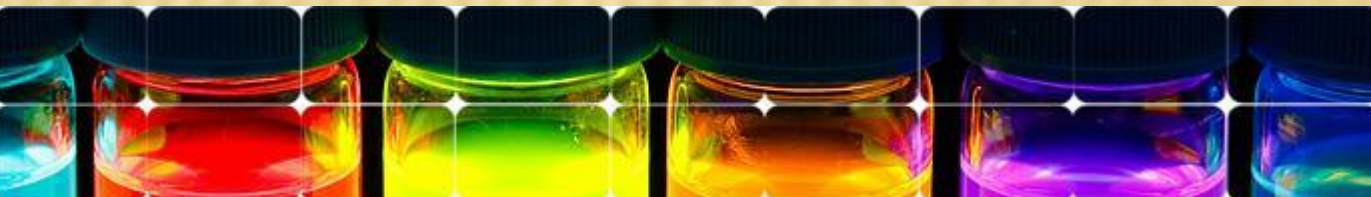
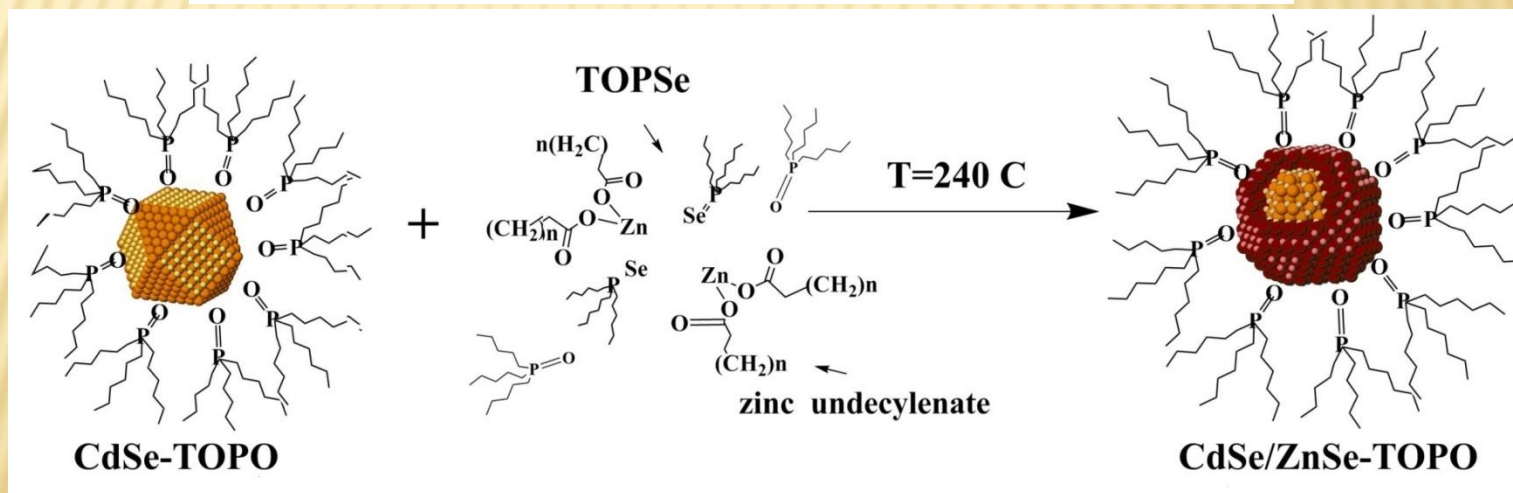
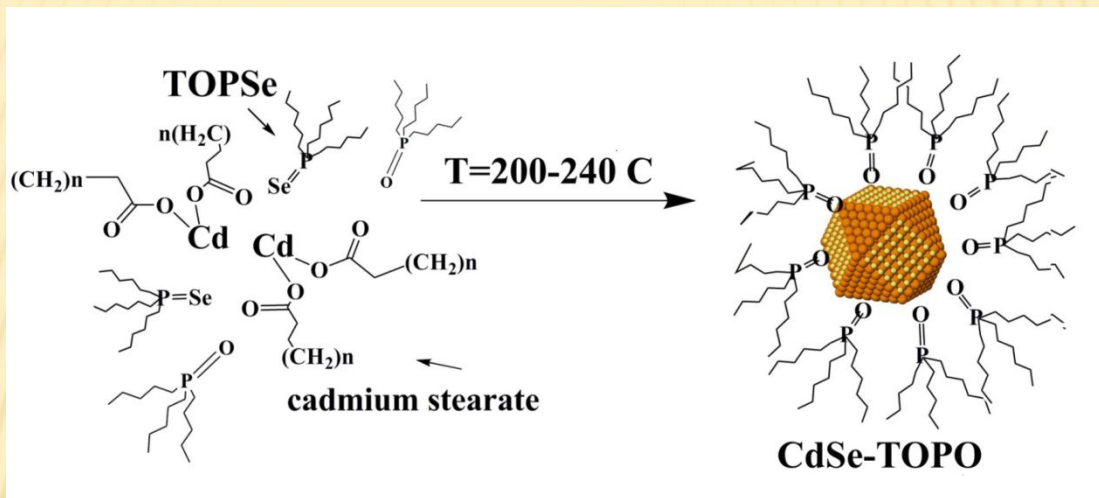
термопара



Газ Ag (тиск вище, ніж навкол. середовища)



КВАНТОВІ ТОЧКИ. СХЕМА СИНТЕЗУ ОДНО- ТА ДВОКОМПОНЕНТНОЇ КТ



КВАНТОВІ ТОЧКИ

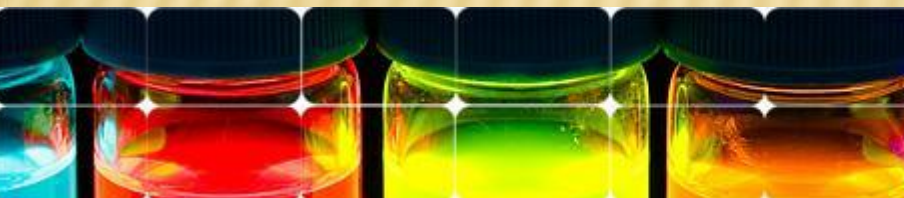
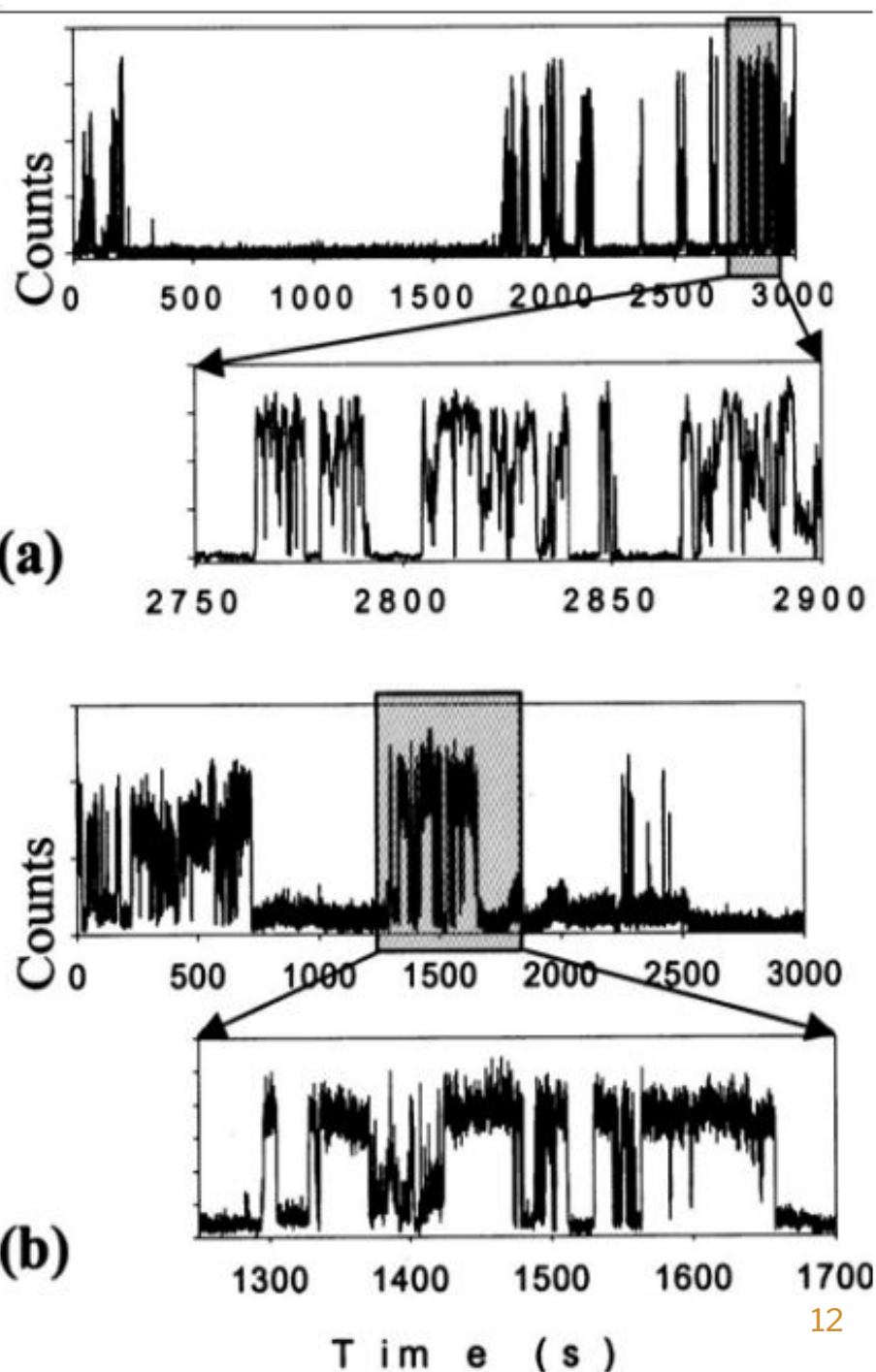
ФЛУОРЕСЦЕНТНИЙ БЛІНКІНГ КВАНТОВИХ ТОЧОК

Два стани КТ:

- On-стан (люмінесценція)
- Off-стан (темний стан)

(а) при кімнатній температурі

(б) при 10 К

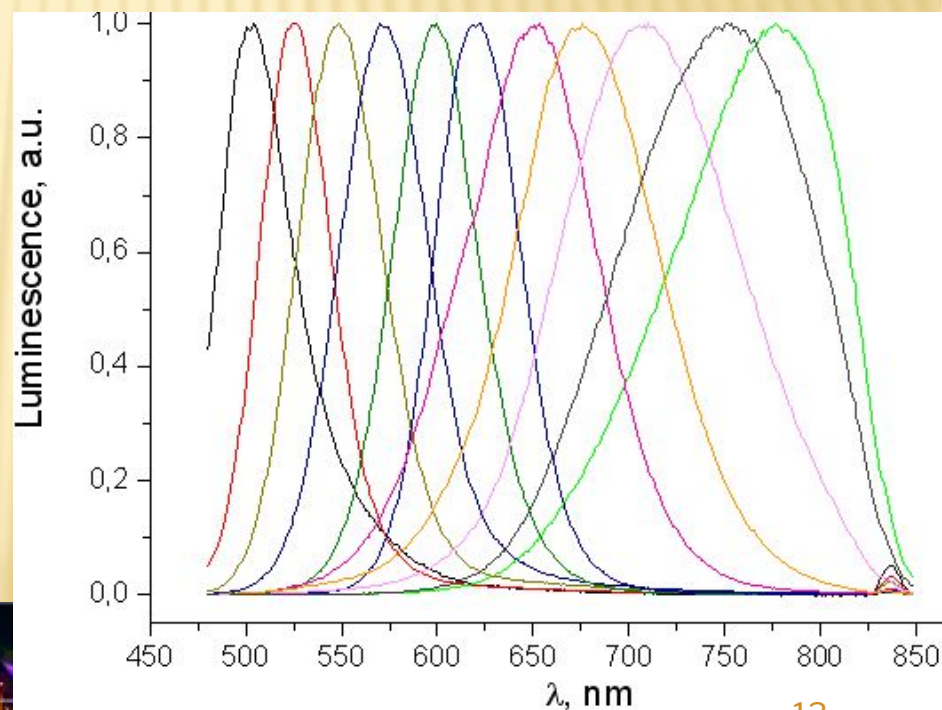


КВАНТОВІ ТОЧКИ



**Спектри флуоресценції
квантових точок CdTe
різних розмірів**

**Залежність кольору
люмінесценції від розміру
квантових частинок**

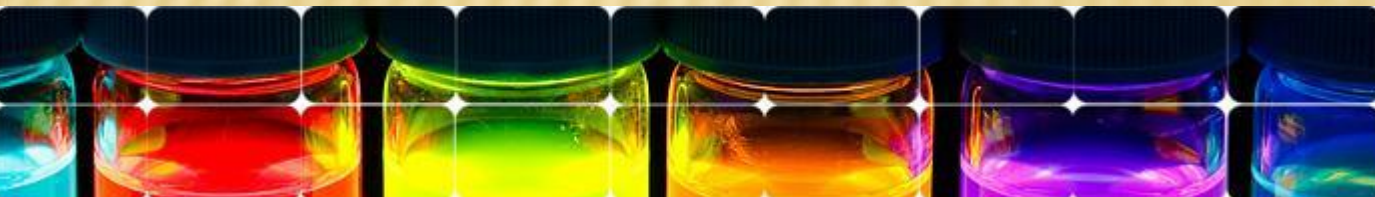


КВАНТОВІ ТОЧКИ. СТАБІЛІЗАТОРИ

- Стабілізація поверхневого Cd (запобіганню гасіння зарядів) – використання нуклеофільних реагентів
- Запобігання агломерації та забезпечення високої розчинності – вуглеводневий радикал (октил).

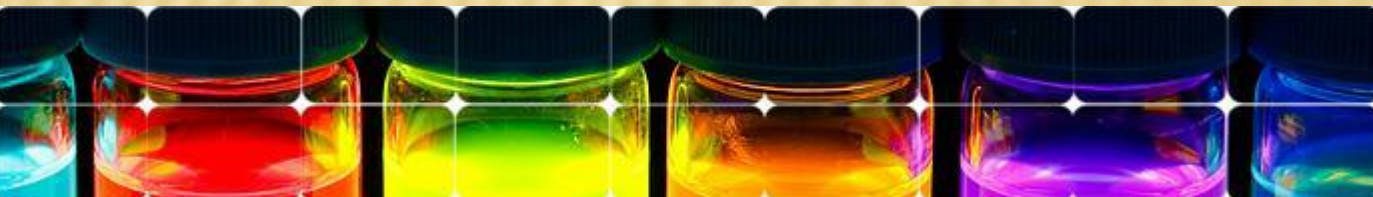
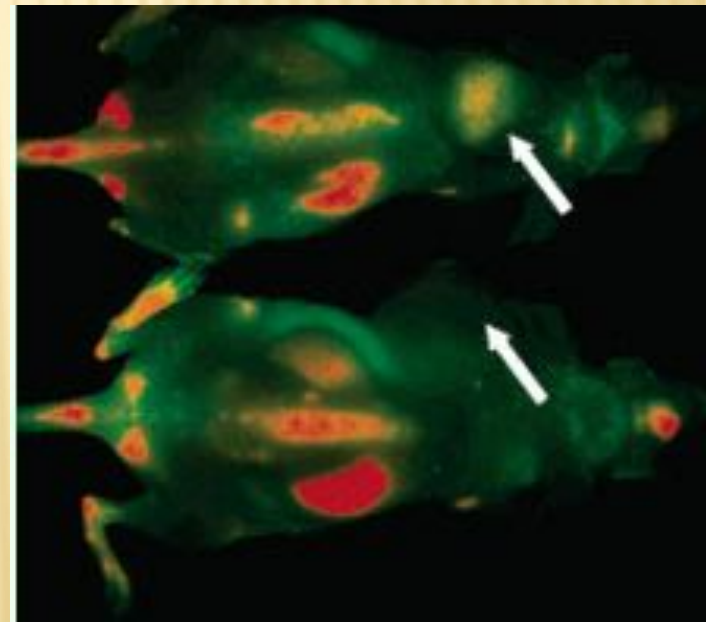
Нуклеофільні реагенти:

- Аміни. Властивості залежать від заміщеності азоту. Утворюють як електродонорний (з Cd) так і протондонорний (з Te) зв'язок
- Тіостирти.
- Жирні кислоти. Доступність та хороші стабілізуючі властивості. Олеїнова кислота – один з кращих перспективних стабілізаторів.
- Фосфінхалькогеніди. TOP-O, TOP-S, TOP-Se, TOP-Te. Найбільш поширені так як стабілізація проходить при вирощуванні. Синтез: трибутилфосфін+халькоген



КВАНТОВІ ТОЧКИ. ЗАСТОСУВАННЯ

- ❑ Матеріали для лазерів
- ❑ Матеріали для світлодіодів
- ❑ Матеріали для сонячних батарей
- ❑ Використання в якості транзисторів
- ❑ Потенційне використання в якості мікрочіпів
- ❑ Біологічні мітки



КВАНТОВІ ТОЧКИ. ЗАСТОСУВАННЯ В АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ

При протіканні реакцій КТ з речовиною, що аналізують, змінюється їхня флюоресцентні властивості, це і дозволяє визначати наявність аналіту.

Переваги:

- простота технології

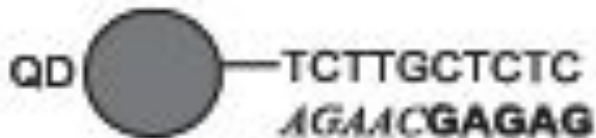
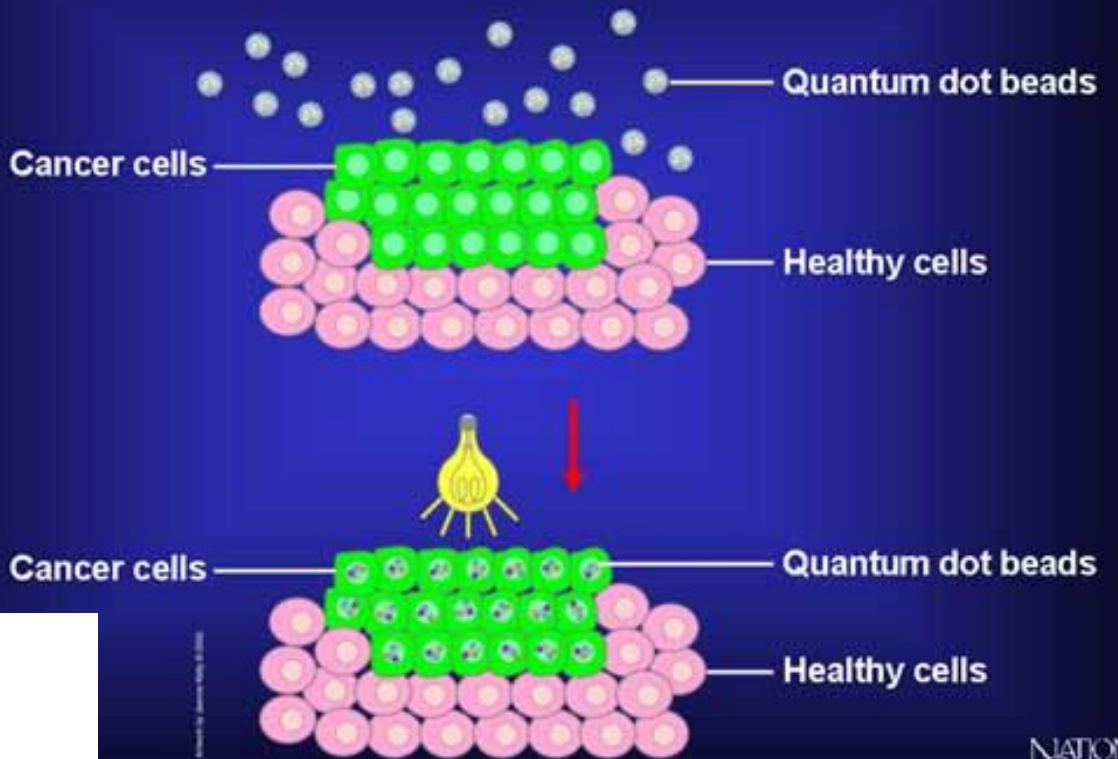
Недоліки:

- чутливість КТ обмежена декількома молекулами чи іонами, які зможуть вступити в реакцію безпосередньо з поверхнею КТ.

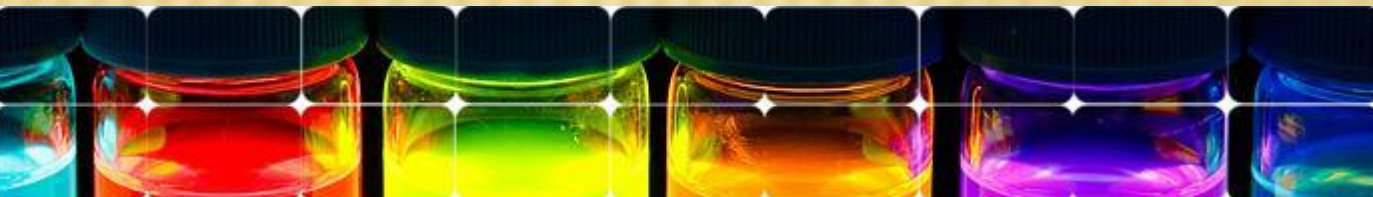


КВАНТОВІ ТОЧКИ. БІОМІТКИ

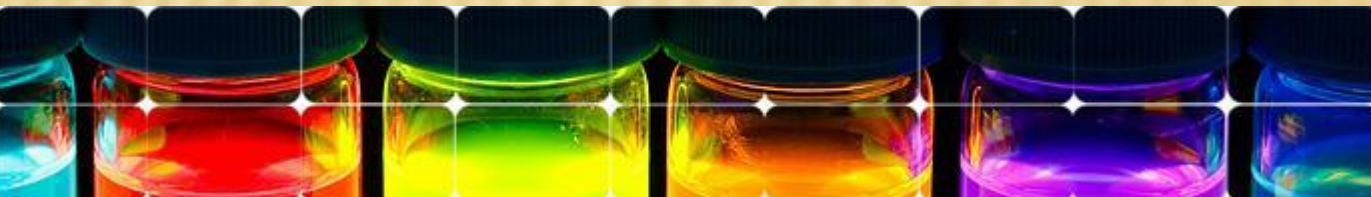
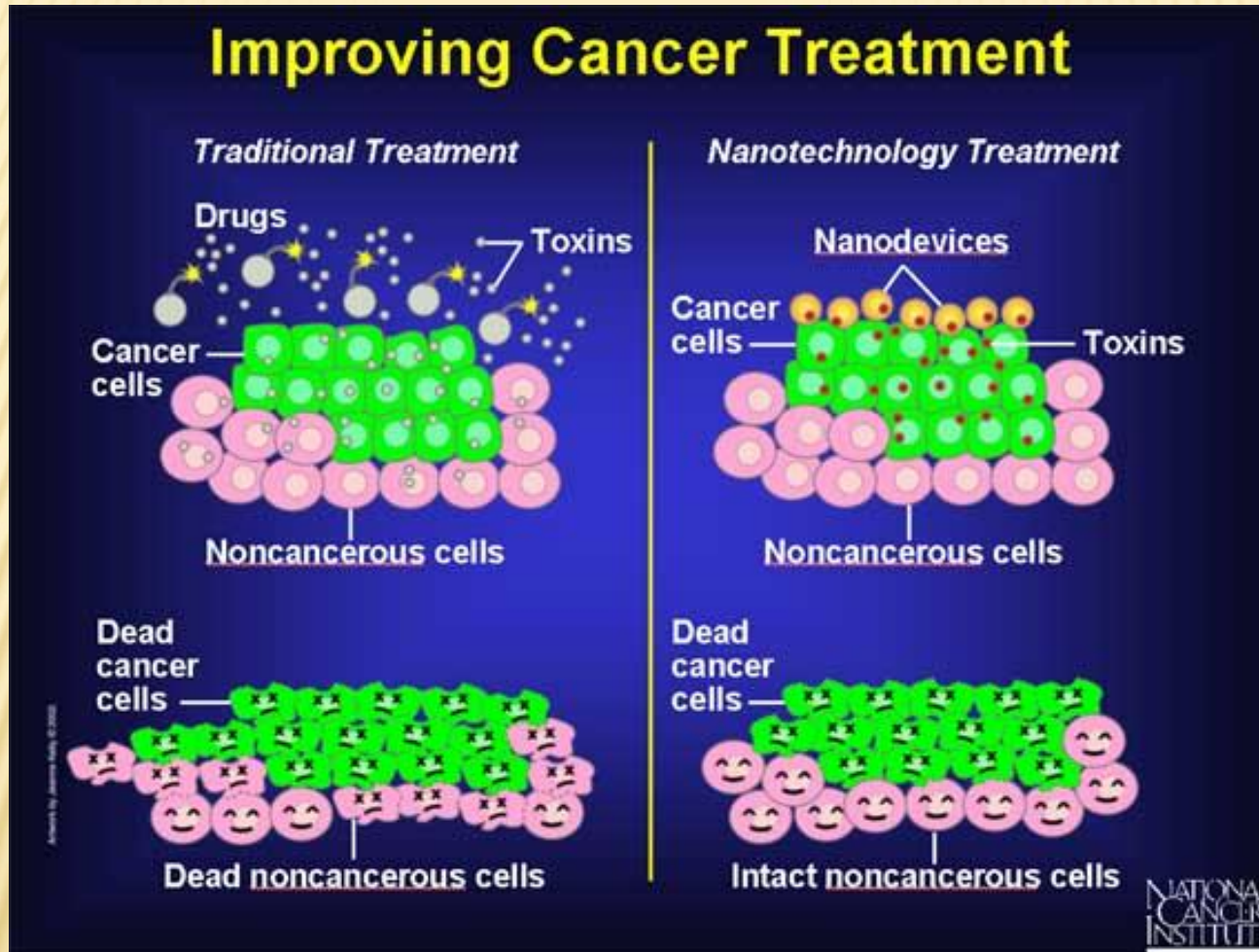
Quantum Dots Can Find Cancer Signatures



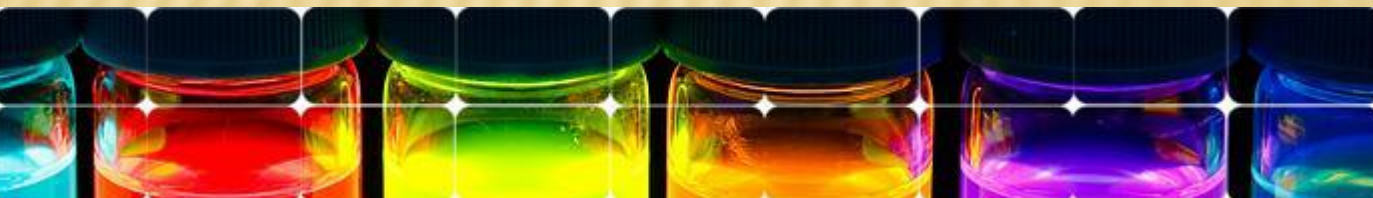
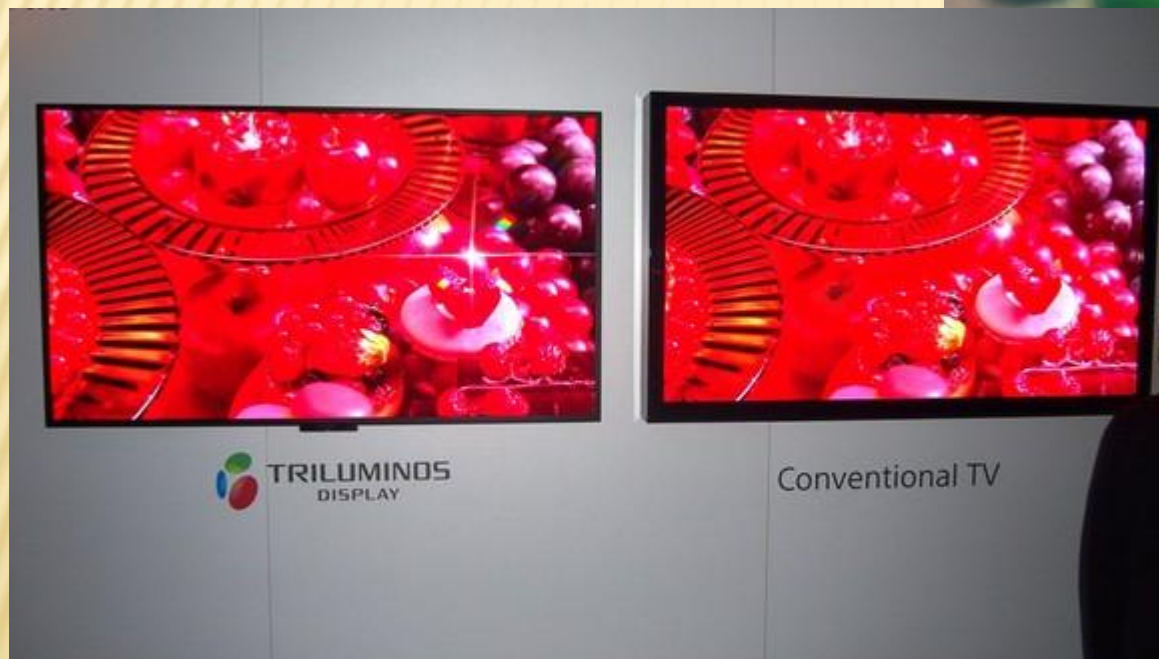
NATIONAL
CANCER
INSTITUTE



КВАНТОВІ ТОЧКИ. БІОМІТКИ



Evident Technologies (490 – 620 nm)

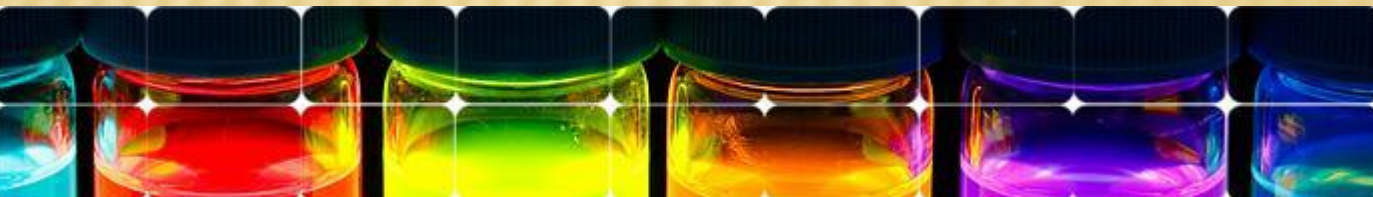


QDlight

Квантові точки, серія Fat

Призначені для диспергування в гідрофобні розчинники та полімерні матриці. Поверхня нанокристалів покрита аліфатичними амінами, які можуть бути замінені на необхідні модифікатори. Підходять для сонячних батарей.

ID	Колір	λ , нм	Розмір частинки, нм	Функц.групи
F570	Жовто-зелений	570	3,5	$(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$
F580	Жовтий	580	4	$(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$
F600	Помаранчевий	600	5	$(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$
F620	Помаранчево-червоний	620	6	$(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$
F640	червоний	640	7	$(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$



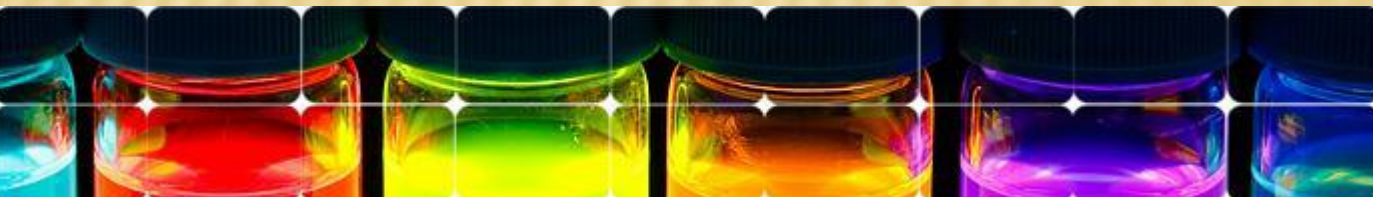
Розчинник – толуол
Ціна: 4000 грн/50
мл

QDlight

Квантові точки, серія PT

Призначені для диспергування в полярні розчинники та полімерні матриці. Поверхня нанокристалів покрита полімером з функціональними карбоксильними групами. Підходять для конг'югації з біологічними макромолекулами. Стійкі в діапазоні рН 2 – 12.

ID	Колір	λ , нм	Розмір частинки, нм	Функц.групи
PT570	Жовто-зелений	570	< 20	-COOH
PT580	Жовтий	580	< 20	-COOH
PT600	Помаранчевий	600	< 30	-COOH
PT620	Помаранчево-червоний	620	< 30	-COOH
PT640	червоний	640	< 30	-COOH



Розчинник – вода
Ціна: 8000 грн/50
мл



Дякую за увагу!

Джерела інформації:

- <http://www.youtube.com/watch?v=eXrRqHSI6Zo>
- <http://www.youtube.com/watch?v=GGzg-2IKVp0>
- http://www.youtube.com/watch?v=h_zNbOFcY00
- <http://www.sfiz.ru/page.php?id=1217>
- <http://eng.thesaurus.rusnano.com/wiki/article935>
- <http://www.evidenttech.com/news/samsung-evident-patent-agreement>
- <http://wiki.mobilerread.com/wiki/QD-LED>
- <http://www.technologyreview.com/demo/405755/nanocrystal-displays/>